

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

ESTUDIO DE LAS LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN
DESARROLLO DE APLICACIONES INFORMÁTICAS

Alumno: Raúl Reviejo García

Tutor: Vicente Senosiain Miquelez

Pamplona, 17 de julio de 2016

INTRODUCCIÓN

La finalidad del proyecto es el estudio de las líneas aéreas de alta tensión, cuyo objeto es desarrollar una serie de herramientas y aplicaciones informáticas necesarias para los diferentes trabajos relacionados con estas instalaciones (realización de proyectos, direcciones de obra, mantenimiento, replanteo, trabajos topográficos,...).

El 15 de febrero de 2008, se aprobó el Real Decreto 223/2008 por el que se aprobaba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en las Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09 (RLAT), sustituyendo al antiguo Reglamento de 1968, y por tanto, también se ha intentado conocer todos los cambios normativos que ha habido al respecto. Con motivo de esto, la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial (F2I2), ha puesto en marcha diversos cursos de formación y ha elaborado nuevo material bibliográfico.

Existen diversas aplicaciones sobre líneas aéreas de alta tensión pero de coste elevado. También existen fabricantes de apoyos que tienen programas desarrollados, pero que resultan poco flexibles al utilizar únicamente la base de datos de sus propios productos, y no están preparados para responder a las exigencias del RLAT. Por ello, resulta de interés el desarrollar unas aplicaciones propias para los diferentes tipos de cálculo que se exigen. Además, se aprecia un aparente escalón de requisitos técnicos entre las líneas de media tensión y las líneas de alta o muy alta tensión, y que con este proyecto se pretende salvar.

1.ÍNDICE



1. ÍNDICE	3
2. CONDUCTORES Y CABLES	12
2.1 INTRODUCCIÓN.....	13
2.2 CLASIFICACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE.....	14
2.3 DATOS Y CÁLCULOS DE SOBRECARGAS Y COEFICIENTES.....	15
2.3.1 Conductores compuestos (bimetálicos) de aluminio reforzados con acero galvanizado AL1/ST1A.....	15
2.3.2 Conductores compuestos (bimetálicos) de aluminio reforzados con acero recubierto de aluminio LARL.....	19
2.3.3 Conductores homogéneos de aluminio AL1.....	23
2.3.4 Conductores homogéneos de aleación de aluminio AL3.....	27
2.3.5 Conductores compuestos (bimetálicos) de aleación de aluminio reforzados con acero galvanizado AL3/ST1A.....	31
2.3.6 Conductores desnudos de acero.....	35
2.3.7 Conductores desnudos de cobre.....	39
2.3.8 Cables aislados unipolares reunidos en haz.....	43
2.3.9 Conductores recubiertos.....	45
2.3.10 Cables de fibra óptica.....	48
3. ESTUDIO DE LA CURVA QUE ADOPTA UN CONDUCTOR ENTRE APOYOS.....	52
3.1 INTRODUCCIÓN.....	53
3.2 LA CATENARIA.....	54
3.2.1 Ecuación de la catenaria.....	54
3.2.2 Variación de las tensiones a lo largo del vano.....	54
3.2.3 Situación de los ejes de la catenaria.....	58
3.2.4 Cálculo de la flecha.....	59
3.2.5 Longitud del conductor en un vano.....	61
3.2.6 Cálculo de las tensiones en los extremos en función de la tensión horizontal 63	
3.2.7 Cálculo de la tensión horizontal en función de la tensión máxima en el extremo 65	
3.2.8 Ecuación de cambio de condiciones.....	68
3.2.9 Construcción de la catenaria. Aplicación en líneas aéreas.....	73
3.2.10 Funciones hiperbólicas.....	75
3.3 LA PARÁBOLA.....	87
3.3.1 Ecuación de la parábola.....	87
3.3.2 Cálculo de la flecha.....	88
3.3.3 Longitud del conductor en un vano.....	88
3.3.4 Cálculo de las tensiones en los extremos en función de la tensión horizontal 89	
3.3.5 Cálculo de la tensión horizontal en función de la tensión máxima en el extremo 89	

3.3.6	Ecuación de cambio de condiciones.....	91
3.4	EL MÉTODO DE TRUXA	95
3.4.1	Cálculo de la flecha.....	95
3.4.2	Longitud del conductor en un vano.....	98
3.4.3	Cálculo de las tensiones en los extremos en función de la tensión horizontal 98	
3.4.4	Cálculo de la tensión horizontal en función de la tensión máxima en el extremo 99	
3.4.5	Ecuación de cambio de condiciones.....	102
3.5	CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES Y CABLES AÉREOS	110
3.5.1	Módulo de elasticidad	110
3.5.2	Coefficiente de dilatación	111
3.6	PARTICULARIDADES MÁS SIGNIFICATIVAS DE LOS TRES TIPOS DE ECUACIONES ESTUDIADOS	112
3.6.1	Ecuaciones de la catenaria	112
3.6.2	Ecuaciones de la parábola.....	112
3.6.3	Ecuaciones de la parábola aplicando el método de Truxa	112
3.6.4	Criterio de utilización.....	113
3.7	MÉTODO DE LA BISECCIÓN.....	114
4.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS	115
4.1	Resistencia serie. R'	116
4.2	Reactancia inductiva serie. L'	120
4.2.1	disposición horizontal.....	120
4.2.2	disposición en triángulo EQUILÁTERO	121
4.2.3	DISPOSICIÓN EN TRIÁNGULO NO EQUILÁTERO	121
4.2.4	disposición en bandera	121
4.2.5	disposición a tresbolillo	122
4.2.6	disposición en doble circuito para una potencia	123
4.2.7	disposición en doble circuito para dos potencias.....	124
4.2.8	disposición en cuádruple circuito	126
4.3	CAPACIDAD DE LA CORRIENTE EN LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE	127
4.3.1	Intensidad máxima admisible por densidad de corriente máxima	127
4.3.2	Intensidad máxima admisible por transferencia de calor en régimen permanente	131
4.3.3	datos necesarios	132
4.3.4	problemas de flecha por no tener en cuenta las condiciones ambientales	132
4.3.5	Verificación de la capacidad de transporte de conductores existentes (repotenciación).....	133
5.	ELECCIÓN DEL TRAZADO	134
6.	DISTRIBUCIÓN DE APOYOS	138

6.1	Consideraciones en la distribución de apoyos	139
6.2	VANO MÁXIMO ADMISIBLE.....	140
6.2.1	Conductores desnudos	140
6.2.2	Conductores recubiertos	141
6.2.3	Valores de “d” (separación entre conductores).....	142
6.3	COMPROBACIÓN EN APOYOS DE ALINEACIÓN CON AISLAMIENTO SUSPENDIDO	144
6.4	COMPROBACIÓN DE LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD	145
6.4.1	Apoyos en laderas	145
7.	CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES	147
7.1	Objetivo del cálculo mecánico de conductores	148
7.1.1	Tensión máxima en la catenaria. Coeficiente de seguridad	148
7.2	Fluencia	150
7.3	rlat sobre el cálculo mecánico de conductores.....	152
7.3.1	conductores desnudos itc-lat-07	152
7.3.2	líneas aéreas tensadas con cables unipolares aislados reunidos en haz de un≤30 kv itc-lat-08	154
7.4	Tabla de tendido.....	156
7.5	TABLAS DE CÁLCULO.....	157
7.6	Consideración EN EL CÁLCULO del desplazamiento de la curva de equilibrio del conductor debido a la acción del viento	159
7.6.1	Cálculo de distancias en conductores desviados por el viento.....	160
7.7	Modelos de cambio de longitud del conductor	162
7.8	Errores fortuitos	163
7.9	Consideraciones sobre la exactitud de los resultados	164
8.	CÁLCULO DE APOYOS.....	166
8.1	Introducción	167
8.2	Herramientas para el CÁLCULO DE APOYOS.....	169
8.2.1	proceso de cálculo y justificación de apoyos	169
8.2.2	Datos necesarios	172
8.2.3	Tablas de cálculo de esfuerzos.....	180
8.2.4	tablas de resultados	195
8.2.5	Consideraciones en el cálculo de apoyos (Chequeo).....	210
8.2.6	Errores frecuentes.....	215
8.3	RLAT	218
8.3.1	Clasificación de los apoyos según el rlat	218
8.3.2	Hipótesis de cálculo	219
8.3.3	Coeficientes de seguridad.....	224
8.3.4	Velocidad del viento reglamentaria.....	225
8.3.5	Aplicación de prescripciones especiales.....	230

8.3.6	Prescindir de la 4ª hipótesis	230
8.3.7	Excepciones y aclaraciones reglamentarias	231
8.3.8	Hipótesis de tracción máxima de hielo + viento	234
8.3.9	Tensiones horizontales máximas de los conductores y cables de tierra a aplicar en 3ª y 4ª hipótesis	234
8.3.10	Acción combinada de esfuerzos torsores con esfuerzos transversales y posiblemente longitudinales	234
8.4	ESFUERZOS.....	236
8.4.1	esfuerzos verticales	236
8.4.2	esfuerzos longitudinales.....	243
8.4.3	Esfuerzos transversales.....	248
8.4.4	Esfuerzos en el punto de aplicación del fabricante.....	251
8.4.5	Apoyos con derivación.....	258
8.4.6	Esfuerzo del viento sobre el apoyo debido a la diferencia entre un viento excepcional y 120 km/h.....	261
8.4.7	Cálculo del ángulo de oscilación transversal de la cadena de suspensión.....	262
8.4.8	Cálculo del ángulo de oscilación longitudinal de la cadena de SUSPENSIÓN.....	269
8.4.9	Esfuerzo mecánico sobre la cadena de aisladores.....	272
8.5	TIPOS DE APOYOS PARA LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN	277
8.5.1	Tipos de apoyos.....	277
8.5.2	Apoyos de celosía.....	278
8.5.3	Apoyos de hormigón. Une 207016.....	280
8.5.4	Apoyos de chapa	288
8.5.5	Tipos de armados	289
8.5.6	Fabricantes de apoyos.....	290
9.	DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD CON CONDUCTORES DESNUDOS ...	292
9.1	Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas	293
9.2	Prescripciones especiales	294
9.2.1	Cuadro resumen de las situaciones donde deben aplicarse prescripciones especiales.....	296
9.3	Distancia entre conductores	297
9.3.1	Distancia entre conductores en crucetas rectas horizontales (en capa) en apoyos con ángulo	300
9.4	Distancia entre conductores y partes puestas a tierra	301
9.4.1	Desviación de la cadena de aisladores de suspensión	303
9.5	Distancias al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables	304
9.5.1	margen de seguridad	306
9.6	Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación	307
9.6.1	Cruzamientos.....	307

9.6.2	Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas.....	310
9.6.3	Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación.....	311
9.7	Distancias a carreteras.....	312
9.7.1	Cruzamientos con carreteras.....	312
9.7.2	Paralelismos con carreteras.....	313
9.8	Distancias a ferrocarriles sin electrificar.....	313
9.8.1	Cruzamientos.....	313
9.8.2	Paralelismos.....	313
9.9	Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses.....	313
9.9.1	Cruzamientos a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses.....	314
9.9.2	Paralelismos a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses.....	314
9.10	Distancias a teleféricos y cables transportadores.....	315
9.10.1	Cruzamientos.....	315
9.10.2	Paralelismos a teleféricos y cables transportadores.....	315
9.11	Distancias a ríos y canales, navegables o flotables.....	316
9.11.1	Cruzamientos a ríos y canales, navegables o flotables.....	316
9.11.2	Paralelismos a ríos y canales, navegables o flotables.....	317
9.12	Paso por zonas.....	318
9.12.1	Zona de servidumbre.....	318
9.12.2	Bosques, árboles y masas de arbolado.....	319
9.12.3	Edificios, construcciones y zonas urbanas.....	320
9.12.4	Proximidad a aeropuertos.....	321
9.12.5	Proximidad a parques eólicos.....	321
9.12.6	Proximidad a obras.....	322
10.	DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN LÍNEAS AÉREAS AISLADAS DE ALTA TENSIÓN HASTA $U_N \leq 30$ KV.....	323
10.1	Consideraciones generales.....	324
10.2	Prescripciones especiales.....	324
10.2.1	Cuadro resumen de las situaciones donde deben aplicarse prescripciones especiales.....	325
10.3	Distancias de los conductores entre sí y entre estos y los apoyos.....	327
10.4	Distancias mínimas al terreno.....	328
10.4.1	Cables unipolares aislados reunidos en haz.....	328
10.4.2	Conductores recubiertos.....	328
10.5	Distancias a otras líneas eléctricas aéreas de alta tensión.....	329
10.5.1	Cruzamiento con l.a.a.t. con conductores desnudos.....	329
10.5.2	Paralelismo con l.a.a.t. con conductores desnudos.....	329
10.5.3	Cruzamiento entre l.a.a.t. de conductores no desnudos.....	330
10.5.4	Paralelismo entre l.a.a.t. de conductores no desnudos.....	331

10.6 Distancias a líneas eléctricas aéreas de baja tensión o a líneas aéreas de telecomunicación	331
10.6.1 Cruzamientos	331
10.6.2 Paralelismo con líneas aéreas de baja tensión.....	332
10.6.3 Paralelismo con la línea aérea de telecomunicación	333
10.7 Distancias a carreteras.....	333
10.7.1 Cruzamiento con carreteras.....	333
10.7.2 Paralelismo con carreteras	334
10.8 Distancias a ferrocarriles sin electrificar	334
10.8.1 Cruzamientos.....	334
10.8.2 Paralelismos a ferrocarriles sin electrificar.....	334
10.9 Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses	335
10.9.1 Cruzamientos	335
10.9.2 Paralelismos a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses	335
10.10 Distancias a teleféricos y cables transportadores	335
10.10.1 Cruzamientos.....	335
10.10.2 Paralelismos a teleféricos y cables transportadores.....	336
10.11 Distancias a ríos y canales, navegables o flotables	336
10.11.1 Cruzamientos.....	336
10.11.2 Paralelismo a ríos y canales, navegables o flotables	337
10.12 Distancias a antenas receptoras de radio, televisión y pararrayos	337
10.13 Paso por zonas.....	337
10.13.1 Bosques, árboles y masas de arbolado	337
10.13.2 Edificios, construcciones y zonas urbanas	338
10.13.3 Proximidad a aeropuertos	338
11. APLICACIONES INFORMÁTICAS DESARROLLADAS	339
11.1 Aplicación “Vano Máximo Admisible.xlsm”	340
11.1.1 Datos.....	340
11.1.2 Código.....	340
11.2 Aplicación “Ángulo oscilación TRANSVERSAL cadena suspensión.xlsm”	356
11.2.1 Datos necesarios	356
11.2.2 Código.....	357
11.3 Aplicación “Distancia Conductores Iguales.xlsm”	376
11.3.1 Datos necesarios	376
11.3.2 Código.....	376
11.4 Aplicación “Distancia Conductores Diferentes.xlsm”	387
11.4.1 Datos necesarios	387
11.4.2 Código.....	387
11.5 Aplicación LAAT.lin.....	396
11.5.1 Proceso de aplicación en el programa AutoCAD.....	396

11.5.2	Código.....	396
11.6	Aplicación CATENARIA.LSP.....	399
11.6.1	Datos necesarios.....	399
11.6.2	Precisión de la curva.....	399
11.6.3	Consideración de la acción del viento sobre la curva de equilibrio.....	399
11.6.4	Código.....	400
11.7	Aplicación Tensión horizontal.xlsm.....	403
11.7.1	Datos necesarios.....	403
11.7.2	Código.....	403
11.8	Aplicación Tensión Máxima extremos.xlsm.....	408
11.8.1	Datos necesarios.....	408
11.8.2	Código.....	408
11.9	Aplicación Flechas.xlsm.....	411
11.9.1	Datos necesarios.....	411
11.9.2	Código.....	411
11.10	Aplicación Longitud vano.xlsm.....	413
11.10.1	Datos necesarios.....	413
11.10.2	Código.....	413
11.11	Aplicación Distancia H catenaria viento.xlsm.....	415
11.11.1	Datos necesarios.....	415
11.11.2	Código.....	415
11.12	Aplicación Fv.xlsm.....	417
11.12.1	Datos necesarios.....	418
11.12.2	Código.....	418
11.13	Aplicación ECC.xlsm.....	437
11.13.1	Datos necesarios.....	437
11.13.2	Variable tipo matriz denominada vanos.....	438
11.13.3	Código.....	439
11.14	Aplicación Estaquillas.xlsm.....	456
11.14.1	Datos necesarios.....	456
11.14.2	Código.....	456
11.15	Aplicación Regulado conductor-Flecha.xlsm.....	461
11.15.1	Datos necesarios.....	461
11.15.2	Posibles errores.....	461
11.15.3	Código.....	462
11.16	cálculo del parámetro eléctrico r'	467
11.16.1	Datos necesarios.....	467
11.16.2	Conductores AL1-ST1A a 85°C y 50Hz.....	468
11.17	Cálculo de la tensión, corriente, caída de tensión y pérdida de potencia.....	469

11.17.1 datos necesarios	469
11.18 cálculo del parámetro eléctrico l'	471
11.18.1 datos necesarios	471
11.19 CÁLCULO DEL ÁNGULO DE OSCILACIÓN LONGITUDINAL DE LA CADENA DE SUSPENSIÓN.....	473
11.19.1 Datos necesarios	473
11.19.2 Código.....	474
11.20 CÁLCULO DE APOYOS	480
11.20.1 funciones y comentarios	480
11.20.2 Datos necesarios	482
11.20.3 Código.....	482
11.21 Cálculo mecánico de conductores.....	580
11.21.1 datos	580
11.21.2 código.....	581
11.22 Cálculo del parámetro de conductores existentes.....	671
11.22.1 Datos necesarios	671
11.22.2 código.....	671
11.23 cálculo de la intensidad máxima admisible en régimen permanente por transferencia de calor.....	677
11.23.1 datos	677
11.23.2 código.....	677
12. CONCLUSIONES.....	690
13. BIBLIOGRAFÍA.....	694

2.CONDUCTORES Y CABLES



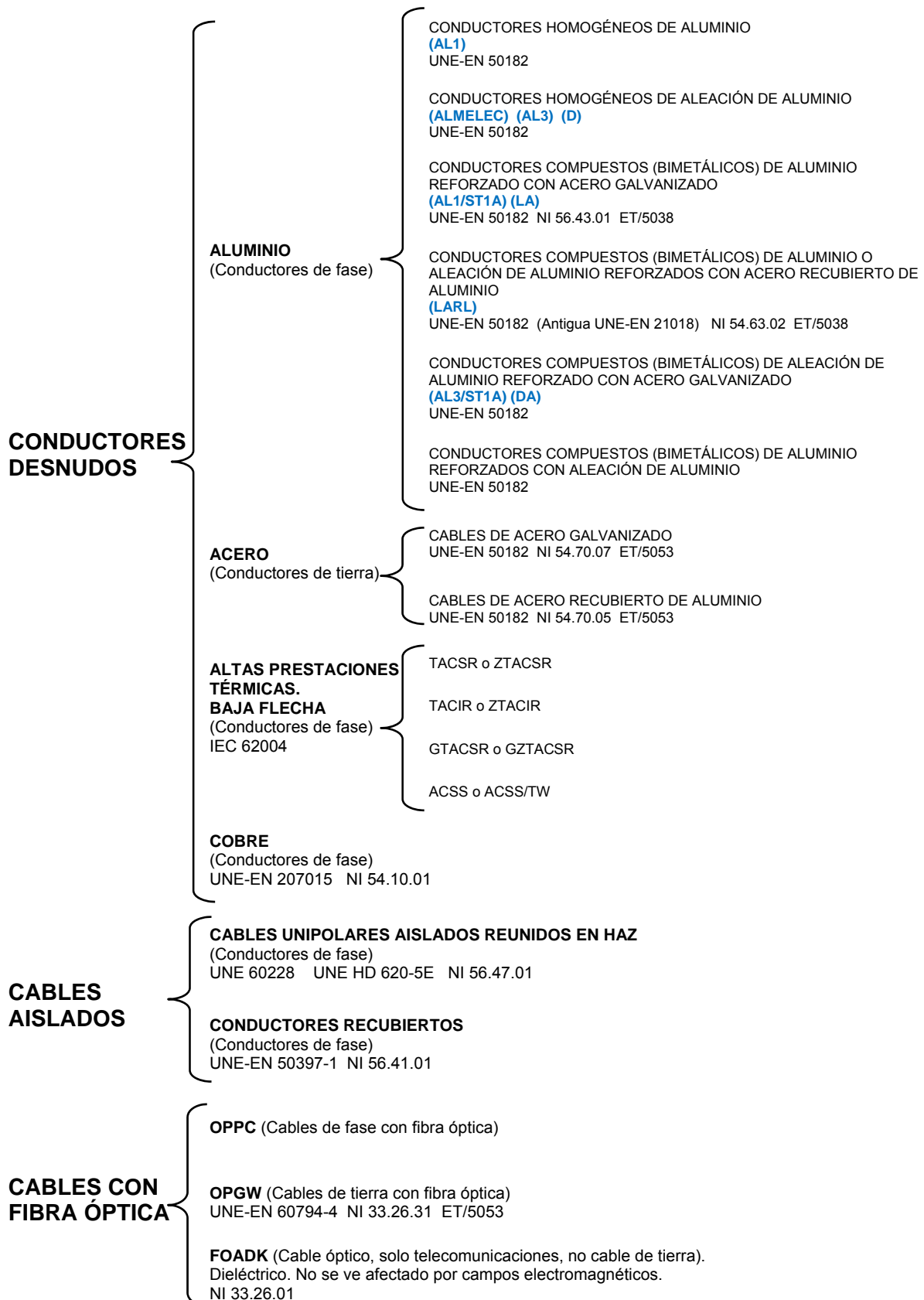
2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta una clasificación de los diferentes conductores y cables utilizados en las líneas aéreas de alta tensión, tanto para trabajar como conductores de fase, así como cables de tierra. Esta clasificación se completa con la normativa aplicable a cada tipo de conductor o cable.

A continuación se incluye un resumen de las características mecánicas de los principales conductores y cables, junto con el cálculo de sobrecargas y coeficientes necesarios para el cálculo mecánico de la línea aérea de alta tensión. Esta información se utilizará en diferentes aplicaciones realizadas en este trabajo.

Se añaden diferentes consideraciones sobre la aplicación y constitución de los principales conductores y cables.

2.2 CLASIFICACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE



2.3 DATOS Y CÁLCULOS DE SOBRECARGAS Y COEFICIENTES

2.3.1 CONDUCTORES COMPUESTOS (BIMETÁLICOS) DE ALUMINIO REFORZADOS CON ACERO GALVANIZADO AL1/ST1A

Los conductores desnudos son los utilizados en la mayoría de las líneas aéreas. De estos, los que mayoritariamente se instalan en España son los AL1-ST1A, denominados antiguamente "LA".

Son conductores bimetálicos, constituidos por un alma formada por uno o varios alambres de acero, alrededor del cual se agrupan los alambres de aluminio dispuestos en una o varias capas, de forma que, los alambres internos de acero soportan la tracción mecánica y las coronas de alambres externos conducen la corriente eléctrica.

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	CARGA DE ROTURA (daN)	DIÁMETRO (m)	SECCIÓN (mm ²)	COMPOSICIÓN	PESO (daN/m)	COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL (°C ⁻¹)	MÓDULO DE ELASTICIDAD FINAL (daN/mm ²)
27-AL1/4-ST1A LA 30	974,0	0,00714	31,100	6+1	0,1057518	0,0000191	7900
47-AL1/8-ST1A LA 56	1629,0	0,00945	54,600	6+1	0,1852128	0,0000191	7900
67-AL1/11-ST1A LA 78	2312,0	0,01130	78,600	6+1	0,2666358	0,0000191	7900
100-AL1/17-ST1A	3433,0	0,01380	116,700	6+1	0,396324	0,0000191	7900
94-AL1/22-ST1A LA 110	4317,0	0,01400	116,200	30+7	0,4242825	0,0000178	8000
119-AL1/28-ST1A LA 145	5403,0	0,01580	147,100	30+7	0,5369994	0,0000178	8000
107-AL1/18-ST1A LA 125 PENGUIN	3680,0	0,01431	125,100	6+1	0,424773	0,0000191	7900
152-AL1/25-ST1A LA 175 OSTRICH	5500,0	0,01728	176,700	26+7	0,601353	0,0000189	7500
147-AL1/34-ST1A LA 180	6494,0	0,01750	181,600	30+7	0,6629598	0,0000178	8000
242-AL1/39-ST1A LA 280 HAWK	8489,0	0,02180	281,100	26+7	0,9576522	0,0000189	7500
337-AL1/44-ST1A LA 380 GULL	10718,0	0,02540	381,000	54+7	1,2503826	0,0000193	6900
402-AL1/52-ST1A LA 455 CONDOR	12375,0	0,02770	454,500	54+7	1,4916105	0,0000193	6900
483-AL1/33-ST1A LA 510 RAIL	11580,0	0,02959	516,800	45+7	1,5696	0,0000209	6600
485-AL1/63-ST1A LA 545 CARDINAL	14904,0	0,03040	547,300	54+7	1,7963091	0,0000193	6900
806-AL1/56-ST1A LA 860 LAPWING	17500,0	0,03285	636,600	54+19	2,084625	0,0000194	6700
565-AL1/72-ST1A LA 635 FINCH	17414,0	0,03290	636,600	54+19	2,082663	0,0000194	6700
LA-9506	2825,0	0,01268	95,060	26+7	0,32373	0,000018	7848

PESO APARENTE DEL CONDUCTOR													
TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	LÍNEAS AÉREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS AÉREAS DE CATEGORÍA ESPECIAL (U<220 kV)						
	VIENTO 120 km/h (daN/m)	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h (daN/m)	HIELO ZONA B (daN/m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (daN/m) (1800 m)	VIENTO 140 km/h (daN/m)	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)	HIELO (Zona C ≤ 1500m) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)	HIELO (Zona C 1800m) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	
27-AL/4-STIA LA 30	0,441259564	0,238882991	0,768907019	0,586725812	1,067699824	1,837258242	0,59261206	0,734463156	11,157	1,232432717	16,948	2,012057405	23,773
47-AL/8-STIA LA 56	0,596483681	0,338638496	1,02487452	0,738548141	1,291883483	2,177220029	0,793663558	0,881422119	11,311	1,453194088	17,456	2,34973846	24,733
67-AL/11-STIA LA 78	0,728546572	0,431295316	1,2344728	0,871714307	1,476792815	2,444918426	0,96058108	1,009821295	11,342	1,63459267	17,707	2,615033276	25,276
100-AL/17-STIA	0,917963351	0,573121901	1,524420124	1,064994322	1,733664645	2,80353716	1,194655479	1,196860541	11,304	1,886602395	17,903	2,970211166	25,8
94-AL/22-STIA LA 110	0,941071538	0,597005561	1,552436821	1,09778083	1,771279159	2,848876487	1,219519065	1,227387535	11,299	1,922509996	17,914	3,014352985	25,833
119-AL/28-STIA LA 145	1,089528502	0,716271147	1,76881791	1,252485249	1,967971098	3,112748456	1,397615279	1,377745899	11,233	2,115577975	17,979	3,275551193	26,094
107-AL/18-STIA LA 125 PENGUIN	0,957928004	0,603929293	1,584401799	1,105687091	1,786601183	2,876063729	1,243452823	1,236409556	11,289	1,93860735	17,928	3,042062012	25,884
152-AL/25-STIA LA 175 OSTRICH	1,052673468	0,740438674	1,649521576	1,349598949	2,097844898	3,295038416	1,320833612	1,437550599	11,164	2,201037487	18,002	3,408585691	26,258
147-AL/34-STIA LA 180	1,097789004	0,794305953	1,69093725	1,415953824	2,168947848	3,373738286	1,363059254	1,500837987	11,153	2,269727311	18,003	3,485544134	26,279
242-AL/39-STIA LA 280 HAWK	1,450929956	1,101872377	2,161499584	1,798080662	2,638509124	3,983194664	1,76584248	1,878904173	10,906	2,735296656	17,948	4,091777859	26,555
337-AL/44-STIA LA 380 GULL	1,782233612	1,402384272	2,58089464	2,157554028	3,064725456	4,516199741	2,133436903	2,235280817	10,673	3,158261826	17,818	4,622028911	26,636
402-AL/52-STIA LA 455 CONDOR	2,03546724	1,64452368	2,87879144	2,43896471	3,386318921	4,902085658	2,403882384	2,513907602	10,52	3,477014799	17,709	5,005495928	26,638
483-AL/33-STIA LA 510 RAIL	2,156980392	1,735187086	3,062958227	2,548740439	3,527880879	5,094505582	2,553211538	2,625378146	10,393	3,619696278	17,609	5,198634906	26,616
485-AL/63-STIA LA 545 CARDINAL	2,353109939	1,950468247	3,24480066	2,78876061	3,78121212	5,369134537	2,739895549	2,860916231	10,339	3,868911601	17,564	5,469892783	26,602
806-AL/56-STIA LA 860 LAPWING	2,65395321	2,240560857	3,587765515	3,116293551	4,147926103	5,798631785	3,056743452	3,186464651	10,176	4,233381587	17,42	5,897280252	26,541
565-AL/72-STIA LA 635 FINCH	2,653961223	2,239194369	3,590245184	3,115116389	4,147569778	5,7994952	3,057896427	3,185426729	10,173	4,233107033	17,417	5,898236304	26,539
LA-9506	0,8268118	0,499505028	1,390736327	0,964691777	1,605653555	2,631192398	1,084956403	1,100743217	11,33	1,761805354	17,831	2,800131281	25,59

COEFICIENTES DE SOBRECARGA DE LOS CONDUCTORES												
TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	LÍNEAS ÁREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS ÁREAS DE CATEGORÍA ESPECIAL (U≥220 kV)					
	VIENTO 120 km/h	VIENTO MITAD 120 km/h	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h	HIELO ZONA B	HIELO ZONA C (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (1800 m)	VIENTO 140 km/h	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C ≤ 1500m) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C ≤ 1800m) + VIENTO 60 km/h	VIENTO 140 km/h	HIELO (Zona C ≤ 1800m) + VIENTO 60 km/h
27-AL1/4-ST1A LA 30	4,172596253	2,25890236	7,270864596	5,54814019	10,09628038	17,37330468	5,603801161	6,945159857	11,65401172	19,02622372		
47-AL1/8-ST1A LA 56	3,22053163	1,828375234	5,533497252	3,987565338	6,975130675	11,75523522	4,285144214	4,7588969783	7,84607807	12,68669584		
67-AL1/11-ST1A LA 78	2,732362164	1,617544667	4,629808901	3,269307075	5,538614149	9,169505469	3,60259605	3,787268234	6,13043211	9,807510005		
100-AL1/17-ST1A	2,316194201	1,446094359	3,846398713	2,687180999	4,374361999	7,073851597	3,014340486	3,019904274	4,760252711	7,494402712		
94-AL1/22-ST1A LA 110	2,218030529	1,407094473	3,658969723	2,587318126	4,174763652	6,714574574	2,874309135	2,89285449	4,531202668	7,104589478		
119-AL1/28-ST1A LA 145	2,028919402	1,333839752	3,293891782	2,332377371	3,664754742	5,796558536	2,602638436	2,565637688	3,939628191	6,099729707		
107-AL1/18-ST1A LA 125 PENGUIN	2,255152762	1,421769494	3,729996491	2,609006998	4,206013996	6,770825192	2,92733489	2,910753641	4,563866701	7,161618116		
152-AL1/25-ST1A LA 175 OSTRICH	1,750508384	1,231287903	2,743017124	2,244270751	3,488541502	5,479374703	2,196436389	2,390527027	3,660142191	5,668194373		
147-AL1/34-ST1A LA 180	1,658890755	1,19812084	2,550887909	2,13580646	3,271612921	5,088903258	2,056020975	2,263844635	3,423627361	5,257549755		
242-AL1/39-ST1A LA 280 HAWK	1,515090714	1,150597657	2,257082043	1,877592577	2,755185154	4,159333278	1,843928809	1,961990139	2,856252673	4,272718069		
337-AL1/44-ST1A LA 380 GULL	1,425350618	1,121564129	2,064083937	1,725515077	2,451030154	3,611854277	1,70622728	1,787677481	2,525836353	3,696491707		
402-AL1/52-ST1A LA 455 CONDOR	1,364610426	1,102515489	1,92998872	1,639121709	2,270243419	3,286438154	1,611601945	1,685364646	2,331047414	3,355766085		
483-AL1/33-ST1A LA 510 RAIL	1,374222981	1,105496359	1,951425985	1,623815265	2,247630529	3,245734953	1,626663824	1,672641531	2,306126579	3,312076265		
485-AL1/63-ST1A LA 545 CARDINAL	1,309609391	1,085819944	1,806370997	1,552494841	2,104983682	2,988981427	1,525291805	1,592663663	2,153811725	3,045073246		
806-AL1/56-ST1A LA 860 LAPWING	1,273108214	1,074802834	1,72106039	1,49489407	1,989788141	2,781618653	1,466327734	1,528555328	2,030764088	2,828940578		
565-AL1/72-ST1A LA 635 FINCH	1,274311409	1,07515924	1,723872361	1,495737135	1,99147427	2,784653686	1,468262713	1,529496961	2,032545368	2,832064671		
LA-9506	2,554016619	1,542967992	4,29597605	2,97992703	4,959854059	8,127737307	3,351423728	3,400189099	5,442206018	8,649588487		

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	COEFICIENTE "K" (DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES)						
	p_v (daN/m) Sobrecarga de viento de 120 km/h	FLECHA MÁXIMA DE TEMPERATURA O HIELO			FLECHA MÁXIMA DE VIENTO		
		α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV	α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV
27-AL1/4-ST1A LA 30	0,42840000	0	0,6	0,55	76,13°	0,7	0,65
47-AL1/8-ST1A LA 56	0,56700000	0	0,6	0,55	71,91°	0,7	0,65
67-AL1/11-ST1A LA 78	0,67800000	0	0,6	0,55	68,53°	0,7	0,65
100-AL1/17-ST1A	0,82800000	0	0,6	0,55	64,42°	0,65	0,6
94-AL1/22-ST1A LA 110	0,84000000	0	0,6	0,55	63,20°	0,65	0,6
119-AL1/28-ST1A LA 145	0,94800000	0	0,6	0,55	60,47°	0,65	0,6
107-AL1/18-ST1A LA 125 PENGUIN	0,85860000	0	0,6	0,55	63,68°	0,65	0,6
152-AL1/25-ST1A LA 175 OSTRICH	0,86400000	0	0,6	0,55	55,16°	0,65	0,6
147-AL1/34-ST1A LA 180	0,87500000	0	0,6	0,55	52,85°	0,65	0,6
242-AL1/39-ST1A LA 280 HAWK	1,09000000	0	0,6	0,55	48,70°	0,65	0,6
337-AL1/44-ST1A LA 380 GULL	1,27000000	0	0,6	0,55	45,45°	0,65	0,6
402-AL1/52-ST1A LA 455 CONDOR	1,38500000	0	0,6	0,55	42,88°	0,65	0,6
483-AL1/33-ST1A LA 510 RAIL	1,47950000	0	0,6	0,55	43,31°	0,65	0,6
485-AL1/63-ST1A LA 545 CARDINAL	1,52000000	0	0,6	0,55	40,24°	0,65	0,6
806-AL1/56-ST1A LA 860 LAPWING	1,64250000	0	0,6	0,55	38,23°	0,6	0,55
565-AL1/72-ST1A LA 635 FINCH	1,64500000	0	0,6	0,55	38,30°	0,6	0,55
LA-9506	0,76080000	0	0,6	0,55	66,95°	0,7	0,65

2.3.2 CONDUCTORES COMPUESTOS (BIMETÁLICOS) DE ALUMINIO REFORZADOS CON ACERO RECUBIERTO DE ALUMINIO LARL

Se utilizarán en casos muy excepcionales, cuando la línea discurra por zonas muy agresivas ambientalmente, como la contaminación salina, con objeto de evitar la corrosión de los alambres de acero, en los que estos están recubiertos de aluminio.

Antiguamente, en estos casos, se utilizaban líneas con conductores de cobre, pero su uso se ha desestimado por su elevado precio y por el elevado riesgo de robo del conductor de cobre.

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182 NI 54.63.02	CARGA DE ROTURA (daN)	DIÁMETRO (m)	SECCIÓN (mm ²)	COMPOSICIÓN	PESO (daN/m)	COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL (°C ⁻¹)	MÓDULO DE ELASTICIDAD FINAL (daN/mm ²)
LARL 30	1020	0,00714	31,10	6+1	0,1005525	0,0000193	7500
LARL 56	1720	0,00945	54,60	6+1	0,1762857	0,0000193	7500
LARL 78	2300	0,01134	78,60	6+1	0,254079	0,0000193	7500
LARL 125 PENGUIN	3560	0,01431	125,10	6+1	0,404172	0,0000193	7500
LARL 145	5510	0,01575	147,10	30+7	0,504234	0,000018	7500
LARL 175 OSTRICH	5550	0,01728	176,70	26+7	0,571923	0,0000191	7200
LARL 180	6630	0,01750	181,60	30+7	0,621954	0,000018	7500
LARL HAWK	8760	0,02180	281,10	26+7	0,911349	0,0000191	7200
LARL GULL	10960	0,02538	381,00	54+7	1,198782	0,0000195	6600
LARL CONDOR	12940	0,02772	454,50	54+7	1,429317	0,0000195	6600
LARL 510 RAIL	11740	0,02959	516,80	45+7	1,53036	0,0000211	6300
LARL CARDINAL	15320	0,03042	547,30	54+7	1,721655	0,0000195	6600
LARL 600 (BLUEJAY)	13700	0,03198	603,00	45+7	1,786401	0,0000211	6300
LARL FINCH	17750	0,03285	636,60	54+19	1,998297	0,0000196	6400
LARL 820 (PLOVER)	22620	0,03721	817,00	54+19	2,578068	0,0000196	6400

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182 NI 54.63.02	PESO APARENTE DEL CONDUCTOR												
	LÍNEAS AÉREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS AÉREAS DE CATEGORÍA ESPECIAL (U≥220 kV)						
	VIENTO 120 km/h (daN/m)	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h (daN/m)	HIELO ZONA B (daN/m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (daN/m) (1800 m)	VIENTO 140 km/h (daN/m)	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)	HIELO (Zona C ≤ 1500m) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)	HIELO (Zona C 1800m) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)
LARL 30	0,40042458	0,236627228	0,768209194	0,581526512	1,062500524	1,832058942	0,591706359	0,730316393	11,157	1,227931127	16,948	2,007310918	23,773
LARL 56	0,593772387	0,333839629	1,023298905	0,729621041	1,282956383	2,168292929	0,791627886	0,873955638	11,311	1,445263715	17,456	2,341469197	24,733
LARL 78	0,726292158	0,424608264	1,235996884	0,860227497	1,466375993	2,436213588	0,960321482	1,000228487	11,342	1,62550174	17,711	2,607217803	25,286
LARL 125 PENGUIN	0,948972584	0,589621485	1,579003472	1,085086091	1,766000183	2,855462729	1,236566953	1,21802154	11,289	1,91963833	17,928	3,022592614	25,884
LARL 145	1,071110138	0,691019665	1,754038747	1,218586854	1,932939708	3,075904274	1,381553831	1,346711058	11,235	2,082737468	17,978	3,240263393	26,088
LARL 175 OSTRICH	1,036142808	0,716742574	1,639021634	1,320168949	2,068414898	3,265608416	1,307697181	1,409957608	11,164	2,173005521	18,002	3,380144461	26,258
LARL 180	1,073523068	0,760416352	1,67528501	1,374948024	2,127942048	3,332732486	1,3435928	1,462214587	11,153	2,230574961	18,003	3,445869079	26,279
LARL HAWK	1,420794496	1,061876641	2,141387334	1,751777462	2,592205924	3,936891464	1,741165968	1,834641954	10,906	2,690659575	17,948	4,046717276	26,555
LARL GULL	1,745691635	1,356343811	2,554723915	2,105596204	3,012410407	4,463313133	2,10249158	2,185113927	10,675	3,107465833	17,818	4,570312404	26,636
LARL CONDOR	1,990965365	1,58845714	2,84855105	2,377013154	3,324709308	4,841023154	2,3668184	2,453902605	10,519	3,41709272	17,708	4,945760871	26,638
LARL 510 RAIL	2,128596246	1,699774041	3,043036422	2,509500439	3,488640879	5,055265582	2,52927907	2,587300724	10,393	3,581462387	17,609	5,160186805	26,616
LARL CARDINAL	2,297289041	1,882141384	3,205575134	2,714432921	3,707210842	5,295655515	2,69258816	2,788562114	10,338	3,796667925	17,563	5,397832016	26,601
LARL 600 (BLUEIAY)	2,397504856	1,957148125	3,357377296	2,804316517	3,822232034	5,450896862	2,815673639	2,879990844	10,234	3,912707341	17,472	5,553747777	26,565
LARL FINCH	2,586696184	2,160472741	3,538303393	3,029965551	4,061634103	5,712303785	2,998534649	3,102090056	10,176	4,148831359	17,42	5,812417597	26,541
LARL 820 (PLOVER)	3,179291566	2,740766257	4,193609229	3,676068	4,774068	6,530868	3,613753875	3,744472026	9,8933	4,85701283	17,146	6,626997123	26,381

COEFICIENTES DE SOBRECARGA DE LOS CONDUCTORES												
TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182 NI 54.63.02	LÍNEAS ÁREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS ÁREAS DE CATEGORÍA ESPECIAL (U≥220 kV)					
	VIENTO 120 km/h	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h	HIELO ZONA B	HIELO ZONA C (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (altura 1800 m)	VIENTO 140 km/h	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C ≤ 1500m) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C 1800 m) + VIENTO 60 km/h		
LARL 30	4,376245827	2,353270465	7,639881591	5,783312317	10,56662463	18,21992434	5,884551443	7,263035655	12,21184085	19,96281463		
LARL 56	3,368239099	1,893741972	5,804775456	4,138855513	7,277711027	12,29987985	4,490596154	4,957609372	8,198417199	13,28224125		
LARL 78	2,858528873	1,671166308	4,864616456	3,385669405	5,771338809	9,588409857	3,779617685	3,936683029	6,397623336	10,26144547		
LARL 125 PENGUIN	2,347942421	1,458838032	3,906761162	2,684713665	4,36942733	7,064969195	3,059506726	3,013621776	4,749557935	7,478480978		
LARL 145	2,124232276	1,37043449	3,478620536	2,416709016	3,833418032	6,100152458	2,739906138	2,670805733	4,130497879	6,426110482		
LARL 175 OSTRICH	1,811682355	1,253215161	2,86580822	2,308298405	3,616596811	5,709874259	2,28649168	2,465292719	3,799472168	5,910139058		
LARL 180	1,726048982	1,222624747	2,693583464	2,210690861	3,421381722	5,3584871	2,160276805	2,351001179	3,58639861	5,540392182		
LARL HAWK	1,559001542	1,165170139	2,349689674	1,922180704	2,844361407	4,319850533	1,910536982	2,013105796	2,952392086	4,440395954		
LARL GULL	1,456221093	1,131434916	2,131099662	1,756446296	2,512892592	3,723206666	1,753856481	1,822778393	2,592185929	3,81246332		
LARL CONDOR	1,392948776	1,11133999	1,992945617	1,663041266	2,326082533	3,386948559	1,655908661	1,716835807	2,390717189	3,460226717		
LARL 510 RAIL	1,390912103	1,110702084	1,988444825	1,639810528	2,279621056	3,3033179	1,652733936	1,690648426	2,340274437	3,371877731		
LARL CARDINAL	1,33434924	1,093216344	1,861914921	1,576641616	2,153283231	3,075909816	1,563953382	1,619698554	2,205243167	3,135257654		
LARL 600 (BLUEJAY)	1,342086606	1,095581633	1,879408541	1,569813562	2,139627124	3,051328824	1,576171105	1,612141308	2,19027382	3,108903196		
LARL FINCH	1,294450317	1,081156975	1,770659413	1,516273883	2,032547766	2,858585979	1,500545039	1,552366868	2,07618355	2,908685544		
LARL 820 (PLOVER)	1,233207024	1,063108598	1,62648028	1,425900325	1,851800651	2,533241171	1,401729464	1,452433383	1,883973902	2,570528443		

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182 NI 54.63.02	COEFICIENTE "K" (DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES)						
	p_v (daN/m) Sobrecarga de viento de 120 km/h	FLECHA MÁXIMA DE TEMPERATURA O HIELO			FLECHA MÁXIMA DE VIENTO		
		α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV	α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV
LARL 30	0,42840000	0	0,6	0,55	76,79°	0,7	0,65
LARL 56	0,56700000	0	0,6	0,55	72,73°	0,7	0,65
LARL 78	0,68040000	0	0,6	0,55	69,52°	0,7	0,65
LARL 125 PENGUIN	0,85860000	0	0,6	0,55	64,79°	0,65	0,6
LARL 145	0,94500000	0	0,6	0,55	61,92°	0,65	0,6
LARL 175 OSTRICH	0,86400000	0	0,6	0,55	56,50°	0,65	0,6
LARL 180	0,87500000	0	0,6	0,55	54,59°	0,65	0,6
LARL HAWK	1,09000000	0	0,6	0,55	50,10°	0,65	0,6
LARL GULL	1,26900000	0	0,6	0,55	46,63°	0,65	0,6
LARL CONDOR	1,38600000	0	0,6	0,55	44,12°	0,65	0,6
LARL 510 RAIL	1,47950000	0	0,6	0,55	44,03°	0,65	0,6
LARL CARDINAL	1,52100000	0	0,6	0,55	41,46°	0,65	0,6
LARL 600 (BLUEJAY)	1,59900000	0	0,6	0,55	41,83°	0,65	0,6
LARL FINCH	1,64250000	0	0,6	0,55	39,42°	0,6	0,55
LARL 820 (PLOVER)	1,86050000	0	0,6	0,55	35,82°	0,6	0,55

2.3.3 CONDUCTORES HOMOGÉNEOS DE ALUMINIO AL1

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	CARGA DE ROTURA (daN)	DIÁMETRO (m)	SECCIÓN (mm ²)	COMPOSICIÓN	PESO (daN/m)	COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL (°C ⁻¹)	MÓDULO DE ELASTICIDAD FINAL (daN/mm ²)
28-AL1 (L 28)	501,0	0,00675	27,800	7	0,0746541	0,000023	5900
43-AL1 (L 40)	733,0	0,00840	43,100	7	0,1155618	0,000023	5900
55-AL1 (L 56)	900,0	0,00945	54,600	7	0,1462671	0,000023	5900
76-AL1 (L 80)	1360,0	0,01130	75,500	19	0,2036556	0,000023	5600
117-AL1 (L 110)	1989,0	0,01400	117,000	19	0,3153915	0,000023	5600
148-AL1 (L 145)	2443,0	0,01580	148,100	19	0,399267	0,000023	5600
188-AL1 (L 180)	3009,0	0,01780	188,100	19	0,5070789	0,000023	5600
279-AL1 (L 280)	4608,0	0,02170	279,300	37	0,7555662	0,000023	5600
381-AL1 (L 400)	6477,0	0,02540	381,000	61	1,0340721	0,000023	5400
454-AL1 (L 450)	7499,0	0,02770	454,500	61	1,2336075	0,000023	5400
547-AL1 (L 550)	9031,0	0,03040	547,300	61	1,4856264	0,000023	5400
638-AL1 (L 630)	10212,0	0,03290	638,300	61	1,732446	0,000023	5400

PESO APARENTE DEL CONDUCTOR													
TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	LÍNEAS AÉREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS AÉREAS DE CATEGORÍA ESPECIAL (U≥220 kV)						
	VIENTO 120 km/h (daN/m)	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h (daN/m)	HIELO ZONA B (daN/m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura 1800 m)	VIENTO 140 km/h (daN/m)	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)	HIELO (Zona C ≤ 1500m) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)	HIELO (Zona C 1800 m) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)
28-AL1 (L 28)	0,411823062	0,215822808	0,723859955	0,542307818	1,009961536	1,758207485	0,55628212	0,694967549	11,112	1,177936752	16,833	1,93510081	23,568
43-AL1 (L 40)	0,517078843	0,277233709	0,903421568	0,637251363	1,158940926	1,993644226	0,69566553	0,788185279	11,261	1,325730568	17,258	2,169762186	24,343
55-AL1 (L 56)	0,585562178	0,31900833	1,018556854	0,699602441	1,252937783	2,138274329	0,785488464	0,849055457	11,311	1,41868362	17,456	2,313698529	24,733
76-AL1 (L 80)	0,70792627	0,395470104	1,222417297	0,808734107	1,413812615	2,381938226	0,945038076	0,955983301	11,342	1,57792341	17,707	2,556247765	25,276
117-AL1 (L 110)	0,897257933	0,525234993	1,526275284	0,98888983	1,662388159	2,739985487	1,186036639	1,13104399	11,299	1,822676388	17,914	2,911657114	25,833
148-AL1 (L 145)	1,028648695	0,61975006	1,731982269	1,114752849	1,830238698	2,975016056	1,350693988	1,253849424	11,233	1,98809799	17,979	3,144956788	26,094
188-AL1 (L 180)	1,024318803	0,674651029	1,661492152	1,266499732	2,025920564	3,240993895	1,313237241	1,361973	11,138	2,134653519	18,004	3,358383711	26,307
279-AL1 (L 280)	1,322159326	0,930154037	2,07159181	1,594064858	2,432563517	3,77416137	1,658865556	1,684350917	10,912	2,536883754	17,95	3,888261546	26,551
381-AL1 (L 400)	1,637743908	1,213478516	2,483317459	1,941243528	2,848414956	4,299889241	2,014299253	2,027280785	10,673	2,94882068	17,818	4,410911316	26,636
454-AL1 (L 450)	1,854727059	1,414688557	2,753965457	2,18096171	3,128315921	4,644082658	2,252895047	2,26445944	10,52	3,226272862	17,709	4,753109448	26,638
547-AL1 (L 550)	2,12543779	1,668737787	3,083681361	2,47807791	3,47052942	5,058451837	2,54703495	2,559008806	10,339	3,56587806	17,564	5,165274084	26,602
638-AL1 (L 630)	2,389015308	1,91778765	3,399079942	2,764899389	3,797352778	5,4492782	2,831009455	2,843881495	10,173	3,890597411	17,417	5,554248808	26,539

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	COEFICIENTES DE SOBRECARGA DE LOS CONDUCTORES										
	LÍNEAS ÁREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS ÁREAS DE CATEGORÍA ESPECIAL (U≥220 kV)				
	VIENTO 120 km/h	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h	HIELO ZONA B	HIELO ZONA C (altura ≤ 4500 m)	HIELO ZONA C (altura ±800 m)	VIENTO 140 km/h	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C ≤ 1500m) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C 1800m) + VIENTO 60 km/h	
28-AL1 (L 28)	5,516415874	2,890970602	9,696184873	7,264273738	13,52854748	23,55138546	7,451461073	9,309167869	15,77859423	25,92089129	
43-AL1 (L 40)	4,474478961	2,399008231	7,817648808	5,514377267	10,02875453	17,25175816	6,019857167	6,820465577	11,47204844	18,77577354	
55-AL1 (L 56)	4,003375867	2,180998529	6,963677094	4,783047188	8,566094376	14,61896988	5,370233388	5,804828683	9,69926675	15,81831135	
76-AL1 (L 80)	3,476095279	1,941857255	6,002375073	3,971087008	6,942174016	11,69591323	4,640373629	4,694117425	7,747999124	12,55181672	
117-AL1 (L 110)	2,844902076	1,665342894	4,839303799	3,135435894	5,270871787	8,687569217	3,760521888	3,586158758	5,779091663	9,231882007	
148-AL1 (L 145)	2,576342885	1,552219593	4,337904884	2,791998459	4,583996919	7,451194454	3,382934196	3,140378302	4,979369669	7,876826255	
188-AL1 (L 180)	2,020038308	1,330465592	3,276594928	2,497638399	3,995276798	6,391498236	2,589808491	2,685919292	4,20970685	6,623000309	
279-AL1 (L 280)	1,749892102	1,231068882	2,741774063	2,109762001	3,219524003	4,995143205	2,195526422	2,229256572	3,35759296	5,146156016	
381-AL1 (L 400)	1,583781158	1,173495074	2,401493531	1,877280635	2,754561269	4,158210285	1,947929214	1,960483012	2,85165868	4,265574244	
454-AL1 (L 450)	1,503498527	1,146789848	2,232448697	1,767954321	2,535908643	3,764635557	1,826265686	1,835640136	2,615315538	3,85301601	
547-AL1 (L 550)	1,430667758	1,12325534	2,075677547	1,668035726	2,336071451	3,404928612	1,714451863	1,722511666	2,400252217	3,476832455	
638-AL1 (L 630)	1,378983996	1,106977514	1,962012058	1,595951267	2,191902534	3,145424561	1,634111225	1,641541206	2,245725068	3,206015546	

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	COEFICIENTE "K" (DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES)						
	p_v (daN/m) Sobrecarga de viento de 120 km/h	FLECHA MÁXIMA DE TEMPERATURA O HIELO			FLECHA MÁXIMA DE VIENTO		
		α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV	α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV
28-AL1 (L 28)	0,40500000	0	0,6	0,55	79,56°	0,7	0,65
43-AL1 (L 40)	0,50400000	0	0,6	0,55	77,09°	0,7	0,65
55-AL1 (L 56)	0,56700000	0	0,6	0,55	75,53°	0,7	0,65
76-AL1 (L 80)	0,67800000	0	0,6	0,55	73,28°	0,7	0,65
117-AL1 (L 110)	0,84000000	0	0,6	0,55	69,42°	0,7	0,65
148-AL1 (L 145)	0,94800000	0	0,6	0,55	67,16°	0,7	0,65
188-AL1 (L 180)	0,89000000	0	0,6	0,55	60,33°	0,65	0,6
279-AL1 (L 280)	1,08500000	0	0,6	0,55	55,15°	0,65	0,6
381-AL1 (L 400)	1,27000000	0	0,6	0,55	50,85°	0,65	0,6
454-AL1 (L 450)	1,38500000	0	0,6	0,55	48,31°	0,65	0,6
547-AL1 (L 550)	1,52000000	0	0,6	0,55	45,66°	0,65	0,6
638-AL1 (L 630)	1,64500000	0	0,6	0,55	43,52°	0,65	0,6

2.3.4 CONDUCTORES HOMOGÉNEOS DE ALEACIÓN DE ALUMINIO AL3

Esta aleación denominada comercialmente “almelec”, se consigue añadiendo al aluminio pequeñas cantidades de magnesio y silicio.

Poseen una resistencia mecánica a la tracción del orden del doble que un conductor AL1 de la misma sección con una resistencia eléctrica sólo ligeramente superior (entorno a un 20 %), lo que permite fabricar conductores de un solo material sin necesidad de recurrir a un alma de acero.

Para la misma resistencia mecánica y eléctrica, los conductores de almelec son más ligeros que los conductores de aluminio-acero (AL1-ST1A), por lo que para las mismas condiciones de cálculo mecánico (sobrecargas y longitud de vanos) la tracción que soporta el conductor de almelec será menor. Esta ventaja es especialmente importante en líneas sinuosas con apoyos de ángulo ya que los esfuerzos aplicados al apoyo resultan menores. Como inconveniente, cabe señalar que el coeficiente de dilatación lineal es mayor que para un cable bimetalico de aluminio-acero, de forma que se obtienen flechas mayores, por ejemplo en condiciones de alta temperatura y con elevada carga eléctrica en la línea.

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	CARGA DE ROTURA (daN)	DIÁMETRO (m)	SECCIÓN (mm ²)	COMPOSICIÓN	PESO (daN/m)	COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL (°C ⁻¹)	MÓDULO DE ELASTICIDAD FINAL (daN/mm ²)
28-AL3 (D 28)	821,0	0,00675	27,800	7	0,074556	0,000023	5900
43-AL3 (D 40)	1272,0	0,00840	43,100	7	0,1154637	0,000023	5900
55-AL3 (D 56)	1609,0	0,00945	54,600	7	0,1460709	0,000023	5900
76-AL3 (D 80)	2229,0	0,01130	75,500	19	0,2034594	0,000023	5600
117-AL3 (D 110)	3451,0	0,01400	117,000	19	0,3150972	0,000023	5600
148-AL3 (D 145)	4368,0	0,01580	148,100	19	0,3987765	0,000023	5600
188-AL3 (D 180)	5548,0	0,01780	188,100	19	0,5064903	0,000023	5600
279-AL3 (D 280)	8238,0	0,02170	279,300	37	0,7546833	0,000023	5600
381-AL3 (D 400)	11239,0	0,02540	381,000	61	1,032993	0,000023	5400
454-AL3 (D 450)	13407,0	0,02770	454,500	61	1,2322341	0,000023	5400
547-AL3 (D 550)	16146,0	0,03040	547,300	61	1,4839587	0,000023	5400
638-AL3 (D 630)	18829,0	0,03290	638,300	61	1,730484	0,000023	5400

PESO APARENTE DEL CONDUCTOR													
TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	LÍNEAS AÉREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS AÉREAS DE CATEGORÍA ESPECIAL (U<220 kV)						
	VIENTO 120 km/h (daN/m)	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h (daN/m)	HIELO ZONA B (daN/m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura 1800 m)	VIENTO 140 km/h (daN/m)	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)	HIELO (Zona C ≤ 1500m) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)	HIELO (Zona C + 1800 m) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	
28-AL3 (D 28)	0,41180529	0,215788895	0,723849844	0,542209718	1,009863436	1,758109385	0,556268963	0,694891001	11,112	1,177852642	16,833	1,935011678	23,568
43-AL3 (D 40)	0,517056927	0,277192832	0,903409025	0,637153263	1,158842826	1,993546126	0,695649241	0,788105967	11,261	1,325644811	17,258	2,169672049	24,343
55-AL3 (D 56)	0,5855132	0,318918419	1,018528698	0,699406241	1,252741583	2,138078129	0,785451953	0,8488938	11,311	1,418510345	17,456	2,313517206	24,733
76-AL3 (D 80)	0,707869852	0,395369103	1,222384625	0,808537907	1,413616415	2,381742026	0,944995814	0,955817327	11,342	1,577747618	17,707	2,556064945	25,276
117-AL3 (D 110)	0,897154527	0,525058326	1,526214497	0,98859553	1,662093859	2,739691187	1,185958413	1,130786688	11,299	1,822407973	17,914	2,911380168	25,833
148-AL3 (D 145)	1,028458408	0,619434175	1,731869262	1,114262349	1,829748198	2,974525556	1,350549077	1,253413358	11,233	1,987646446	17,979	3,144492797	26,094
188-AL3 (D 180)	1,02402755	0,674208739	1,661312609	1,265911132	2,025331964	3,240405295	1,313010078	1,361425678	11,138	2,134094908	18,004	3,357815689	26,307
279-AL3 (D 280)	1,321654979	0,929436998	2,071269956	1,593181958	2,431680617	3,77327847	1,658463606	1,683515367	10,912	2,536037172	17,95	3,88740456	26,551
381-AL3 (D 400)	1,637062778	1,212559086	2,482868307	1,940164428	2,847335856	4,298810141	2,013745493	2,026247505	10,673	2,947778336	17,818	4,409859384	26,636
454-AL3 (D 450)	1,853813873	1,413491113	2,753350531	2,17958831	3,126942521	4,642709258	2,252143314	2,263136711	10,52	3,224941179	17,709	4,75176756	26,638
547-AL3 (D 550)	2,124272446	1,667253257	3,082878259	2,47641021	3,46886172	5,056784137	2,546062579	2,557393882	10,339	3,564254973	17,564	5,163640885	26,602
638-AL3 (D 630)	2,387592904	1,916006556	3,398080367	2,762937389	3,795390778	5,4473162	2,829809227	2,841974022	10,173	3,888682457	17,417	5,552323901	26,539

COEFICIENTES DE SOBRECARGA DE LOS CONDUCTORES														
TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	LÍNEAS AÉREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS AÉREAS DE CATEGORÍA ESPECIAL (U≥220 kV)							
	VIENTO 120 km/h	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h	HIELO ZONA B (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (altura ±800 m)	VIENTO 140 km/h	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C ≤ 1500m) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C 1800m) + VIENTO 60 km/h	VIENTO 140 km/h	HIELO (Zona C) + VIENTO 60 km/h		
28-AL3 (D 28)	5,523435945	2,894319637	9,708807398	7,272516203	13,54503241	23,58105833	7,46108916	9,320390053	15,7982274	25,95380222	7,46108916	9,320390053	15,7982274	25,95380222
43-AL3 (D 40)	4,478090753	2,400692441	7,824182187	5,518212762	10,03642552	17,26556594	6,024830667	6,825573464	11,48105258	18,79094511	6,024830667	6,825573464	11,48105258	18,79094511
55-AL3 (D 56)	4,008417833	2,183312479	6,972837831	4,788128514	8,576257028	14,63726265	5,377196642	5,81151893	9,711108406	15,83831691	5,377196642	5,81151893	9,711108406	15,83831691
76-AL3 (D 80)	3,479170056	1,943233406	6,008002703	3,973952087	6,947904175	11,70622751	4,64464072	4,697828299	7,754606661	12,56302213	4,64464072	4,697828299	7,754606661	12,56302213
117-AL3 (D 110)	2,847231036	1,666337644	4,84363078	3,137430385	5,274860771	8,694749387	3,763785945	3,588691641	5,783637472	9,239625639	3,763785945	3,588691641	5,783637472	9,239625639
148-AL3 (D 145)	2,579034642	1,553336706	4,342957176	2,79420264	4,588405279	7,459129503	3,386731857	3,143147497	4,984362032	7,885351311	3,386731857	3,143147497	4,984362032	7,885351311
188-AL3 (D 180)	2,021810784	1,331138502	3,280048224	2,499378827	3,998757654	6,397763778	2,592369642	2,687960022	4,213496109	6,62957551	2,592369642	2,687960022	4,213496109	6,62957551
279-AL3 (D 280)	1,751271002	1,231558984	2,744555174	2,111060306	3,222120612	4,999817102	2,19756235	2,230757415	3,360399219	5,15104092	2,19756235	2,230757415	3,360399219	5,15104092
381-AL3 (D 400)	1,584776255	1,173830884	2,403567408	1,878197072	2,756394144	4,16150946	1,949428015	1,961530722	2,853628569	4,269011875	1,949428015	1,961530722	2,853628569	4,269011875
454-AL3 (D 450)	1,504433186	1,147096248	2,234437865	1,768810253	2,537620506	3,767716912	1,827691113	1,83661263	2,61714976	3,856221444	1,827691113	1,83661263	2,61714976	3,856221444
547-AL3 (D 550)	1,431490274	1,12351729	2,077469042	1,668786476	2,337572953	3,407631315	1,715723341	1,723359203	2,40185591	3,479639214	1,715723341	1,723359203	2,40185591	3,479639214
638-AL3 (D 650)	1,379725501	1,107208478	1,963658934	1,596626949	2,193253897	3,147857015	1,63527038	1,642300086	2,247164641	3,208538132	1,63527038	1,642300086	2,247164641	3,208538132

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	COEFICIENTE "K" (DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES)						
	p_v (daN/m) Sobrecarga de viento de 120 km/h	FLECHA MÁXIMA DE TEMPERATURA O HIELO			FLECHA MÁXIMA DE VIENTO		
		α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV	α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV
28-AL3 (D 28)	0,40500000	0	0,6	0,55	79,57°	0,7	0,65
43-AL3 (D 40)	0,50400000	0	0,6	0,55	77,10°	0,7	0,65
55-AL3 (D 56)	0,56700000	0	0,6	0,55	75,55°	0,7	0,65
76-AL3 (D 80)	0,67800000	0	0,6	0,55	73,30°	0,7	0,65
117-AL3 (D 110)	0,84000000	0	0,6	0,55	69,44°	0,7	0,65
148-AL3 (D 145)	0,94800000	0	0,6	0,55	67,19°	0,7	0,65
188-AL3 (D 180)	0,89000000	0	0,6	0,55	60,36°	0,65	0,6
279-AL3 (D 280)	1,08500000	0	0,6	0,55	55,18°	0,65	0,6
381-AL3 (D 400)	1,27000000	0	0,6	0,55	50,88°	0,65	0,6
454-AL3 (D 450)	1,38500000	0	0,6	0,55	48,34°	0,65	0,6
547-AL3 (D 550)	1,52000000	0	0,6	0,55	45,69°	0,65	0,6
638-AL3 (D 630)	1,64500000	0	0,6	0,55	43,55°	0,65	0,6

2.3.5 CONDUCTORES COMPUESTOS (BIMETÁLICOS) DE ALEACIÓN DE ALUMINIO REFORZADOS CON ACERO GALVANIZADO AL3/ST1A

La utilización de este tipo de conductores bimetálicos con alma compuesta por alambres de acero y capas externas compuestas por alambres de almelec, está destinada a zonas con sobrecargas muy elevadas de hielo, por ejemplo, en líneas de montaña, ya que su resistencia a la tracción es notablemente superior a la obtenida para los conductores bimetálicos de aluminio-acero.

No se ha podido obtener los módulos de elasticidad ni los coeficientes de dilatación de los conductores.

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	CARGA DE ROTURA (daN)	DIÁMETRO (m)	SECCIÓN (mm ²)	COMPOSICIÓN	PESO (daN/m)	COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL (°C ⁻¹)	MÓDULO DE ELASTICIDAD FINAL (daN/mm ²)
27-AL3/4-ST1A (DA 30)	1295	0,00714	31,100	6+1	0,1056537	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO
47-AL3/8-ST1A (DA 56)	2237	0,00945	54,600	6+1	0,1850166	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO
67-AL3/11-ST1A (DA 78)	3221	0,01130	78,600	6+1	0,2664396	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO
94-AL3/22-ST1A (DA 110)	5353	0,01400	116,200	30+7	0,4239882	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO
119-AL3/28-ST1A (DA 145)	6775	0,01580	147,100	30+7	0,536607	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO
147-AL3/34-ST1A (DA 180)	8261	0,01750	181,600	30+7	0,6624693	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO
226-AL3/53-ST1A (DA 280)	12491	0,02170	279,300	30+7	1,0186704	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO

PESO APARENTE DEL CONDUCTOR													
TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	LÍNEAS AÉREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS AÉREAS DE CATEGORÍA ESPECIAL (U≥220 kV)						
	VIENTO 120 km/h (daN/m)	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL (daN/m)	HIELO ZONA B (daN/m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura > 1500 m)	VIENTO 140 km/h (daN/m)	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)	HIELO (Zona C ≤ 1500m) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)	HIELO (Zona C > 1500m) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)
27-AL3/4-ST1A (DA 30)	0,441236064	0,238839579	0,768893533	0,586627712	1,067601724	1,837160142	0,592594562	0,734384791	11,157	1,232347731	16,948	2,011967828	23,773
47-AL3/8-ST1A (DA 56)	0,596422788	0,338531228	1,024839081	0,738351941	1,291687283	2,177023829	0,793617795	0,881257728	11,311	1,45301967	17,456	2,349556666	24,733
67-AL3/11-ST1A (DA 78)	0,728473788	0,431174049	1,234430437	0,871518107	1,476596615	2,444722226	0,960526638	1,009651933	11,342	1,634415413	17,707	2,61484984	25,276
94-AL3/22-ST1A (DA 110)	0,940938889	0,596796442	1,552356415	1,09748653	1,770984859	2,848582187	1,219416707	1,227124319	11,299	1,92223885	17,914	3,014074843	25,833
119-AL3/28-ST1A (DA 145)	1,089335152	0,715977006	1,76869882	1,252092849	1,967578698	3,112356056	1,397464555	1,377389184	11,233	2,115212958	17,979	3,275178298	26,094
147-AL3/34-ST1A (DA 180)	1,097492858	0,793896608	1,690745001	1,415463324	2,168457348	3,373247786	1,362820754	1,500875237	11,153	2,269258594	18,003	3,485060937	26,279
226-AL3/53-ST1A (DA 280)	1,488258843	1,154121152	2,181353188	1,857169058	2,695667717	4,03726557	1,794057979	1,93521889	10,912	2,790168159	17,95	4,144128024	26,551

COEFICIENTES DE SOBRECARGA DE LOS CONDUCTORES												
TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	LÍNEAS AÉREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS AÉREAS DE CATEGORÍA ESPECIAL (U≥220 kV)					
	VIENTO 120 km/h	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL	HIELO ZONA B	HIELO ZONA C (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (altura > 1500 m)	VIENTO 140 km/h	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C ≤ 1500m) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C > 1500m) + VIENTO 60 km/h	VIENTO 140 km/h	HIELO (Zona C > 1500m) + VIENTO 60 km/h
27-AL3/4-ST1A (DA 30)	4,176248103	2,260588873	7,277487987	5,552363162	10,10472632	17,38850738	5,608838701	6,950866759	11,66402815	19,04304182		
47-AL3/8-ST1A (DA 56)	3,223617709	1,829734348	5,53917368	3,990733487	6,981466975	11,766664055	4,289441029	4,763127893	7,853455691	12,69916681		
67-AL3/11-ST1A (DA 78)	2,734104797	1,618280649	4,63305919	3,27097814	5,541956281	9,175521305	3,605044587	3,789421442	6,134281139	9,814043559		
94-AL3/22-ST1A (DA 110)	2,219257256	1,407577953	3,661319854	2,588483664	4,176967329	6,718541192	2,87606284	2,894241677	4,533708367	7,108864923		
119-AL3/28-ST1A (DA 145)	2,030042753	1,334266988	3,296078546	2,333351687	3,666703375	5,800066075	2,604260763	2,56684908	3,941828858	6,103495293		
147-AL3/34-ST1A (DA 180)	1,656669763	1,198390035	2,552186194	2,136647425	3,27329485	5,091930729	2,05718326	2,26482229	3,425454726	5,260725848		
226-AL3/53-ST1A (DA 280)	1,46098173	1,132968183	2,141372899	1,823130483	2,646260966	3,963269739	1,761176117	1,899749801	2,739029385	4,068173596		

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	COEFICIENTE "K" (DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES)						
	p_v (daN/m) Sobrecarga de viento de 120 km/h	FLECHA MÁXIMA DE TEMPERATURA O HIELO			FLECHA MÁXIMA DE VIENTO		
		α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV	α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV
27-AL3/4-ST1A (DA 30)	0,42840000	0	0,6	0,55	76,15°	0,7	0,65
47-AL3/8-ST1A (DA 56)	0,56700000	0	0,6	0,55	71,93°	0,7	0,65
67-AL3/11-ST1A (DA 78)	0,67800000	0	0,6	0,55	68,55°	0,7	0,65
94-AL3/22-ST1A (DA 110)	0,84000000	0	0,6	0,55	63,22°	0,65	0,6
119-AL3/28-ST1A (DA 145)	0,94800000	0	0,6	0,55	60,49°	0,65	0,6
147-AL3/34-ST1A (DA 180)	0,87500000	0	0,6	0,55	52,87°	0,65	0,6
226-AL3/53-ST1A (DA 280)	1,08500000	0	0,6	0,55	46,81°	0,65	0,6

2.3.6 CONDUCTORES DESNUDOS DE ACERO

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	CARGA DE ROTURA (daN)	DIÁMETRO (m)	SECCIÓN (mm ²)	COMPOSICIÓN	PESO (daN/m)	COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL (°C ⁻¹)	MÓDULO DE ELASTICIDAD FINAL (daN/mm ²)
6,3-S1A-7	5590,0	0,00837	42,800	1+6	0,329616	0,0000115	19500
10-S1A-7	8740,0	0,01053	67,700	1+6	0,522873	0,0000115	19500
Ac 8,9 (1+6) 2,97 A	6800,0	0,00891	48,500	1+6	0,38259	0,0000115	19500
Ac 9,8 (3+9) 2,37 A	6530,0	0,00985	52,900	3+9	0,41202	0,0000115	19500
Ac 11,8 (1+6+12) 2,37 A	10000,0	0,01185	83,800	1+6+12	0,65727	0,0000115	19500
Ac 6 (1+6) 2,0 A	3000,0	0,00600	22,000	1+6	0,17658	0,0000115	19500
16-SA1A-7	6430,0	0,00885	47,800	1+6	0,314901	0,000013	15900
25-SA1A-7	9375,0	0,01107	74,900	1+6	0,491481	0,000013	15900
AW-7.9	5620,0	0,00871	46,400	1+6	0,303129	0,000013	15900
AW-7.8	7090,0	0,00978	58,600	1+6	0,38259	0,000013	15900
AW-7.7	8480,0	0,01100	73,900	1+6	0,481671	0,000013	15900
ARLE 53	6400,0	0,00985	52,900	3+9	0,346293	0,000013	15500
ARLE 83	10130,0	0,01185	83,800	1+6+12	0,547398	0,000013	15000
T 50 (1+6)	7829,0	0,00900	47,520	7	0,381609	0,000012	20601,00
T 70 (1+6)	11686,0	0,01050	70,850	7	0,56898	0,000012	20601,00
AW 60 (1+6)	7220,0	0,00978	58,560	7	0,3821976	0,000013	15862,77
50-ST1A (AC-50)	6174,0	0,00900	49,480	7	0,391	0,0000115	18000,00

PESO APARENTE DEL CONDUCTOR													
TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	LÍNEAS ÁREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS ÁREAS DE CATEGORÍA ESPECIAL (U<220 kV)						
	VIENTO 120 km/h (daN/m)	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h (daN/m)	HIELO ZONA B (daN/m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura 1800 m)	VIENTO 140 km/h (daN/m)	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)	HIELO (Zona C) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)	HIELO (Zona C) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)
6,3-S1A-7	0,600709204	0,414364474	0,951702972	0,850373141	1,371130282	2,204341708	0,758872394	0,968406866	11,259	1,514460367	17,252	2,364524823	24,331
10-S1A-7	0,820102075	0,610891958	1,238940844	1,106972307	1,691071613	2,625630504	1,006434388	1,213855589	11,337	1,825072712	17,616	2,778862708	25,069
Ac 8,9 (1+6) 2,97 A	0,657398105	0,466716614	1,02451709	0,919883216	1,457176432	2,316845578	0,822100742	1,034059159	11,289	1,597400156	17,36	2,474766042	24,541
Ac 9,8 (3+9) 2,37 A	0,720445335	0,507031291	1,128565871	0,976944774	1,541869548	2,445749186	0,903795693	1,091804251	11,324	1,682486999	17,52	2,603909842	24,864
Ac 11,8 (1+6+12) 2,37 A	0,96825867	0,747251031	1,42467535	1,276898921	1,896527842	2,887934116	1,169847817	1,377950192	11,34	2,025283819	17,762	3,037072513	25,409
Ac 6 (1+6) 2,0 A	0,400974434	0,252151733	0,663913019	0,617488154	1,0583396307	1,763849353	0,520845943	0,748664197	11,005	1,210426273	16,577	1,930170141	23,128
16-SA1A-7	0,61735212	0,411889415	0,995137498	0,850382092	1,385863184	2,242632932	0,788371868	0,972227104	11,286	1,532095542	17,349	2,404862654	24,519
25-SA1A-7	0,826265825	0,593164381	1,279000474	1,090369971	1,689258943	2,647481297	1,02500922	1,202180524	11,341	1,827207118	17,681	2,803615749	25,217
AW-7.9	0,604150603	0,400206048	0,977267651	0,834357764	1,365586529	2,215552551	0,77321316	0,957150324	11,279	1,512522685	17,322	2,378283944	24,466
AW-7.8	0,700506494	0,482139677	1,111144162	0,945503848	1,508417696	2,409079852	0,885605329	1,063257103	11,322	1,651326539	17,509	2,568900295	24,842
AW-7.7	0,817072183	0,583872377	1,2683525	1,078663462	1,675655925	2,630843864	1,019318267	1,191123078	11,341	1,814143441	17,673	2,787380132	25,198
ARLE 53	0,684981636	0,455235205	1,10626366	0,911217774	1,476142548	2,380022186	0,875788225	1,033408565	11,324	1,622466524	17,52	2,5422275161	24,864
ARLE 83	0,897310186	0,652705769	1,377439861	1,167026921	1,786655842	2,778062116	1,111838402	1,276803709	11,34	1,922783344	17,762	2,932793057	25,409
T 50 (1+6)	0,661230239	0,467467035	1,033066033	0,921609	1,461609	2,325609	0,828160871	1,036268766	11,293	1,602203321	17,377	2,483794582	24,574
T 70 (1+6)	0,848904141	0,650356241	1,256239723	1,152246663	1,735513326	2,668739986	1,029098873	1,255097636	11,336	1,866117805	17,612	2,819402171	25,061
AW 60 (1+6)	0,700292257	0,481828357	1,111009111	0,945111448	1,508025296	2,408687452	0,885435879	1,062908176	11,322	1,650968105	17,509	2,568532312	24,842
50-ST1A (AC-50)	0,666694083	0,475164182	1,036571753	0,931	1,471	2,335	0,832529879	1,044629507	11,293	1,610774848	17,377	2,492589678	24,574

COEFICIENTES DE SOBRECARGA DE LOS CONDUCTORES														
TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	LÍNEAS ÁREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS ÁREAS DE CATEGORÍA ESPECIAL (U<220 kV)							
	VIENTO 120 km/h	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h	HIELO ZONA B (altura < 1500 m)	HIELO ZONA C (altura < 1500 m)	HIELO ZONA C (altura 1800 m)	VIENTO 140 km/h	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C < 1500m) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C < 1800m) + VIENTO 60 km/h	VIENTO 140 km/h	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C < 1500m) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C < 1800m) + VIENTO 60 km/h
6,3-S1A-7	1,822451591	1,257112744	2,887308178	2,579890361	4,159780721	6,687605298	2,302292345	2,937985005	4,594620308	7,173574169	2,302292345	2,937985005	4,594620308	7,173574169
10-S1A-7	1,568453669	1,168337164	2,369487129	2,117095942	3,234191885	5,021545392	1,924816136	2,321511321	3,490470367	5,314603561	1,924816136	2,321511321	3,490470367	5,314603561
Ac 8,9 (1+6) 2,97 A	1,718283553	1,219887123	2,677845971	2,404357709	3,808715419	6,055687754	2,148777392	2,702786688	4,173227152	6,468454959	2,148777392	2,702786688	4,173227152	6,468454959
Ac 9,8 (3+9) 2,37 A	1,748568843	1,230598736	2,739104584	2,371110077	3,742220153	5,935996276	2,193572382	2,649881682	4,083508079	6,319862731	2,193572382	2,649881682	4,083508079	6,319862731
Ac 11,8 (1+6+12) 2,37 A	1,473152084	1,136901168	2,167564852	1,942731178	2,885462356	4,39383224	1,779858836	2,096475104	3,081357462	4,620738073	1,779858836	2,096475104	3,081357462	4,620738073
Ac 6 (1+6) 2,0 A	2,270780573	1,427974476	3,75984267	3,49693144	5,99386288	9,988953185	2,949631572	4,229608094	6,854832216	10,930853367	2,949631572	4,229608094	6,854832216	10,930853367
16-SA1A-7	1,960464145	1,307996528	3,160159853	2,70047441	4,400948819	7,121707875	2,503554666	3,087545102	4,865324473	7,636884781	2,503554666	3,087545102	4,865324473	7,636884781
25-SA1A-7	1,681175518	1,206891785	2,602339611	2,218539417	3,437078835	5,386741902	2,093690744	2,446036621	3,717757386	5,704423466	2,093690744	2,446036621	3,717757386	5,704423466
AW-7,9	1,993047853	1,320249952	3,223933213	2,752484138	4,504968276	7,308942897	2,550772642	3,157567649	4,989699714	7,845781644	2,550772642	3,157567649	4,989699714	7,845781644
AW-7,8	1,830958713	1,26019937	2,904268699	2,471323996	3,942647993	6,296766387	2,314763398	2,779103226	4,316177994	6,714499322	2,314763398	2,779103226	4,316177994	6,714499322
AW-7,7	1,696328371	1,21218088	2,633234095	2,239419567	3,478839134	5,461910441	2,116212658	2,472897639	3,766353882	5,786896309	2,116212658	2,472897639	3,766353882	5,786896309
ARLE 53	1,978040665	1,314595458	3,194588572	2,6313491	4,262698199	6,872856759	2,5290382	2,984202872	4,685242045	7,341399222	2,5290382	2,984202872	4,685242045	7,341399222
ARLE 83	1,639228105	1,192378797	2,51634069	2,131953206	3,263906413	5,075031543	2,031133476	2,332496116	3,512587449	5,357697794	2,031133476	2,332496116	3,512587449	5,357697794
T 50 (1+6)	1,732742778	1,224989544	2,707132256	2,415060966	3,830121931	6,094219476	2,170181708	2,715524964	4,198546997	6,508742146	2,170181708	2,715524964	4,198546997	6,508742146
T 70 (1+6)	1,491975361	1,143021288	2,207880281	2,025109253	3,050218506	4,690383311	1,808673192	2,205873029	3,27975993	4,955186774	1,808673192	2,205873029	3,27975993	4,955186774
AW 60 (1+6)	1,832278008	1,260678656	2,906897143	2,472834596	3,945669192	6,302204545	2,316696596	2,781043564	4,319671566	6,720430248	2,316696596	2,781043564	4,319671566	6,720430248
50-ST1A (AC-50)	1,705099956	1,215253663	2,651078653	2,381074169	3,762148338	5,971867008	2,139232428	2,671686718	4,119628768	6,374909662	2,139232428	2,671686718	4,119628768	6,374909662

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	COEFICIENTE "K" (DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES)						
	p_v (daN/m) Sobrecarga de viento de 120 km/h	FLECHA MÁXIMA DE TEMPERATURA O HIELO			FLECHA MÁXIMA DE VIENTO		
		α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV	α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV
6,3-S1A-7	0,50220000	0	0,6	0,55	56,72°	0,65	0,6
10-S1A-7	0,63180000	0	0,6	0,55	50,39°	0,65	0,6
Ac 8,9 (1+6) 2,97 A	0,53460000	0	0,6	0,55	54,41°	0,65	0,6
Ac 9,8 (3+9) 2,37 A	0,59100000	0	0,6	0,55	55,12°	0,65	0,6
Ac 11,8 (1+6+12) 2,37 A	0,71100000	0	0,6	0,55	47,25°	0,65	0,6
Ac 6 (1+6) 2,0 A	0,36000000	0	0,6	0,55	63,87°	0,65	0,6
16-SA1A-7	0,53100000	0	0,6	0,55	59,33°	0,65	0,6
25-SA1A-7	0,66420000	0	0,6	0,55	53,50°	0,65	0,6
AW-7.9	0,52260000	0	0,6	0,55	59,88°	0,65	0,6
AW-7.8	0,58680000	0	0,6	0,55	56,90°	0,65	0,6
AW-7.7	0,66000000	0	0,6	0,55	53,88°	0,65	0,6
ARLE 53	0,59100000	0	0,6	0,55	59,63°	0,65	0,6
ARLE 83	0,71100000	0	0,6	0,55	52,41°	0,65	0,6
T 50 (1+6)	0,54000000	0	0,6	0,55	54,75°	0,65	0,6
T 70 (1+6)	0,63000000	0	0,6	0,55	47,91°	0,65	0,6
AW 60 (1+6)	0,58680000	0	0,6	0,55	56,92°	0,65	0,6
50-ST1A (AC-50)	0,54000000	0	0,6	0,55	54,09°	0,65	0,6

2.3.7 CONDUCTORES DESNUDOS DE COBRE

Son muy resistentes a la corrosión cuando se instalan en ambientes muy agresivos (especialmente contaminados), pero incluso en estos casos se pueden sustituir por otros cables, por ejemplo, del tipo LARL, también resistentes a la corrosión y más baratos. El aluminio ha sustituido al cobre por sus ventajas de menor peso y precio.

TIPO DE CONDUCTOR UNE 207015	CARGA DE ROTURA (daN)	DIÁMETRO (m)	SECCIÓN (mm ²)	COMPOSICIÓN	PESO (daN/m)	COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL (°C ⁻¹)	MÓDULO DE ELASTICIDAD FINAL (daN/mm ²)
C 10	420,0	0,00405	10,00	7	0,089271	0,000017	10500
C 16	658,0	0,00510	15,30	7	0,141264	0,000017	10500
C 25	1011,0	0,00642	25,20	7	0,223668	0,000017	10500
C 35	1342,0	0,00756	34,90	7	0,310977	0,000017	10500
C 50	1902,0	0,00900	49,50	7	0,440469	0,000017	10500
C 70	2735,0	0,01085	70,30	19	0,62784	0,000017	10500
C 95	3525,0	0,01260	94,80	19	0,847584	0,000017	10500
C 120	4597,0	0,01425	121,20	19	1,083024	0,000017	10500
C 150	5710,0	0,01575	147,10	37	1,318464	0,000017	10500
C 185	6844,0	0,01764	184,50	37	1,654947	0,000017	10500
C 235	8754,0	0,01905	236,00	37	2,116017	0,000017	10500
C 300	10899,0	0,02268	304,20	61	2,737971	0,000017	10500
C 400	13940,0	0,02565	389,10	61	3,50217	0,000017	10500
C 500	16772,0	0,02880	490,60	61	4,415481	0,000017	10500

PESO APARENTE DEL CONDUCTOR													
TIPO DE CONDUCTOR UNE 207015	LÍNEAS AÉREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS AÉREAS DE CATEGORÍA ESPECIAL (U≥220 kV)						
	VIENTO 120 km/h (daN/m)	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h (daN/m)	HIELO ZONA B (daN/m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura 1800 m)	VIENTO 140 km/h (daN/m)	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)	HIELO (Zona C) ≤ 1500m) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)	HIELO (Zona C) 1800m) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)
C 10	0,258878951	0,150769896	0,441127319	0,451514012	0,813757025	1,393345844	0,342585572	0,58815143	10,538	0,970888425	15,627	1,563081285	21,588
C 16	0,337033407	0,208241489	0,562042274	0,547761232	0,954258465	1,604654037	0,439804238	0,679091395	10,83	1,107701439	16,2	1,771931333	22,502
C 25	0,445428349	0,295164588	0,720401565	0,679746941	1,135825881	1,865552186	0,57001567	0,809454365	11,068	1,283663806	16,726	2,028968263	23,382
C 35	0,549963321	0,384896005	0,864284475	0,805895175	1,30081335	2,09268243	0,69129549	0,922697898	11,198	1,443282567	17,062	2,252274552	23,977
C 50	0,69685934	0,516636178	1,0562258	0,980469	1,520469	2,384469	0,856876852	1,088948698	11,293	1,656073849	17,377	2,538990097	24,574
C 70	0,904424715	0,707201043	1,31666378	1,220748087	1,813656175	2,762309114	1,085968112	1,320298323	11,34	1,941335802	17,655	2,910695166	25,158
C 95	1,135752894	0,928053143	1,588941357	1,486520617	2,125457233	3,14775582	1,333131515	1,577821395	11,331	2,245306453	17,825	3,289785497	25,573
C 120	1,379842739	1,164344122	1,866371074	1,762509099	2,441994198	3,529170357	1,589734269	1,847071081	11,291	2,555017242	17,926	3,665391051	25,874
C 150	1,622150523	1,400572586	2,135590625	2,032816854	2,747169708	3,890134274	1,841951786	2,11211295	11,235	2,854554405	17,978	4,021351069	26,088
C 185	1,875306261	1,712696871	2,279796827	2,410947	3,166947	4,376547	2,044517015	2,462076545	11,146	3,237166046	18,004	4,46371042	26,292
C 235	2,320513778	2,168949517	2,710148653	2,901650502	3,687284005	4,944297608	2,481598709	2,94697725	11,07	3,750940997	17,999	5,025237018	26,407
C 300	2,963518381	2,796064054	3,400108998	3,595194425	4,45241785	5,823975329	3,143068158	3,637743913	10,85	4,512113486	17,921	5,900648181	26,585
C 400	3,729611368	3,560392713	4,178946603	4,413794923	5,325419846	6,784019722	3,913106356	4,452662353	10,657	5,380197856	17,807	6,855381949	26,638
C 500	4,644359209	4,473798438	5,103927161	5,381462366	6,347443733	7,895013919	4,830949437	5,417192235	10,446	6,397820798	17,652	7,959378932	26,628

COEFICIENTES DE SOBRECARGA DE LOS CONDUCTORES												
TIPO DE CONDUCTOR UNE 207015	LÍNEAS AÉREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS AÉREAS DE CATEGORÍA ESPECIAL (U≥220 kV)					
	VIENTO 120 km/h	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h	HIELO ZONA B	HIELO ZONA C (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (altura 1800 m)	VIENTO 140 km/h	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C ≤ 1500m) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C + 1800m) + VIENTO 60 km/h	VIENTO 140 km/h	HIELO (Zona C) + VIENTO 60 km/h
C 10	2,89992162	1,688901162	4,941440321	5,057790462	9,115580924	15,60804566	3,837590838	6,588381778	10,87574269	17,50939594		
C 16	2,385840748	1,474129919	3,978666001	3,877571302	6,755142605	11,35925669	3,113349742	4,807250221	7,841356887	12,54340336		
C 25	1,99147106	1,319654972	3,220852176	3,03908892	5,07817784	8,340720112	2,54849004	3,592173957	5,73914823	9,07133905		
C 35	1,768501597	1,237699267	2,7792553	2,591494468	4,182988935	6,729380083	2,222979481	2,967093701	4,641123191	7,242575984		
C 50	1,582084869	1,172922902	2,397957177	2,225956595	3,451931918	5,413477452	1,9453738	2,472248212	3,7597966	5,764287833		
C 70	1,440533759	1,126403293	2,097132677	1,94436176	2,88872352	4,399702336	1,72968927	2,102921641	3,092086841	4,656046073		
C 95	1,339988596	1,094939432	1,874671251	1,753832796	2,507665592	3,713798066	1,572860643	1,861551651	2,649066586	3,881368097		
C 120	1,274064784	1,075086168	1,723296135	1,62739616	2,254792321	3,258626177	1,46786615	1,705475669	2,359151082	3,38440427		
C 150	1,230333572	1,062275941	1,619756493	1,541806871	2,083613741	2,950504735	1,39704367	1,601949655	2,165060559	3,050027205		
C 185	1,133151854	1,0348953	1,377564857	1,456812212	1,913624424	2,644523964	1,235397275	1,487707187	1,956054209	2,697192369		
C 235	1,096642313	1,025015166	1,280778299	1,371279391	1,742558781	2,336605806	1,172768796	1,392700177	1,772642184	2,374856638		
C 300	1,082377564	1,021217557	1,241835285	1,313087109	1,626174218	2,127113592	1,147955241	1,328627627	1,64977092	2,155117122		
C 400	1,064942983	1,016624754	1,193244932	1,260302876	1,520605752	1,937090353	1,117337638	1,271400975	1,536246914	1,957466927		
C 500	1,051835397	1,013207494	1,155916459	1,218771492	1,437542984	1,787577371	1,094093585	1,226866346	1,448952175	1,802607447		

TIPO DE CONDUCTOR UNE 207015	COEFICIENTE "K" (DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES)						
	p_v (daN/m) Sobrecarga de viento de 120 km/h	FLECHA MÁXIMA DE TEMPERATURA O HIELO			FLECHA MÁXIMA DE VIENTO		
		α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV	α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV
C 10	0,24300000	0	0,6	0,55	69,83°	0,7	0,65
C 16	0,30600000	0	0,6	0,55	65,22°	0,7	0,65
C 25	0,38520000	0	0,6	0,55	59,86°	0,65	0,6
C 35	0,45360000	0	0,6	0,55	55,57°	0,65	0,6
C 50	0,54000000	0	0,6	0,55	50,80°	0,65	0,6
C 70	0,65100000	0	0,6	0,55	46,04°	0,65	0,6
C 95	0,75600000	0	0,6	0,55	41,73°	0,65	0,6
C 120	0,85500000	0	0,6	0,55	38,29°	0,6	0,55
C 150	0,94500000	0	0,6	0,55	35,63°	0,6	0,55
C 185	0,88200000	0	0,6	0,55	28,06°	0,6	0,55
C 235	0,95250000	0	0,6	0,55	24,23°	0,6	0,55
C 300	1,13400000	0	0,6	0,55	22,50°	0,6	0,55
C 400	1,28250000	0	0,6	0,55	20,11°	0,6	0,55
C 500	1,44000000	0	0,6	0,55	18,06°	0,6	0,55

2.3.8 CABLES AISLADOS UNIPOLARES REUNIDOS EN HAZ

Están compuestos por tres cables unipolares aislados cableados en haz alrededor de un fiador de acero o de otro material. El fiador tiene una cubierta protectora para evitar que durante el tendido se pueda dañar la cubierta de los conductores de fase. Están normalizados en líneas de tensión menor o igual a 30 kV.

La utilización de este tipo de cables elimina el riesgo para las personas por contacto directo con partes en tensión, al ser cables apantallados y con cubierta, parecidos a los utilizados en las líneas subterráneas. Su instalación se debe realizar tensada entre apoyos siguiendo lo indicado en la ITC-LAT-08, pero nunca posada sobre fachada, con objeto de no confundirlos con los cables de baja tensión utilizados en las líneas de distribución de baja tensión o en acometidas.

Además, su uso supone una mejora en la calidad de servicio al reducirse el número de defectos, en especial los defectos a tierra ocasionados por caídas de ramas, árboles o colisiones con la avifauna.

Al tratarse de conductores aislados y apantallados, el RLAT no establece ninguna distancia mínima entre los conductores y los apoyos, teniendo en cuenta simplemente que no sea posible el deterioro de los cables por su movimiento o roce con otros elementos, por efecto del viento o hielo.

Son una alternativa a los conductores desnudos, cuando no sea posible técnicamente o resulte económicamente desproporcionada la construcción de líneas subterráneas con cables aislados, o bien en aquellos casos que, por condicionantes locales o circunstancias particulares, se demuestre el interés de su utilización, por ejemplo:

- Zonas de bosque o gran arbolado.
- Zonas no urbanas de elevada polución.
- Instalaciones provisionales de obras con proximidad de maquinaria móvil de gran tamaño.
- Zonas de circulación en recintos de fábricas e instalaciones industriales.
- Instalaciones provisionales para zonas en curso de urbanización.
- Penetración en núcleos urbanos.
- Zonas de protección de la avifauna
- Casos especiales de fuertes vientos.

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea. En el caso de líneas con longitud superior a 10 km, será necesario conectar a tierra las pantallas de un empalme intermedio.

TIPO DE CONDUCTOR UNE HD 620-5E	CARGA DE ROTURA (daN)	DIÁMETRO SOBRE AISLAMIENTO (m)	SECCIÓN DEL FIADOR (mm ²)	SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE FASE (mm ²)	PESO (daN/m)	COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL (°C ⁻¹)	MÓDULO DE ELASTICIDAD (daN/mm ²)
RHVS 12/20 kV 3X50 K AI + H16/50 Ac	6400,0	0,07200	50,000	50,000	3,67875	0,000011	15000
RHVS 12/20 kV 3X95 K AI + H16/50 Ac	6400,0	0,07800	50,000	95,000	4,46355	0,000011	15000
RHVS 12/20 kV 3X150 K AI + H16/50 Ac	6400,0	0,08500	50,000	150,000	5,44455	0,000011	15000
RHVS 18/30 kV 3X95 K AI + H25/50 Ac	6400,0	0,08800	50,000	95,000	5,3955	0,000011	15000
RHVS 18/30 kV 3X150 K AI + H25/50 Ac	6400,0	0,09500	50,000	150,000	6,3765	0,000011	15000

TIPO DE CONDUCTOR UNE HD 620-5E	SOBRECARGAS DE LOS CONDUCTORES					COEFICIENTES DE SOBRECARGA DE LOS CONDUCTORES				
	LÍNEAS AÉREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)					LÍNEAS AÉREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)				
	VIENTO 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h (daN/m)	HIELO ZONA B (daN/m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura 1800 m)	VIENTO 120 km/h	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h	HIELO ZONA B	HIELO ZONA C (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (altura 1800 m)
RHVS 12/20 kV 3X50 K AI + H16/50 Ac	5,147154706	7,381951067	4,187866882	4,696983765	5,511570777	1,399158602	2,006646569	1,138393988	1,276787976	1,498218356
RHVS 12/20 kV 3X95 K AI + H16/50 Ac	5,927333178	8,245871071	4,993455652	5,523361304	6,371210347	1,327941477	1,847379568	1,118718431	1,237436862	1,427386351
RHVS 12/20 kV 3X150 K AI + H16/50 Ac	6,90692585	9,312869829	5,997722667	6,550895335	7,435971603	1,268594439	1,710493949	1,101601173	1,203202346	1,365764223
RHVS 18/30 kV 3X95 K AI + H25/50 Ac	6,96214193	9,502556537	5,958349891	6,521199782	7,421759608	1,290360843	1,761200359	1,104318393	1,208636787	1,375546216
RHVS 18/30 kV 3X150 K AI + H25/50 Ac	7,951242183	10,58151191	6,961307661	7,546115321	8,481807578	1,246960273	1,659454545	1,091712955	1,183425911	1,33016664

2.3.9 CONDUCTORES RECUBIERTOS

Los conductores recubiertos consisten en conductores unipolares con recubrimiento de un material aislante, generalmente XLPE resistente a los rayos ultravioletas, como protección contra contactos accidentales con otros conductores recubiertos y con elementos puestos a tierra como por ejemplo, ramas, etc. En comparación con los conductores aislados, este recubrimiento tiene unas propiedades limitadas, pero es capaz de soportar temporalmente la tensión fase-tierra. Esta condición permite la reducción de las distancias entre fases para un vano, así como la reducción del ancho de calle en zonas de arbolado. Están normalizados en líneas de tensión menor o igual a 30 kV.

El alma conductora puede estar formada por alambres de acero y de aluminio (AL1/ST1A) o por alambres de almelec (AL3). Durante la fabricación, se aplica una grasa al conductor con objeto de impedir la penetración de agua en el aislamiento y mejorar su resistencia a la corrosión.

Dado que los conductores recubiertos carecen de pantalla, no admiten contactos directos, es decir, tienen que ser tratados como conductores desnudos (ITC-LAT 07) frente a descargas eléctricas, a los efectos de distancias de seguridad, medidas de protección, separaciones al terreno o edificaciones, etc.

Se suele emplear como alternativa a las líneas aéreas con conductores desnudos, en:

- Zonas boscosas. Se evitan los contactos a tierra a través de la masa forestal, mejorando muy significativamente la calidad del servicio reduciendo el número de interrupciones. En caso de incendios, en la mayoría de los casos no se produce el disparo de las protecciones, al contrario de lo que sucede con las líneas de conductores desnudos.
- Zonas de protección de la avifauna, evitando la electrocución de aves en puntos denominados de posada.
- Zonas con fuertes vientos. Dos conductores de fases distintas se pueden tocar brevemente sin que se dañe su aislamiento y actúen las protecciones.

La instalación se realiza tensada sobre aisladores con la ventaja adicional de que se pueden reducir las distancias entre los conductores de la línea a una tercera parte de la que se tendría con conductores desnudos de la misma tensión nominal, reduciendo el ancho necesario de la calle.

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50397	CARGA DE ROTURA (daN)	DIÁMETRO SOBRE AISLAMIENTO (m)	SECCIÓN DEL CONDUCTOR (mm ²)	COMPOSICIÓN	PESO (daN/m)	COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL (°C ⁻¹)	MÓDULO DE ELASTICIDAD (daN/mm ²)
PAS-50 (CCX 50-AL3 K 20 kV)	1420,0	0,01410	54,600	7	0,146	0,000023	6000
PAS-120 (CCX 120-AL3 K 20 kV)	3520,0	0,01890	117,000	19	0,315	0,000023	6000
CCX-AL3-56	1600,0	0,01480	54,600	7	0,2325	0,000023	5900
CCX-AL3-110	3450,0	0,01940	117,000	19	0,4375	0,000023	5600

SOBRECARGAS DE LOS CONDUCTORES							COEFICIENTES DE SOBRECARGA DE LOS CONDUCTORES						
TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50397	LÍNEAS AÉREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS AÉREAS DE U<220 kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						
	VIENTO 120 km/h (daN/m)	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h (daN/m)	HIELO ZONA B (daN/m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura 1800 m)	VIENTO 120 km/h	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h	HIELO ZONA B	HIELO ZONA C (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (altura 1800 m)	
PAS-50 (CCX 50-AL3 K 20 KV)	0,719959027	0,381539316	1,261808402	0,3712998	0,596599601	0,957079281	4,93122621	2,613282989	8,642523304	2,543149317	4,086298634	6,555337541	
PAS-120 (CCX 120-AL3 K 20 KV)	0,996117463	0,567874326	1,709276163	0,575844781	0,836689563	1,254041213	3,16227766	1,802775638	5,426273532	1,828078671	2,656157342	3,981083216	
CCX-AL3-56	0,775665037	0,436985412	1,335942615	0,463324609	0,694149217	1,063468591	3,336193709	1,879507147	5,745989741	1,992794016	2,985588032	4,574058458	
CCX-AL3-110	1,064098797	0,653170154	1,779076978	0,701772587	0,966045173	1,388881312	2,432225822	1,492960352	4,066461663	1,604051626	2,208103253	3,174585855	

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50397	COEFICIENTE "K" (DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES)				
	p_v (daN/m) Sobrecarga de viento de 120 km/h	FLECHA MÁXIMA DE TEMPERATURA O HIELO		FLECHA MÁXIMA DE VIENTO	
		α (°)	K	α (°)	K
PAS-50 (CCX 50-AL3 K 20 kV)	0,84600000	0	0,55	80,21°	0,65
PAS-120 (CCX 120-AL3 K 20 kV)	0,94500000	0	0,55	71,57°	0,65
CCX-AL3-56	0,88800000	0	0,55	75,33°	0,65
CCX-AL3-110	0,97000000	0	0,55	65,72°	0,65

2.3.10 CABLES DE FIBRA ÓPTICA

TIPO DE CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	DIÁMETRO (m)	SECCIÓN (mm ²)	NÚMERO DE FIBRAS ÓPTICAS	PESO (daN/m)	COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL (°C ⁻¹)	MÓDULO DE ELASTICIDAD FINAL (daN/mm ²)
OPGW 24 (57/24) 12	7862,0	0,01264	81,370	24	0,46052064	0,00001438	12768,696
OPGW 24 (66/32) 15	9152,0	0,01425	98,840	24	0,54772173	0,00001455	12481,263
OPGW 48-96 (82/32) 17	11340,0	0,01520	115,320	48-96	0,65961459	0,00001428	12940,371
OPGW 24-48-96 (106/62) 26	14717,0	0,01800	168,860	24-48-96	0,88536231	0,00001482	12045,699
OPGW 4a16 (53/32) 15	7020,0	0,01340	85,370	4a16	0,460089	0,0000147	12360,6
OPGW 4a16 (74/34) 17	9585,0	0,01500	107,990	4a16	0,591543	0,0000145	12654,9
OPGW 4a16 (106/63) 25	13776,0	0,01800	168,770	4a16	0,883881	0,0000148	12164,4
OPGW-12-24/0	7600,0	0,01300	132,732	24	0,47088	0,000015	10500
OPGW-16-24/0	9000,0	0,01515	180,267	24	0,65727	0,000015	11000
OPGW-16-48/0 OPGW-16-36/12	9000,0	0,01515	180,267	48	0,65727	0,000015	11000
OPGW-16-80/0 OPGW-16-64/16	9000,0	0,01515	180,267	80	0,65727	0,000015	11000
OPGW-16-90/0 OPGW-16-72/18	9000,0	0,01515	180,267	90	0,65727	0,000015	11000
FOADK-24	5000,0	0,01650	213,825	24	0,240345	0,000007	10000
FOADK-48/0 FOADK-36/12	5000,0	0,01650	213,825	48	0,240345	0,000007	10000
FOADK-80/0 FOADK-64/16	5000,0	0,01650	213,825	80	0,240345	0,000007	10000
FOADK-90/0 FOADK-72/18	5000,0	0,01650	213,825	90	0,240345	0,000007	10000
OPGW 2..24	7827,0	0,01468	106,210	24	0,529	0,00001576	10964
OPGW 2..48	7827,0	0,01468	106,210	48	0,529	0,00001576	10964
OPGW 2..64	7827,0	0,01468	106,210	64	0,529	0,00001576	10964
AUT 4..24 F	5790,0	0,01510	179,100	24	0,186	0,0000019	2020
AUT 4..48 F	5790,0	0,01510	179,100	48	0,186	0,0000019	2020
AUT 4..64 F	5790,0	0,01510	208,700	64	0,216	0,000003	1740

PESO APARENTE DEL CONDUCTOR												
TIPO DE CONDUCTOR	LÍNEAS AÉREAS DE U<220kV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS AÉREAS DE CATEGORÍA ESPECIAL (U<220kV)					
	VIENTO 120 km/h (daN/m)	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h (daN/m)	HIELO ZONA B (daN/m) (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura 1800 m)	HIELO ZONA C (daN/m) (altura 1800 m)	VIENTO 140 km/h (daN/m)	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	HIELO (Zona C ≤ 1500m) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	HIELO (Zona C ≤ 1800m) + VIENTO 60 km/h (daN/m)	e (mm)	
OPGW 24 (57/24) 12	0,887270996	0,596549998	1,424746386	1,100470638	1,740420636	2,764340633	1,13033346	1,221239812	1,885178489	17,828	2,925324206	25,582
OPGW 24 (66/32) 15	1,015395566	0,694805975	1,615672954	1,227206829	1,906691928	2,993868087	1,286201056	1,348834259	2,049451524	17,926	3,15329895	25,874
OPGW 48-96 (82/32) 17	1,12553783	0,801889897	1,750375156	1,361383783	2,063152976	3,185983684	1,403702619	1,47427568	2,201067099	17,962	3,341777663	26,015
OPGW 24-48-96 (106/62) 26	1,262484226	0,993159816	1,828624188	1,649037634	2,412712957	3,634593475	1,51453413	1,724100139	2,505384433	18,004	3,74034102	26,324
OPGW 4a16 (53/32) 15	0,926335732	0,610971266	1,501557746	1,118997188	1,777905376	2,832158476	1,187117236	1,242674573	1,92476422	17,88	2,994592866	25,729
OPGW 4a16 (74/34) 17	1,076997271	0,743251721	1,705849677	1,288680002	1,985817005	3,101236208	1,360348529	1,406274464	2,127596676	17,956	3,259896196	25,987
OPGW 4a16 (106/63) 25	1,261445846	0,991839514	1,827907444	1,647556324	2,411231647	3,633112165	1,510586185	1,722683375	2,503957947	18,004	3,738901606	26,324
OPGW-12-24/0	0,91111359	0,611414732	1,464435871	1,11987923	1,768878459	2,807277227	1,161406081	1,240980095	1,913832514	17,854	2,96837808	25,554
OPGW-16-24/0	1,121752969	0,799108317	1,744551476	1,357884016	2,058498033	3,179480459	1,400996579	1,470750287	2,196425823	17,961	3,33528889	26,008
OPGW-16-48/0	1,121752969	0,799108317	1,744551476	1,357884016	2,058498033	3,179480459	1,400996579	1,470750287	2,196425823	17,961	3,33528889	26,008
OPGW-16-36/12	1,121752969	0,799108317	1,744551476	1,357884016	2,058498033	3,179480459	1,400996579	1,470750287	2,196425823	17,961	3,33528889	26,008
OPGW-16-80/0	1,121752969	0,799108317	1,744551476	1,357884016	2,058498033	3,179480459	1,400996579	1,470750287	2,196425823	17,961	3,33528889	26,008
OPGW-16-90/0	1,121752969	0,799108317	1,744551476	1,357884016	2,058498033	3,179480459	1,400996579	1,470750287	2,196425823	17,961	3,33528889	26,008
OPGW-16-72/18	0,859296642	0,47741174	1,486229064	0,971508456	1,705671913	2,8725533443	1,148346929	1,086422972	1,824698596	17,993	2,998699237	26,177
FOADK-24	0,859296642	0,47741174	1,486229064	0,971508456	1,705671913	2,8725533443	1,148346929	1,086422972	1,824698596	17,993	2,998699237	26,177
FOADK-48/0	0,859296642	0,47741174	1,486229064	0,971508456	1,705671913	2,8725533443	1,148346929	1,086422972	1,824698596	17,993	2,998699237	26,177
FOADK-36/12	0,859296642	0,47741174	1,486229064	0,971508456	1,705671913	2,8725533443	1,148346929	1,086422972	1,824698596	17,993	2,998699237	26,177
FOADK-80/0	0,859296642	0,47741174	1,486229064	0,971508456	1,705671913	2,8725533443	1,148346929	1,086422972	1,824698596	17,993	2,998699237	26,177
FOADK-64/16	0,859296642	0,47741174	1,486229064	0,971508456	1,705671913	2,8725533443	1,148346929	1,086422972	1,824698596	17,993	2,998699237	26,177
FOADK-90/0	0,859296642	0,47741174	1,486229064	0,971508456	1,705671913	2,8725533443	1,148346929	1,086422972	1,824698596	17,993	2,998699237	26,177
FOADK-72/18	0,859296642	0,47741174	1,486229064	0,971508456	1,705671913	2,8725533443	1,148346929	1,086422972	1,824698596	17,993	2,998699237	26,177
OPGW 2. 24	1,02744812	0,688326347	1,652809553	1,218660786	1,908321572	3,01177883	1,310390127	1,340542117	2,053543595	17,944	3,172956259	25,941
OPGW 2. 48	1,02744812	0,688326347	1,652809553	1,218660786	1,908321572	3,01177883	1,310390127	1,340542117	2,053543595	17,944	3,172956259	25,941
OPGW 2. 64	1,02744812	0,688326347	1,652809553	1,218660786	1,908321572	3,01177883	1,310390127	1,340542117	2,053543595	17,944	3,172956259	25,941
AUT 4. 24 F	0,92489567	0,489698887	1,621370751	0,885456932	1,584913864	2,704044956	1,247115082	1,050004332	1,759999984	17,959	2,885304784	26,001
AUT 4. 48 F	0,92489567	0,489698887	1,621370751	0,885456932	1,584913864	2,704044956	1,247115082	1,050004332	1,759999984	17,959	2,885304784	26,001
AUT 4. 64 F	0,931392506	0,501861535	1,62508557	0,915456932	1,614913864	2,734044956	1,251940904	1,0754233876	1,78706317	17,959	2,913438929	26,001

TIPO DE CONDUCTOR	COEFICIENTES DE SOBRECARGA DE LOS CONDUCTORES										
	LÍNEAS AÉREAS DE U<220 KV (1ª, 2ª y 3ª Categoría)						LÍNEAS AÉREAS DE CATEGORÍA ESPECIAL (U<220 KV)				
	VIENTO 120 km/h	VIENTO MITAD 120 km/h (daN/m)	VIENTO EXCEPCIONAL 160 km/h	HIELO ZONA B	HIELO ZONA C (altura ≤ 1500 m)	HIELO ZONA C (altura 1800 m)	VIENTO 140 km/h	HIELO (Zona B) + VIENTO 60 km/h	HIELO (Zona C ≤ 1500 m) + VIENTO 1800 m	HIELO (Zona C ≤ 1500 m) + VIENTO 1800 m	VIENTO 60 km/h
OPGW 24 (57/24) 12	1,92669336	1,295381675	3,093773139	2,389622837	3,779245673	6,002642212	2,454486621	2,651867704	4,093580886	6,35221085	
OPGW 24 (66/32) 15	1,853849337	1,268538269	2,949806198	2,240566262	3,481132524	5,466038543	2,348274654	2,457149654	3,741775088	5,75718853	
OPGW 48-96 (82/32) 17	1,706356784	1,215694603	2,65363317	2,06390793	3,127815859	4,83008547	2,131096916	2,235033582	3,336888747	5,06627953	
OPGW 24-48-96 (106/62) 26	1,425952078	1,121755246	2,065396468	1,862556848	2,725113697	4,105204654	1,707158071	1,947338529	2,829784377	4,224644507	
OPGW 4a16 (53/32) 15	2,013383784	1,327941477	3,26362453	2,432132018	3,864264035	6,156725263	2,580190433	2,700943889	4,183460634	6,508725194	
OPGW 4a16 (74/34) 17	1,82065762	1,25646271	2,883728955	2,178590647	3,357012093	5,242621768	2,299661274	2,3772988	3,596668803	5,51085554	
OPGW 4a16 (106/63) 25	1,427167057	1,122141458	2,068046992	1,86402421	2,728004842	4,110408715	1,709037964	1,94899215	2,832912968	4,23009614	
OPGW-12-24/0	1,934916731	1,298451266	3,10998026	2,378288836	3,756537672	5,95176781	2,466438718	2,635467837	4,064374181	6,303856006	
OPGW-16-24/0	1,706654752	1,215799165	2,654238709	2,065945527	3,131891054	4,837403897	2,13153891	2,237665323	3,341740568	5,074457818	
OPGW-16-48/0	1,706654752	1,215799165	2,654238709	2,065945527	3,131891054	4,837403897	2,13153891	2,237665323	3,341740568	5,074457818	
OPGW-16-80/0	1,706654752	1,215799165	2,654238709	2,065945527	3,131891054	4,837403897	2,13153891	2,237665323	3,341740568	5,074457818	
OPGW-16-64/16	1,706654752	1,215799165	2,654238709	2,065945527	3,131891054	4,837403897	2,13153891	2,237665323	3,341740568	5,074457818	
OPGW-16-90/0	1,706654752	1,215799165	2,654238709	2,065945527	3,131891054	4,837403897	2,13153891	2,237665323	3,341740568	5,074457818	
OPGW-16-72/18	3,575263234	1,986360189	6,183731985	4,042141324	7,084282647	11,95170876	4,77923106	4,520264503	7,591997321	12,47664498	
FOADK-24	3,575263234	1,986360189	6,183731985	4,042141324	7,084282647	11,95170876	4,77923106	4,520264503	7,591997321	12,47664498	
FOADK-48/0	3,575263234	1,986360189	6,183731985	4,042141324	7,084282647	11,95170876	4,77923106	4,520264503	7,591997321	12,47664498	
FOADK-36/12	3,575263234	1,986360189	6,183731985	4,042141324	7,084282647	11,95170876	4,77923106	4,520264503	7,591997321	12,47664498	
FOADK-80/0	3,575263234	1,986360189	6,183731985	4,042141324	7,084282647	11,95170876	4,77923106	4,520264503	7,591997321	12,47664498	
FOADK-64/16	3,575263234	1,986360189	6,183731985	4,042141324	7,084282647	11,95170876	4,77923106	4,520264503	7,591997321	12,47664498	
OPGW 2..24	1,942245974	1,301184021	3,124403691	2,30370659	3,60741318	5,693343725	2,47710799	2,534106081	3,881934961	5,998026954	
OPGW 2..48	1,942245974	1,301184021	3,124403691	2,30370659	3,60741318	5,693343725	2,47710799	2,534106081	3,881934961	5,998026954	
OPGW 2..64	1,942245974	1,301184021	3,124403691	2,30370659	3,60741318	5,693343725	2,47710799	2,534106081	3,881934961	5,998026954	
AUT 4..24 F	4,972557364	2,632789715	8,717047047	4,760521141	8,521042282	14,53787611	6,704919796	5,645184579	9,462365504	15,5128191	
AUT 4..48 F	4,972557364	2,632789715	8,717047047	4,760521141	8,521042282	14,53787611	6,704919796	5,645184579	9,462365504	15,5128191	
AUT 4..64 F	4,312002342	2,323433031	7,523544307	4,238226538	7,476463076	12,65761554	5,796022705	4,978814239	8,273406064	13,48814319	

TIPO DE CONDUCTOR	COEFICIENTE "K" (DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES)						
	p_v (daN/m) Sobrecarga de viento de 120 km/h	FLECHA MÁXIMA DE TEMPERATURA O HIELO			FLECHA MÁXIMA DE VIENTO		
		α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV	α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV
OPGW 24 (57/24) 12	0,75840000	0	0,6	0,55	58,73°	0,65	0,6
OPGW 24 (66/32) 15	0,85500000	0	0,6	0,55	57,36°	0,65	0,6
OPGW 48-96 (82/32) 17	0,91200000	0	0,6	0,55	54,12°	0,65	0,6
OPGW 24-48-96 (106/62) 26	0,90000000	0	0,6	0,55	45,47°	0,65	0,6
OPGW 4a16 (53/32) 15	0,80400000	0	0,6	0,55	60,22°	0,65	0,6
OPGW 4a16 (74/34) 17	0,90000000	0	0,6	0,55	56,68°	0,65	0,6
OPGW 4a16 (106/63) 25	0,90000000	0	0,6	0,55	45,52°	0,65	0,6
OPGW-12-24/0	0,78000000	0	0,6	0,55	58,88°	0,65	0,6
OPGW-16-24/0	0,90900000	0	0,6	0,55	54,13°	0,65	0,6
OPGW-16-48/0 OPGW-16-36/12	0,90900000	0	0,6	0,55	54,13°	0,65	0,6
OPGW-16-80/0 OPGW-16-64/16	0,90900000	0	0,6	0,55	54,13°	0,65	0,6
OPGW-16-90/0 OPGW-16-72/18	0,90900000	0	0,6	0,55	54,13°	0,65	0,6
FOADK-24	0,82500000	0	0,6	0,55	73,76°	0,7	0,65
FOADK-48/0 FOADK-36/12	0,82500000	0	0,6	0,55	73,76°	0,7	0,65
FOADK-80/0 FOADK-64/16	0,82500000	0	0,6	0,55	73,76°	0,7	0,65
FOADK-90/0 FOADK-72/18	0,82500000	0	0,6	0,55	73,76°	0,7	0,65
OPGW 2..24	0,88080000	0	0,6	0,55	59,01°	0,65	0,6
OPGW 2..48	0,88080000	0	0,6	0,55	59,01°	0,65	0,6
OPGW 2..64	0,88080000	0	0,6	0,55	59,01°	0,65	0,6
AUT 4..24 F	0,90600000	0	0,6	0,55	78,40°	0,7	0,65
AUT 4..48 F	0,90600000	0	0,6	0,55	78,40°	0,7	0,65
AUT 4..64 F	0,90600000	0	0,6	0,55	76,59°	0,7	0,65

3. ESTUDIO DE LA CURVA QUE ADOPTA UN CONDUCTOR ENTRE APOYOS



3.1 INTRODUCCIÓN

En los proyectos de líneas aéreas es necesario:

- Dibujar el conductor proyectado en el plano de perfil.
- Realizar el cálculo mecánico de conductores:
 - Partiendo de una tensión máxima en los extremos del vano, y así calcular la tensión horizontal que se produce.
 - Aplicar la ecuación de cambio de condiciones en las distintas hipótesis exigidas por el RLAT.
- Cálculo del peso del conductor, y para ello calcular la longitud del conductor en el vano, necesaria para el cálculo de apoyos.
- Calcular las flechas máximas, según las hipótesis reglamentarias del RLAT.
- Calcular las componentes horizontales y los desplazamientos a introducir en el conductor, en cada uno de los puntos de fijación, necesario en el tendido de conductores (equilibrio sobre poleas).

En todos los puntos anteriores es necesario el estudio de la curva que adopta un conductor entre dos apoyos. Este estudio puede realizarse de las siguientes formas, basadas todas en un modelo deformación lineal:

- Estudio de la curva con las ecuaciones de la catenaria.
- Estudio de la curva con las ecuaciones de la parábola.
- Estudio de la curva con las ecuaciones de la parábola aplicando el método de Truxa.

El estudio más preciso es con las ecuaciones de la catenaria. El método de Truxa aplicado a las ecuaciones de la parábola da unos resultados muy aproximados a las ecuaciones de la catenaria. Las ecuaciones de la parábola están limitadas para vanos y desniveles inferiores a 300 m y del 10 % respectivamente [1].

3.2 LA CATENARIA

3.2.1 ECUACIÓN DE LA CATENARIA

$$y(x) = h \cdot \cosh\left(\frac{x}{h}\right) = h \cdot \frac{e^{\frac{x}{h}} + e^{-\frac{x}{h}}}{2}$$

$h = \frac{T_h}{p}$, constante de la curva, parámetro de la catenaria

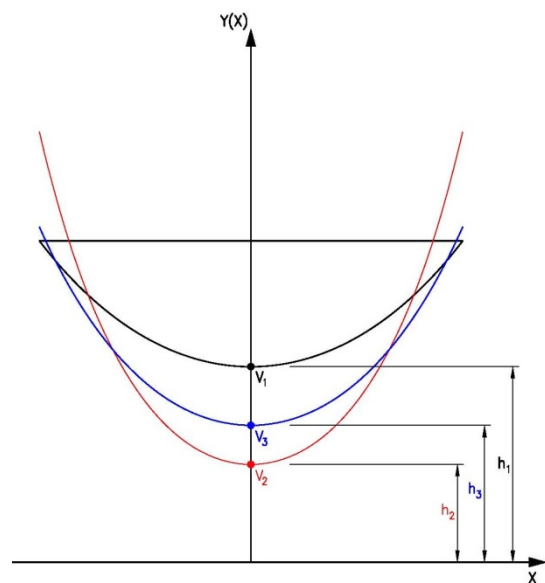
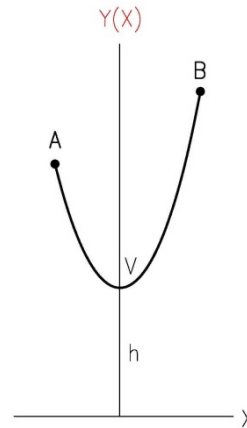
T_h , componente horizontal de la tensión

p , $\left[\frac{\text{daN}}{\text{m}}\right]$ peso por metro lineal de conductor

v , vértice de la curva

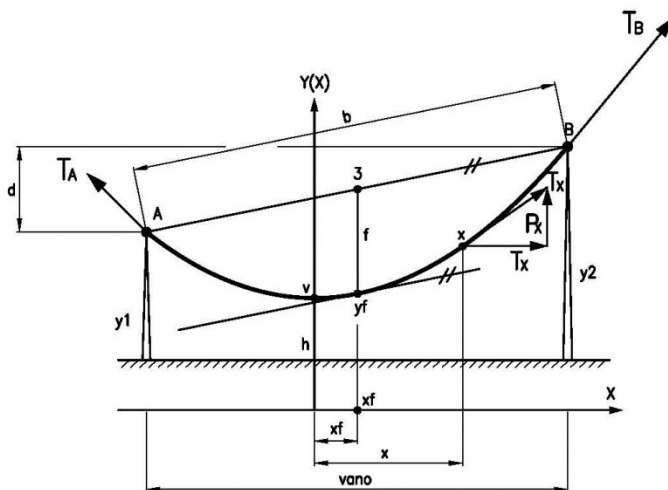
La forma que adopta la curva depende del parámetro de la catenaria.

Cuanta más pequeña sea h , más afilada es la catenaria. Cuanto más grande sea h , más panzona es la catenaria.



3.2.2 VARIACIÓN DE LAS TENSIONES A LO LARGO DEL VANO

La forma adoptada por un conductor tendido entre dos puntos, en posición de equilibrio es la de una catenaria.



T_x , tensión del conductor en el punto x y tangente a la curva en el punto x

P_x , peso del conductor en el tramo XV

En un conductor tendido entre dos puntos, el esfuerzo soportado por él mismo va creciendo desde la tensión existente en el vértice, que es horizontal, hasta los puntos de sujeción situados en los apoyos, como consecuencia de la influencia del peso.

3.2.2.1 DISTRIBUCIÓN DE CARGAS VERTICALES

El peso del conductor que gravita sobre cada apoyo es el que corresponde a la longitud de conductor comprendida entre el vértice y el punto de sujeción.

$$P_A = p \cdot L_{AV}$$

p , peso por metro lineal del conductor

L_{AV} , longitud del conductor entre los puntos A y V

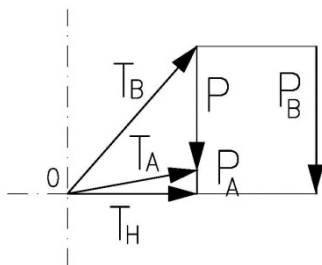
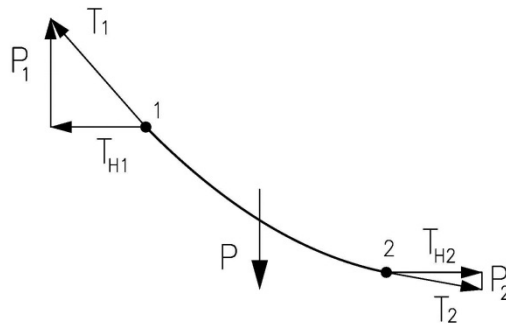


Diagrama de fuerzas en unas determinadas condiciones de equilibrio.

En vanos a nivel $P_A = P_B$ y $T_A = T_B$

3.2.2.2 COMPONENTE HORIZONTAL DE LA TENSIÓN

La componente horizontal de la tensión, T_H , de cualquier punto de la curva catenaria, es constante a lo largo de todo el vano.



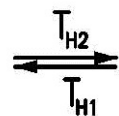
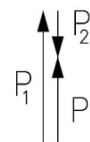
El sumatorio de fuerzas verticales tiene que ser igual a cero $\sum F_Y = 0$

$$\bar{P}_1 + \bar{P}_2 + \bar{P} = 0$$

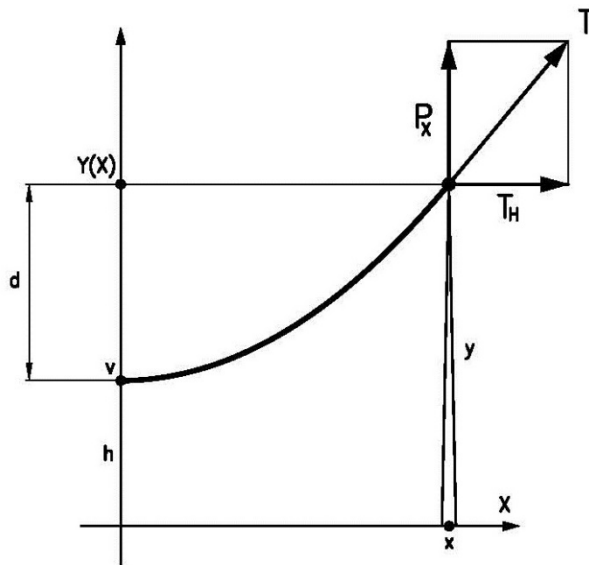
El sumatorio de fuerzas horizontales tiene que ser igual a cero $\sum F_X = 0$

$$\bar{T}_{H1} + \bar{T}_{H2} = 0 \quad \bar{T}_{H1} = -\bar{T}_{H2}$$

La tensión en el vértice de la curva será igual a la componente horizontal, T_H .



3.2.2.3 PROPIEDAD DE LA CATENARIA



$$T = \sqrt{T_H^2 + P_x^2} = \sqrt{T_H^2 + \left(p \cdot h \cdot \sinh\left(\frac{x}{h}\right)\right)^2} = \sqrt{T_H^2 + p^2 \cdot \frac{T_H^2}{p^2} \cdot \sinh^2\left(\frac{x}{h}\right)} = \sqrt{T_H^2 + T_H^2 \cdot \sinh^2\left(\frac{x}{h}\right)}$$

$$T = T_H \cdot \sqrt{1 + \sinh^2\left(\frac{x}{h}\right)}$$

$$\text{Propiedad: } \cosh^2(x) - \sinh^2(x) = 1$$

$$T = T_H \cdot \sqrt{\cosh^2\left(\frac{x}{h}\right)} = T_H \cdot \cosh\left(\frac{x}{h}\right) = T_H \cdot \frac{p}{p} \cdot \cosh\left(\frac{x}{h}\right) = h \cdot p \cdot \cosh\left(\frac{x}{h}\right)$$

Como $y(x) = h \cdot \cosh\left(\frac{x}{h}\right)$, entonces

$$T = p \cdot y(x) = p \cdot h \cdot \cosh\left(\frac{x}{h}\right)$$

Es decir, la catenaria es una curva que tiene como propiedad que la tensión total en el conductor en un punto determinado es igual al peso del conductor por metro lineal, multiplicado por la ordenada correspondiente a dicho punto.

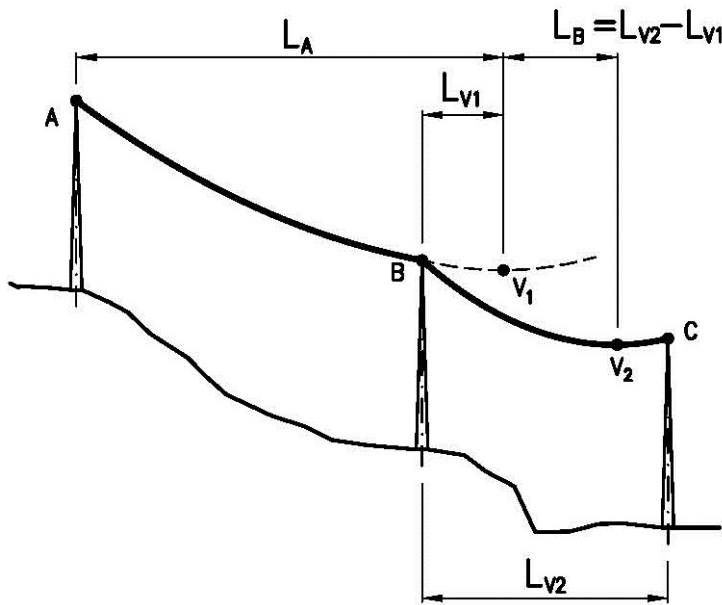
De esto también se deduce que la diferencia de tensiones entre dos puntos de la curva es igual al peso del conductor por metro lineal, multiplicado por la diferencia de alturas entre dichos puntos.

La tensión en el vértice será $T_H = p \cdot h$

La tensión en el extremo de la curva también se puede calcular como $T - T_H = p \cdot d$

Y por tanto $T = T_H + p \cdot d$

3.2.2.4 VÉRTICE FUERA DEL VANO



Puede ocurrir que en un vano muy inclinado el vértice de la curva se sitúe fuera del vano AB, en una prolongación teórica del conductor.

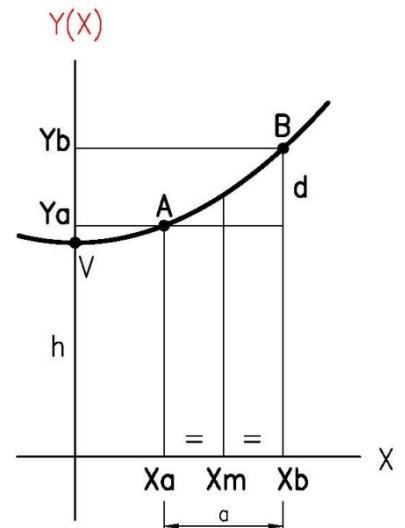
El peso que soporta el apoyo A es superior al peso que soporta el apoyo B, concretamente corresponde al peso de una longitud ficticia de conductor comprendida entre los puntos A y V_1 . El peso que soporta el apoyo B es negativo, provocando un tiro ascendente, y corresponde al segmento entre B y V_1 .

3.2.3 SITUACIÓN DE LOS EJES DE LA CATENARIA

$$Y_b = h \cdot \cosh\left(\frac{X_b}{h}\right) \quad Y_a = h \cdot \cosh\left(\frac{X_a}{h}\right)$$

$$d = Y_b - Y_a = h \cdot \cosh\left(\frac{X_b}{h}\right) - h \cdot \cosh\left(\frac{X_a}{h}\right) = h \cdot \left[\cosh\left(\frac{X_b}{h}\right) - \cosh\left(\frac{X_a}{h}\right) \right]$$

Propiedad: $\cosh(X_2) - \cosh(X_1) = 2 \cdot \sinh\left(\frac{X_1 + X_2}{2}\right) \cdot \sinh\left(\frac{X_2 - X_1}{2}\right)$



$$d = Y_b - Y_a = h \cdot \left[\cosh\left(\frac{X_b}{h}\right) - \cosh\left(\frac{X_a}{h}\right) \right] = h \cdot \left[2 \cdot \sinh\left(\frac{X_b + X_a}{2 \cdot h}\right) \cdot \sinh\left(\frac{X_b - X_a}{2 \cdot h}\right) \right]$$

$$X_m = \frac{X_b + X_a}{2} \quad a = X_b - X_a$$

$$d = h \cdot 2 \cdot \sinh\left(\frac{X_m}{h}\right) \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)$$

$$\sinh\left(\frac{X_m}{h}\right) = \frac{d}{h \cdot 2 \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)} = z$$

Propiedad: $\sinh(x) = y \quad \arg \sinh(y) = \sinh^{-1} = x$

$$\arg \sinh(z) = \sinh^{-1}(z) = \frac{X_m}{h}$$

$$X_m = h \cdot \operatorname{argsinh}(z)$$

Propiedad: $\operatorname{argsinh}(z) = \operatorname{Ln} \left| z + \sqrt{z^2 + 1} \right|$

$$X_m = h \cdot \operatorname{Ln} \left| z + \sqrt{z^2 + 1} \right| = h \cdot \operatorname{Ln} \left| \frac{d}{h \cdot 2 \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)} + \sqrt{\left(\frac{d}{h \cdot 2 \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)} \right)^2 + 1} \right|$$

$$X_a = X_m - \frac{a}{2}$$

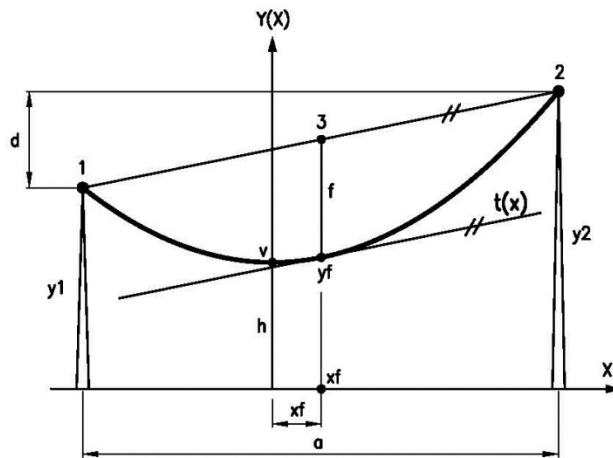
$$X_b = X_m + \frac{a}{2}$$

$$Y_a = h \cdot \cosh\left(\frac{X_a}{h}\right) \quad Y_b = h \cdot \cosh\left(\frac{X_b}{h}\right) \quad \text{Con estos datos localizamos el eje de abscisas}$$

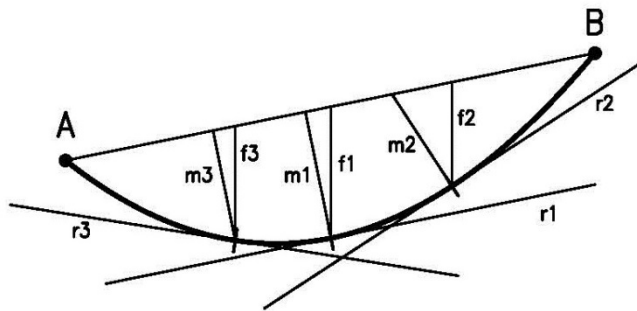
El vértice v, se puede localizar con $h \quad v = h \cdot \cosh\left(\frac{0}{h}\right) = h$

3.2.4 CÁLCULO DE LA FLECHA

La flecha es la distancia vertical máxima entre un punto de la curva y el correspondiente de la recta teórica que une los puntos de fijación del conductor.



El punto donde se produce la flecha es el punto donde la recta tangente a la curva es paralela a la recta que une los dos puntos de sujeción, o dicho de otra manera, el punto donde se produce la flecha es el punto donde la inclinación de la recta tangente a la curva es igual a la inclinación de la recta de unión de los puntos de sujeción.



$$(m1 > m2) \wedge (m1 > m3)$$

$$(f1 > f2) \wedge (f1 > f3)$$

f1, distancia vertical máxima

La recta r1 es paralela a la recta que une los puntos A y B.

La inclinación (pendiente) de la recta tangente a la curva es igual al valor de la derivada de la función de la curva en el punto de tangencia.

La inclinación de la recta tangente es igual:
$$t' (x) = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{d}{a}$$

La función de la curva (catenaria) es igual a
$$y(x) = h \cdot \cosh\left(\frac{x}{h}\right)$$

La derivada de la función de la curva en el punto de tangencia x_f es igual:

$$y'(x) = h \cdot \cosh\left(\frac{x}{h}\right) + h \cdot \left[\cosh\left(\frac{x}{h}\right) \right]' \cdot \frac{x' \cdot h - x \cdot h'}{h^2} = \sinh\left(\frac{x}{h}\right)$$

$$y'(x_f) = \sinh\left(\frac{x_f}{h}\right)$$

Por tanto
$$\sinh\left(\frac{x_f}{h}\right) = \frac{d}{a}$$

$$\operatorname{arg\,senh}\left(\frac{d}{a}\right) = \frac{x_f}{h}$$

$$\text{Propiedad: } \operatorname{arg\,senh}(z) = \operatorname{Ln}\left|z + \sqrt{z^2 + 1}\right|$$

$$\operatorname{arg\,senh}\left(\frac{d}{a}\right) = \frac{x_f}{h} = \operatorname{Ln}\left|\frac{d}{a} + \sqrt{\left(\frac{d}{a}\right)^2 + 1}\right|$$

$$x_f = h \cdot \operatorname{Ln}\left|\frac{d}{a} + \sqrt{\left(\frac{d}{a}\right)^2 + 1}\right|$$

$$y_f = y(x_f) = h \cdot \cosh\left(\frac{x_f}{h}\right)$$

$$y_2 = h \cdot \cosh\left(\frac{x_2}{h}\right) \quad x_2 = x_m + \frac{a}{2} \quad x_m = h \cdot \operatorname{Ln}\left|z + \sqrt{z^2 + 1}\right| \quad z = \frac{d}{2 \cdot h \cdot \operatorname{senh}\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)}$$

$$y_f = y(x_f) = h \cdot \cosh\left(\frac{x_f}{h}\right)$$

$$\text{La flecha en el vano es } f = y_2 - y_f - (x_2 - x_f) \cdot \left(\frac{d}{a}\right)$$

3.2.4.1 CONSIDERACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL CONDUCTOR DEBIDO A LA ACCIÓN DEL VIENTO

En el punto [7.6] se estudia el conductor sometido a la acción del viento. Para calcular la flecha en el plano inclinado que se considera, habrá que sustituir el desnivel (d), por el nuevo desnivel (d_v), y la longitud proyectada del vano (a), por la nueva longitud (a_v).

$$b = \sqrt{a^2 + d^2}$$

$$a_v = \sqrt{b^2 - d_v^2}$$

$$d_v = d \cdot \cos(\phi)$$

$$\cos(\phi) = \frac{p_{\text{vertical}}}{p}$$

$$\phi = \operatorname{arctg}\left(\frac{p_v}{p_{\text{vertical}}}\right)$$

$$\text{La flecha en el vano será } f = y_2 - y_f - (x_2 - x_f) \cdot \left(\frac{d_v}{a_v}\right)$$

$$y_2 = h \cdot \cosh\left(\frac{x_2}{h}\right) \quad x_2 = x_m + \frac{a_v}{2} \quad x_m = h \cdot \operatorname{Ln}\left|z + \sqrt{z^2 + 1}\right| \quad z = \frac{d_v}{2 \cdot h \cdot \operatorname{senh}\left(\frac{a_v}{2 \cdot h}\right)}$$

$$y_f = y(x_f) = h \cdot \cosh\left(\frac{x_f}{h}\right) \quad x_f = h \cdot \ln\left[\frac{d_v}{a_v} + \sqrt{\left(\frac{d_v}{a_v}\right)^2 + 1}\right]$$

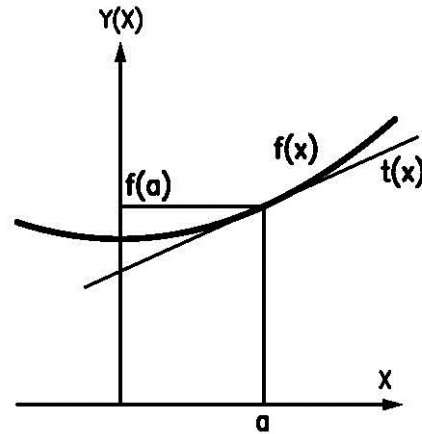
3.2.4.2 RECTA TANGENTE A LA CATENARIA

La fórmula general de la recta tangente a una curva es:

$$t(x) = f(a) + f'(a) \cdot (x - a)$$

En la catenaria la recta tangente será:

$$t(x) = h \cdot \cosh\left(\frac{a}{h}\right) + \sinh\left(\frac{a}{h}\right) \cdot (x - a)$$



3.2.4.3 CÁLCULO APROXIMADO DE LA FLECHA

La flecha se puede calcular de forma aproximada considerando el vano a nivel.

$$y(x) = h \cdot \cosh\left(\frac{x}{h}\right)$$

Desplazando el eje de abscisas hasta el vértice de la curva:

$$y(x) = h \cdot \cosh\left(\frac{x}{h}\right) - h = h \cdot \left[\cosh\left(\frac{x}{h}\right) - 1 \right]$$

La flecha en el vano a nivel será igual a:

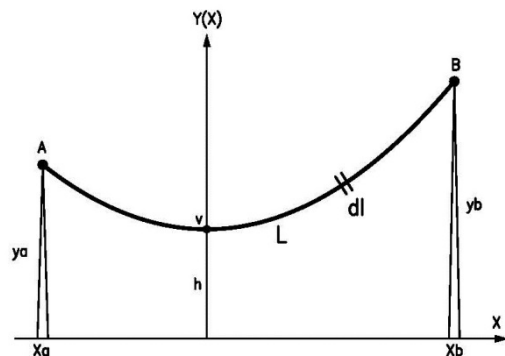
$$f = y\left(\frac{a}{2}\right) - y(0) = y\left(\frac{a}{2}\right) = h \cdot \left[\cosh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right) - 1 \right] \quad y(0) = 0$$

$$f = h \cdot \left[\cosh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right) - 1 \right]$$

3.2.5 LONGITUD DEL CONDUCTOR EN UN VANO

La longitud de una curva se calcula como:

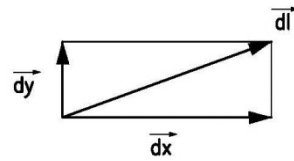
$$l = \int_{x_A}^{x_B} dl$$



$$y(x) = h \cdot \cosh\left(\frac{x}{h}\right)$$

$$y(x)' = \frac{dy}{dx} = \sinh\left(\frac{x}{h}\right)$$

$$dl = \sqrt{dx^2 + dy^2}$$



$$dl = \sqrt{dx^2 + dy^2} = \sqrt{\frac{dx^2}{dx^2} + \frac{dy^2}{dx^2}} = dx \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} = dx \cdot \sqrt{1 + \left(\sinh\left(\frac{x}{h}\right)\right)^2}$$

Propiedad: $\cosh(x)^2 - \sinh(x)^2 = 1$

$$dl = dx \cdot \sqrt{\cosh(x)^2} = dx \cdot \cosh(x)$$

$$l = \int_{x_A}^{x_B} dl = \int_{x_A}^{x_B} \cosh\left(\frac{x}{h}\right) \cdot dx$$

Propiedad: $\int \cosh(x) \cdot dx = \sinh(x) + C$

$$l = \int_{x_A}^{x_B} dl = \int_{x_A}^{x_B} \cosh\left(\frac{x}{h}\right) \cdot dx = h \cdot \left[\sinh\left(\frac{x}{h}\right) \right]_{x_A}^{x_B}$$

$$l = h \cdot \left[\sinh\left(\frac{x_B}{h}\right) - \sinh\left(\frac{x_A}{h}\right) \right]$$

Respecto de las coordenadas de los puntos de sujeción,

y estos puntos, respecto de los ejes de la curva.

También se puede calcular la longitud del arco de catenaria, respecto del desnivel (d) entre los puntos de amarre y el vano (a).

$$d = y_B - y_A = h \cdot \cosh\left(\frac{x_B}{h}\right) - h \cdot \cosh\left(\frac{x_A}{h}\right) = h \cdot \left[\cosh\left(\frac{x_B}{h}\right) - \cosh\left(\frac{x_A}{h}\right) \right]$$

Propiedad: $(a-b)^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b$

$$l^2 = h^2 \cdot \left[\sinh\left(\frac{x_B}{h}\right) - \sinh\left(\frac{x_A}{h}\right) \right]^2 = h^2 \cdot \left[\sinh\left(\frac{x_B}{h}\right)^2 + \sinh\left(\frac{x_A}{h}\right)^2 - 2 \cdot \sinh\left(\frac{x_B}{h}\right) \cdot \sinh\left(\frac{x_A}{h}\right) \right]$$

$$d^2 = h^2 \cdot \left[\cosh\left(\frac{x_B}{h}\right)^2 + \cosh\left(\frac{x_A}{h}\right)^2 - 2 \cdot \cosh\left(\frac{x_B}{h}\right) \cdot \cosh\left(\frac{x_A}{h}\right) \right]$$

Propiedad: $\cosh(x_B - x_A) = \cosh(x_A) \cdot \cosh(x_B) - \sinh(x_A) \cdot \sinh(x_B)$

$$l^2 - d^2 = h^2 \cdot 2 \cdot \left[\cosh\left(\frac{x_B - x_A}{h}\right) - 1 \right] \quad x_B - x_A = a$$

$$l^2 = h^2 \cdot 2 \cdot \left[\cosh\left(\frac{a}{h}\right) - 1 \right] + d^2$$

$$l = \sqrt{d^2 + h^2 \cdot 2 \cdot \left[\cosh\left(\frac{a}{h}\right) - 1 \right]}$$

Respecto del vano (a) y el desnivel (d)

3.2.5.1 CONSIDERACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL CONDUCTOR DEBIDO A LA ACCIÓN DEL VIENTO

Se sustituye la longitud proyectada del vano, a por a_v , y el desnivel d por d_v .

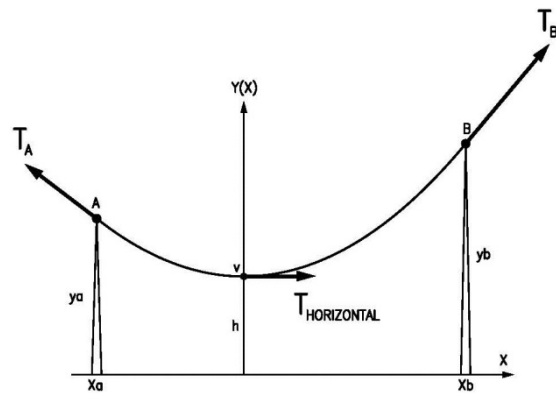
$$b = \sqrt{a^2 + d^2} \quad \phi = \arctg\left(\frac{p_v}{p_{vertical}}\right) \quad d_v = d \cdot \cos(\phi) \quad a_v = \sqrt{b^2 - d_v^2}$$

$$l = \sqrt{d_v^2 + h^2} \cdot 2 \cdot \left[\cosh\left(\frac{a_v}{h}\right) - 1 \right]$$

3.2.6 CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN LOS EXTREMOS EN FUNCIÓN DE LA TENSIÓN HORIZONTAL

La tensión máxima en la curva catenaria se da en el extremo más elevado. En el caso de que sea un vano a nivel, la tensión en los dos extremos será igual.

Los datos que tenemos son el desnivel d , la longitud del vano a , el peso del conductor p , y la tensión horizontal en la catenaria $T_{HORIZONTAL}$.



La catenaria tiene la propiedad:

$$T_A = p \cdot y(x_A) \quad T_B = p \cdot y(x_B)$$

$$y(x_A) = h \cdot \cosh\left(\frac{x_A}{h}\right) \quad y(x_B) = h \cdot \cosh\left(\frac{x_B}{h}\right) \quad h = \frac{T_{HORIZONTAL}}{p} \quad x_A = x_m - \frac{a}{2} \quad x_B = x_m + \frac{a}{2}$$

$$x_m = h \cdot \ln\left| z + \sqrt{z^2 + 1} \right| \quad z = \frac{d}{h \cdot 2 \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)}$$

$$T_A = p \cdot h \cdot \cosh\left[\frac{h \cdot \ln\left(\frac{d}{h \cdot 2 \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)} + \sqrt{\left(\frac{d}{h \cdot 2 \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)}\right)^2 + 1} \right) - \frac{a}{2}}{h} \right]$$

$$T_B = p \cdot h \cdot \cosh \left[\frac{h \cdot \ln \left(\frac{d}{h \cdot 2 \cdot \sinh \left(\frac{a}{2 \cdot h} \right)} + \sqrt{\left(\frac{d}{h \cdot 2 \cdot \sinh \left(\frac{a}{2 \cdot h} \right)} \right)^2 + 1} \right) + \frac{a}{2}}{h} \right]$$

3.2.6.1 CONSIDERACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL CONDUCTOR DEBIDO A LA ACCIÓN DEL VIENTO

El desnivel (d) se sustituye por el nuevo desnivel (d_v), y la longitud proyectada del vano (a), por la nueva longitud (a_v).

Los cálculos previos necesarios son:

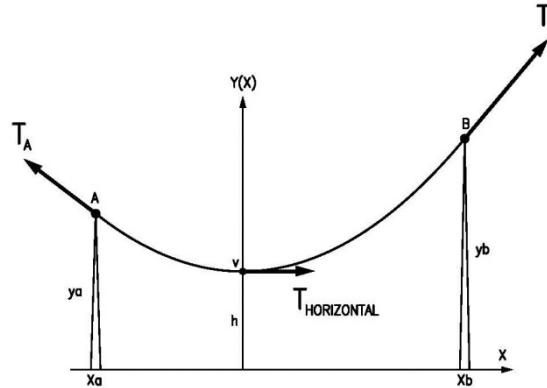
$$b = \sqrt{a^2 + d^2} \quad \phi = \arctg \left(\frac{p_v}{p_{\text{vertical}}} \right) \quad p_{\text{vertical}} = \sqrt{p^2 - p_v^2} \quad d_v = d \cdot \cos(\phi) \quad a_v = \sqrt{b^2 - d_v^2}$$

$$T_A = p \cdot h \cdot \cosh \left[\frac{h \cdot \ln \left(\frac{d_v}{h \cdot 2 \cdot \sinh \left(\frac{a_v}{2 \cdot h} \right)} + \sqrt{\left(\frac{d_v}{h \cdot 2 \cdot \sinh \left(\frac{a_v}{2 \cdot h} \right)} \right)^2 + 1} \right) - \frac{a_v}{2}}{h} \right]$$

$$T_B = p \cdot h \cdot \cosh \left[\frac{h \cdot \ln \left(\frac{d_v}{h \cdot 2 \cdot \sinh \left(\frac{a_v}{2 \cdot h} \right)} + \sqrt{\left(\frac{d_v}{h \cdot 2 \cdot \sinh \left(\frac{a_v}{2 \cdot h} \right)} \right)^2 + 1} \right) + \frac{a_v}{2}}{h} \right]$$

3.2.7 CÁLCULO DE LA TENSIÓN HORIZONTAL EN FUNCIÓN DE LA TENSIÓN MÁXIMA EN EL EXTREMO

La tensión máxima en la curva catenaria se da en el extremo más elevado. En el caso de que sea un vano a nivel, la tensión en los dos extremos será igual.



Los datos que poseemos son el desnivel d , la longitud del vano a , el peso del conductor p , y la tensión máxima en el extremo superior $T_B = \frac{\text{Carga Rotura De Conductor}}{\text{Coeficiente De Seguridad}}$, que no se debería sobrepasar.

$$T_B = p \cdot y(x_B)$$

$$y(x_B) = h \cdot \cosh\left(\frac{x_B}{h}\right)$$

$$h = \frac{T_{\text{HORIZONTAL}}}{p}$$

$$x_B = x_m + \frac{a}{2}$$

$$x_m = h \cdot \text{Ln} \left| z + \sqrt{z^2 + 1} \right|$$

$$z = \frac{d}{h \cdot 2 \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)}$$

$$T_B = p \cdot h \cdot \cosh \left[\frac{h \cdot \text{Ln} \left(\frac{d}{h \cdot 2 \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)} + \sqrt{\left(\frac{d}{h \cdot 2 \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)} \right)^2 + 1} \right) + \frac{a}{2}}{h} \right]$$

$$T_B = p \cdot \frac{T_H}{p} \cdot \cosh \left[\frac{\frac{T_H}{p} \cdot \ln \left(\frac{d}{\frac{T_H}{p} \cdot 2 \cdot \sinh \left(\frac{a}{2 \cdot \frac{T_H}{p}} \right)} + \sqrt{\left(\frac{d}{\frac{T_H}{p} \cdot 2 \cdot \sinh \left(\frac{a}{2 \cdot \frac{T_H}{p}} \right)} \right)^2 + 1} + \frac{a}{2}}{\frac{T_H}{p}} \right]}{\frac{T_H}{p}} \right]$$

Hemos considerado el extremo derecho del vano B, más alto que el extremo izquierdo A ($d > 0$).

La única incógnita es T_H (Tensión horizontal de la curva catenaria). Para resolver la ecuación es necesario utilizar un método de aproximaciones sucesivas, como el método de la bisección [punto 3.7].

Se ha creado la aplicación Tensión horizontal.xlsm [ver punto 11.7] que calcula lo anteriormente explicado.

3.2.7.1 CONSIDERACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL CONDUCTOR DEBIDO A LA ACCIÓN DEL VIENTO

El desnivel (d) se sustituye por el nuevo desnivel (d_v), y la longitud proyectada del vano (a), por la nueva longitud (a_v).

Consideramos el extremo derecho B, más alto que el extremo izquierdo A ($d > 0$).

Los datos que tenemos son:

$$a \quad d \quad p \quad p_v \quad T_B = \frac{\text{CargaRoturaDeConductor}}{\text{CoeficienteDeSeguridad}}$$

Los cálculos previos necesarios son:

$$b = \sqrt{a^2 + d^2} \quad \phi = \arctg \left(\frac{p_v}{p_{\text{vertical}}} \right) \quad p_{\text{vertical}} = \sqrt{p^2 - p_v^2} \quad d_v = d \cdot \cos(\phi) \quad a_v = \sqrt{b^2 - d_v^2}$$

$$T_B = T_H \cdot \cosh \left[\frac{\frac{T_H}{p} \cdot \ln \left(\frac{d_v}{\frac{T_H}{p} \cdot 2 \cdot \sinh \left(\frac{a_v}{2 \cdot \frac{T_H}{p}} \right)} + \sqrt{\left(\frac{d_v}{\frac{T_H}{p} \cdot 2 \cdot \sinh \left(\frac{a_v}{2 \cdot \frac{T_H}{p}} \right)} \right)^2 + 1} + \frac{a_v}{2}}{\frac{T_H}{p}} \right] \right]$$

La única incógnita es T_H . Para resolver la ecuación es necesario utilizar un método de aproximaciones sucesivas, como el método de la bisección [punto 3.7].

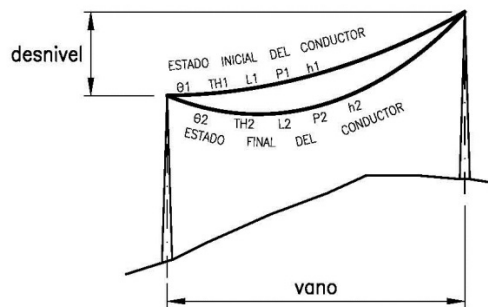
3.2.8 ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES

La ecuación de cambio de condiciones (ECC) o estado, considerando un modelo de deformación lineal, calcula la componente horizontal de la tensión, en un conductor o cable de sección y características determinadas, fijado en dos puntos extremos, resultante en unas condiciones finales, a partir de unas condiciones iniciales. Está estudiada en las referencias bibliográficas [2] y [3]. Con las ecuaciones de la catenaria calculamos las longitudes en las dos situaciones de equilibrio, teniendo en cuenta las posiciones reales de dichas curvas.

3.2.8.1 CANTÓN CON UN ÚNICO VANO

<u>Condiciones iniciales (1)</u>	<u>Condiciones finales (2)</u>
p_1 , peso por metro lineal [daN/m]	P_2 , peso por metro lineal [daN/m]
θ_1 , temperatura inicial del conductor [°C]	θ_2 , temperatura final del conductor [°C]
L_1 , longitud de la curva del vano [m]	L_2 , longitud de la curva del vano [m]
T_{H1} , componente horizontal de la tensión [daN]	T_{H2} , componente horizontal de la tensión [daN]
h_1 , parámetro de la catenaria [m]	h_2 , parámetro de la catenaria [m]
<u>Características del conductor</u>	
α , coeficiente de dilatación lineal [°C ⁻¹]	
E , módulo de elasticidad [daN/mm ²]	
S , sección del conductor [mm ²]	

Si varían los valores p_1 y/o θ_1 se producirá una variación en T_{H1} .



En el caso de un único vano, los puntos extremos de sujeción son fijos (cadenas de amarre) y por tanto, la diferencia de longitudes en las dos situaciones habrá de ser igual a las variaciones de longitud del conductor como consecuencia de las de temperatura y de tensión mecánica, que serán función respectivamente del coeficiente de dilatación línea (α) y del módulo de elasticidad (E) del material que constituye el conductor.

$$L_2 - L_1 = \underbrace{\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1)}_{\text{Variación del conductor como consecuencia de la diferencia de temperatura}} \cdot \underbrace{L_1}_{\text{Diferencia de longitudes de las catenarias}} + \underbrace{\frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} \cdot L_1 \cdot \frac{b}{a}}_{\text{Variación del conductor debida a las características elásticas del conductor}}$$

$$L_1 - L_2 + \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot L_1 + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} \cdot L_1 \cdot \frac{b}{a} = 0$$

Se multiplica por el factor $\frac{b}{a}$ para considerar en las condiciones de equilibrio, a efectos de la variación de longitud del conductor, la tensión total en el punto en que se produce la flecha, en la cual dicha tensión es paralela a la recta que une los puntos de fijación del conductor, y que se sitúa muy próximo al punto medio del vano. Estas tensiones próximas al punto medio del vano, en ambas condiciones de equilibrio, son mucho más representativas que las componentes horizontales, ya que en el caso de vanos muy inclinados, en los que el vértice de la curva se sitúa fuera de los mismos, ninguna parte del conductor está sometida a una tensión que sea igual a la componente horizontal.

$$\sqrt{d^2 + \left(\frac{T_{H2}}{p_2}\right)^2} \cdot 2 \cdot \left[\cosh\left(\frac{a \cdot p_2}{T_{H2}}\right) - 1 \right] - L_1 = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot L_1 + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} \cdot L_1 \cdot \frac{b}{a}$$

$$L_1 = \sqrt{d^2 + h_1^2} \cdot 2 \cdot \left[\cosh\left(\frac{a}{h_1}\right) - 1 \right] \quad h_1 = \frac{T_{H1}}{p_1}$$

La incógnita es T_{H2} , y se resuelve utilizando un método de aproximaciones sucesivas, como el método de la bisección, explicado en el punto [3.7].

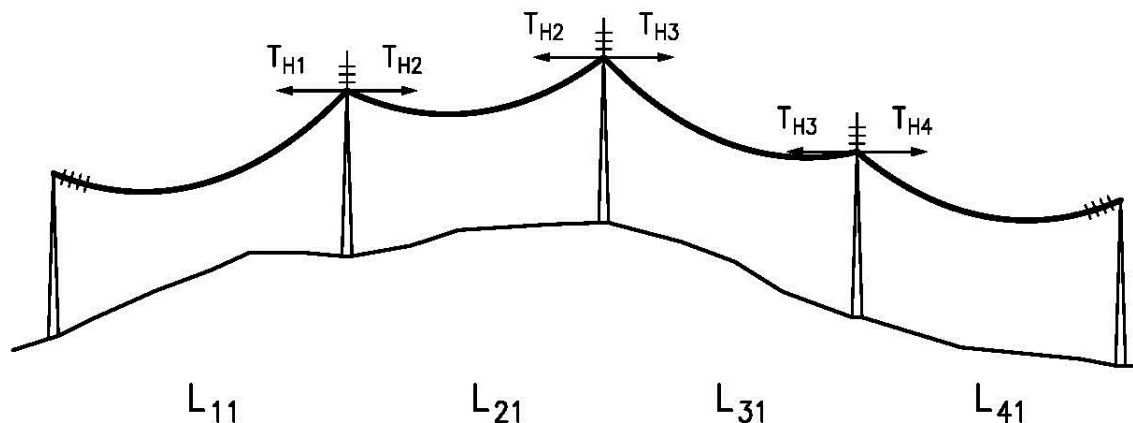
3.2.8.2 CANTÓN CON VARIOS VANOS

En este caso, el cantón estará formado entre dos apoyos de cadenas de amarre, con apoyos de alineación intermedios.

Al variar las condiciones de equilibrio (se supone las cadenas verticales en el tendido del conductor), y normalmente los vanos no serán todos de la misma longitud, tienden a producirse diferencias de tensiones, lo que hace que se produzcan inclinaciones en las cadenas de suspensión (en sentido longitudinal a la línea), de forma que queden igualadas las componentes horizontales de las tensiones en todos los vanos (cualesquiera que sean las condiciones de equilibrio). Se admite que las componentes horizontales sean iguales, despreciando el desequilibrio residual que desvía la cadena de suspensión.

CONDICIONES DE EQUILIBRIO. TENDIDO DEL CONDUCTOR

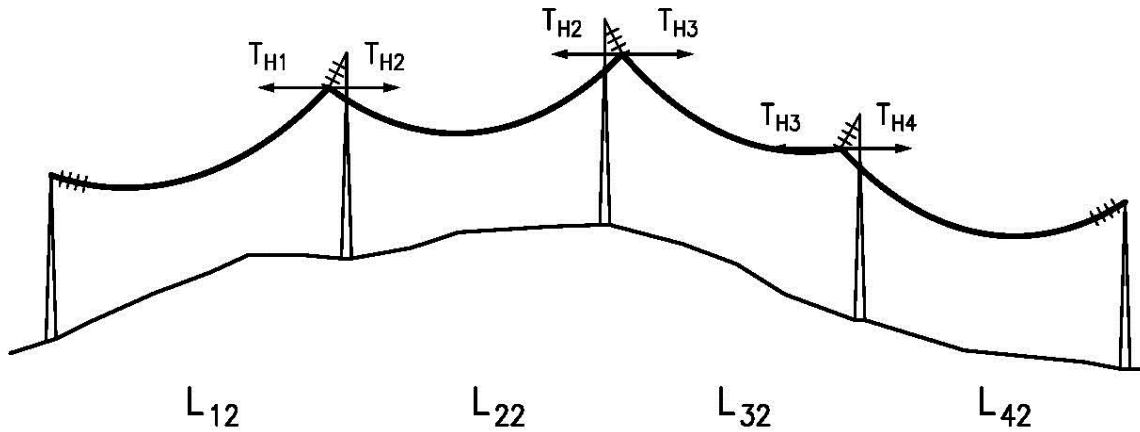
$$\theta_1 \quad T_{H1} = T_{H2} = T_{H3} = T_{H4} \quad p_1 \quad h_1 = T_{H1}/p_1$$



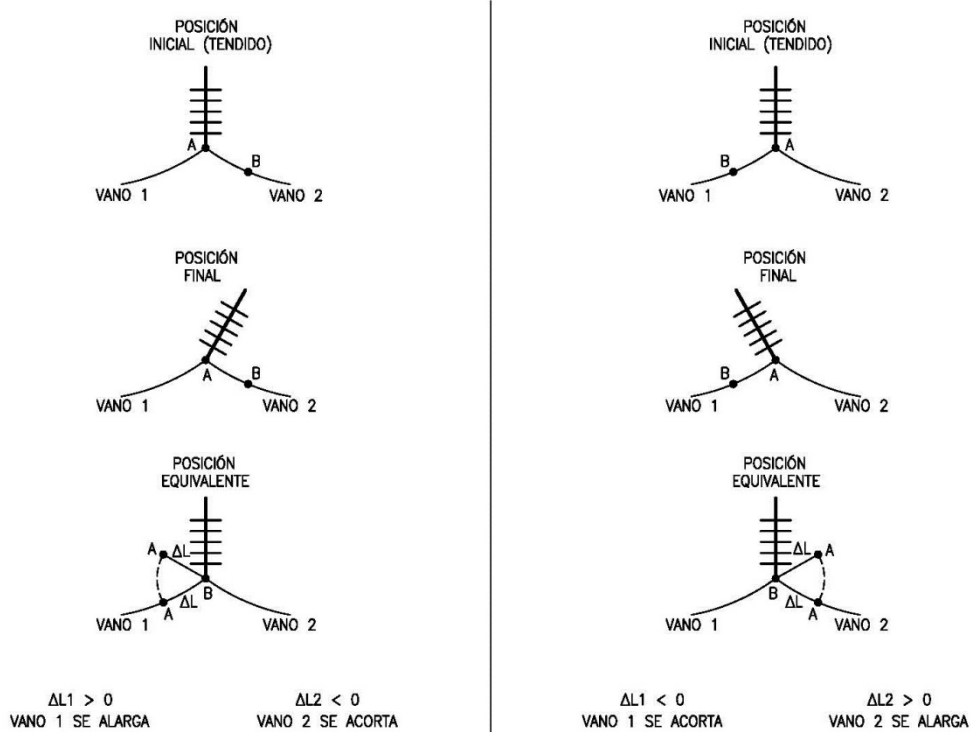
VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES DE EQUILIBRIO

Se admite $T_{H1}=T_{H2}=T_{H3}=T_{H4}$ despreciando el desequilibrio residual que inclina las cadenas de suspensión. En realidad $T_{H3}>T_{H4}$, por eso se desvía la cadena (ver dibujo).

$$\theta_2 \quad \rho_2 \quad h_2 = T_{H2}/\rho_2$$

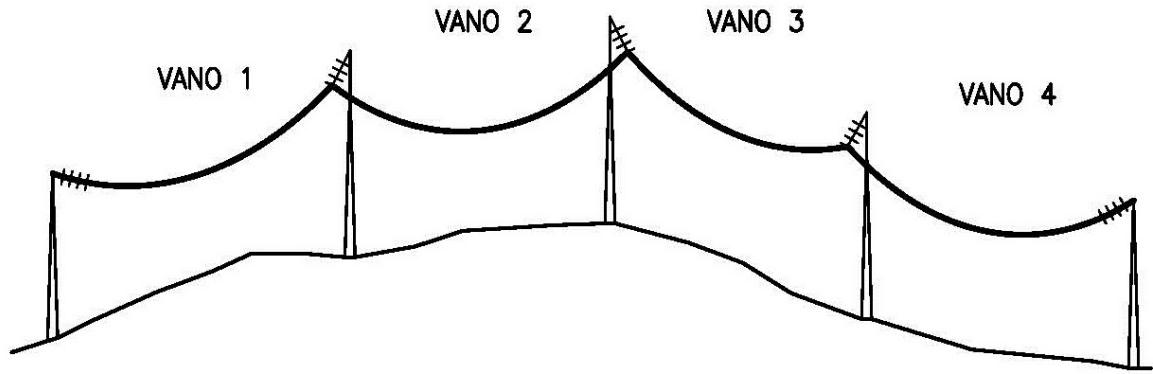


La desviación de una cadena produce los mismos efectos que sí, manteniéndose la misma en su posición inicial, se desplazase el punto de fijación en la grapa una determinada magnitud, lo que supondría una variación ΔL en el vano 1, y $-\Delta L$ en el vano 2, designándose por dichos números los situados a la izquierda y a la derecha del apoyo que consideramos.



Por tanto, en cada vano del cantón:

$$L_1 - L_2 + \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot L_1 + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} \cdot L_1 \cdot \frac{b}{a} = \Delta L$$



$$L_{11} - L_{12} + \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot L_{11} + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} \cdot L_{11} \cdot \frac{b_1}{a_1} = \Delta L_1$$

$$L_{31} - L_{32} + \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot L_{31} + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} \cdot L_{31} \cdot \frac{b_3}{a_3} = \Delta L_3$$

$$L_{21} - L_{22} + \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot L_{21} + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} \cdot L_{21} \cdot \frac{b_2}{a_2} = \Delta L_2$$

$$L_{41} - L_{42} + \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot L_{41} + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} \cdot L_{41} \cdot \frac{b_4}{a_4} = \Delta L_4$$

T_{H1} = Componente horizontal de la tensión en el estado 1

T_{H2} = Componente horizontal de la tensión en el estado 2. Prácticamente igual en cada uno de los cantones. Se asume un pequeño error, al despreciar la tensión residual que produce la inclinación de las cadenas de suspensión.

Los puntos extremos del tramo si son fijos (cadenas de amarre). Por tanto se habrá de verificar que $\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} \Delta L_i = 0$ $\Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3 + \Delta L_4 = 0$

La incógnita en todas las ecuaciones, aplicadas a cada uno de los vanos, sería T_{H2} , teniéndose que cumplir la condición de $\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} \Delta L_i = 0$. Esto se resuelve utilizando un método de aproximaciones sucesivas, como el método de la bisección, explicado en el punto [3.7].

3.2.8.3 CONSIDERACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL CONDUCTOR DEBIDO A LA ACCIÓN DEL VIENTO

En el punto [¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.] se ha estudiado la acción del viento sobre un conductor. El desplazamiento de la curva del plano vertical, lleva consigo un alargamiento de la longitud proyectada ($a \uparrow$, entonces a_v) y una disminución del desnivel entre apoyos ($d \downarrow$, entonces d_v).

<u>Estado inicial (1)</u>		<u>Estado final (2)</u>	
$b = \sqrt{a^2 + d^2}$		$b = \sqrt{a^2 + d^2}$	
$a_1 \uparrow \longrightarrow$	$a_{v1} = \sqrt{b^2 - d_{v1}^2}$	$a_2 \uparrow \longrightarrow$	$a_{v2} = \sqrt{b^2 - d_{v2}^2}$
$d_{v1} = d \cdot \cos(\phi_1)$		$d_{v2} = d \cdot \cos(\phi_2)$	
$\cos(\phi_1) = \frac{P_{\text{VERTICAL}} _1}{p_1}$		$\cos(\phi_2) = \frac{P_{\text{VERTICAL}} _2}{p_2}$	

CANTÓN CON UN ÚNICO VANO

$$L_2 - L_1 = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot L_1 + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} \cdot L_1 \cdot \frac{b}{a}$$

$$L_1 = \sqrt{d_{V1}^2 + h_1^2} \cdot 2 \cdot \left[\cosh\left(\frac{a_{V1}}{h_1}\right) - 1 \right]$$

$$L_2 = \sqrt{d_{V2}^2 + h_2^2} \cdot 2 \cdot \left[\cosh\left(\frac{a_{V2}}{h_2}\right) - 1 \right]$$

Se ha considerado mantener el factor $\frac{b}{a}$, en vez de $\frac{b}{a_{V1}}$ o $\frac{b}{a_{V2}}$, por dar el valor más desfavorable (interesa T_M elevado).

CANTÓN CON VARIOS VANOS

Se aplicará lo anteriormente indicado a cada uno de los vanos del cantón. Cada vano aumentará su proyección horizontal de $a_i \rightarrow a_{Vi}$, disminuirá su desnivel $d_i \rightarrow d_{Vi}$.

<u>Estado inicial (1)</u>	<u>Estado final (2)</u>
$b_i = \sqrt{a_i^2 + d_i^2}$	$b_i = \sqrt{a_i^2 + d_i^2}$
$a_{i1} \uparrow \longrightarrow a_{Vi1} = \sqrt{b_i^2 - d_{Vi1}^2}$	$a_{i2} \uparrow \longrightarrow a_{Vi2} = \sqrt{b_i^2 - d_{Vi2}^2}$
$d_{Vi1} = d_i \cdot \cos(\phi_1)$	$d_{Vi2} = d_i \cdot \cos(\phi_2)$
$\cos(\phi_1) = \frac{P_{VERTICAL_i1}}{P_{i1}}$	$\cos(\phi_2) = \frac{P_{VERTICAL_i2}}{P_{i2}}$

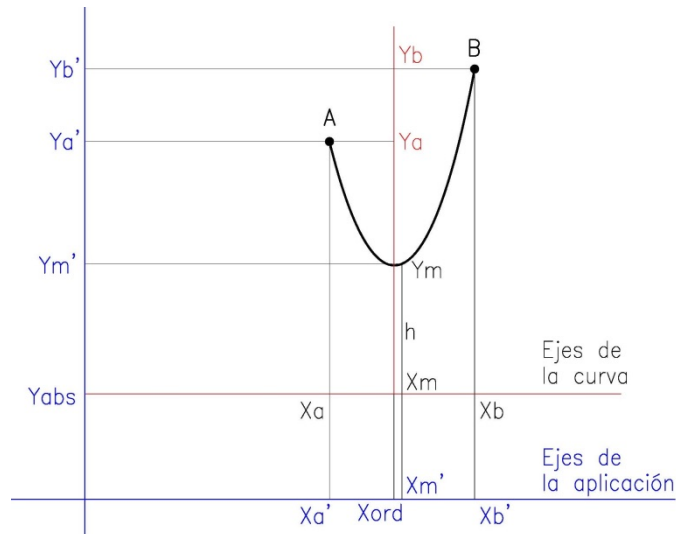
A continuación se aplica la ecuación de cambio de condiciones a cada uno de los vanos, hasta que el sumatorio de los incrementos sean igual a cero, como se ha explicado en punto anterior.

3.2.9 CONSTRUCCIÓN DE LA CATENARIA. APLICACIÓN EN LÍNEAS AÉREAS

Para la realización de proyectos de líneas aéreas, la construcción de la curva que forma un conductor sustentado por dos apoyos, viene determinada por:

- Los puntos de sujeción (Xa', Ya') , (Xb', Yb') .
- El parámetro de la catenaria, h . Este dato es para construir la catenaria sin tener ninguna escala aplicada en los ejes. Para la calcular los puntos de la catenaria escalada deberíamos tener un parámetro h' diferente. No es posible conocer este parámetro. El procedimiento que se ha utilizado ha sido calcular los puntos respecto a los ejes de la curva, y a continuación escalarlos respecto al punto (Xa', Ya') .
- La escala a la que se quiere dibujar la curva. Normalmente la escala horizontal a 1:2000 y la escala vertical a 1:500, como indica el RLAT en la ITC-LAT 9.
- La tensión horizontal del conductor, T_H .
- Peso unitario del conductor, $p \left[\frac{\text{daN}}{\text{m}} \right]$.
- Precisión de la curva. Distancia horizontal entre cada punto de la curva.
- El sistema de referencia de la curva.
- El sistema de referencia de la aplicación que utilizemos para dibujar la curva.

3.2.9.1 PROCEDIMIENTO



- Datos necesarios:

Punto A (Xa, Ya)	$p, \left[\frac{\text{daN}}{\text{m}} \right]$	precisión, INCx [m]
Punto B (Xb, Yb)	Escala horizontal	
Tensión horizontal, Th [daN]	Escala vertical	

- Parámetro de replanteo $h = \frac{Th}{p}$ [m]

$$- a = X'_B - X'_A$$

$$- d = Y'_B - Y'_A$$

$$- \text{Parámetro } z = \frac{d}{2 \cdot h \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)}$$

$$- X_m = h \cdot \ln\left(z + \sqrt{z^2 + 1}\right)$$

$$- Y_A = h \cdot \cosh\left(\frac{X_A}{h}\right) \quad Y_B = h \cdot \cosh\left(\frac{X_B}{h}\right)$$

$$- Y_{\text{ABSCISA}} = Y'_A - Y_A$$

$$- X_A = X_m - \frac{a}{2} \quad X_B = X_m + \frac{a}{2}$$

$$- X'_m = \frac{X'_B - X'_A}{2} + X'_A$$

$$- X_{\text{ORDENADA}} = X'_m - X_m$$

- Calculamos los puntos respecto a los ejes de la curva:

$$X_n = X_A + \text{INCx} \quad Y_n(X_n) = h \cdot \cosh\left(\frac{X_n}{h}\right)$$

- Calculamos los puntos respecto de los ejes de la aplicación que va a dibujar la catenaria:

$$X'_n = X_n + X_{\text{ORDENADA}} \quad Y'_n = Y_n + Y_{\text{ABSCISA}}$$

- Calculamos los puntos escalados respecto del punto A (X_A, Y_A).

$$X'_i = X_1 + (X_i - X_1) \cdot \text{EscalaX} \quad Y'_i = Y_1 + (Y_i - Y_1) \cdot \text{EscalaY}$$

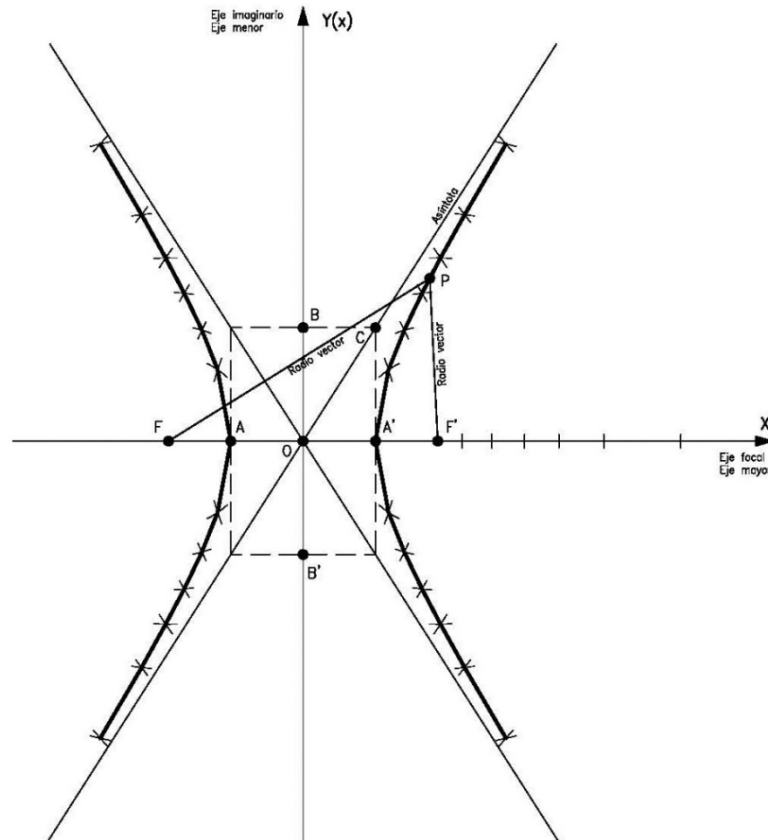
3.2.9.2 CONSIDERACIÓN DE LA ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LA CURVA DE EQUILIBRIO

En este caso habrá que cambiar los ejes de coordenadas en el programa informático, y dibujar en tres dimensiones, conforme al plano que tenga que formar el conductor. La aplicación funcionará de igual forma.

3.2.10 FUNCIONES HIPERBÓLICAS

3.2.10.1 HIPÉRBOLA

Es el lugar geométrico de los puntos del plano cuya diferencia de distancias a dos puntos dados (F, F'), tomada en valor absoluto, es constante.



O, centro de la hipérbola

F, F', focos

A, A', vértices

$FF' = 2c =$ distancia focal

$|PF' - PF| = 2a$ constante, definición de la hipérbola

$AA' = 2a$ $BB' = 2b$

$a^2 + b^2 = c^2$

Excentricidad $= c/a$ $c > a$

ECUACIÓN ANALÍTICA (Canónica)

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad a, b > 0 \quad Ax^2 - Bx^2 = C \quad A, B, C > 0$$

Las asíntotas $y = \frac{b}{a} \cdot x$ $y = -\frac{b}{a} \cdot x$

HIPÉRBOLA EQUILÁTERA

Si $a=b$, se denomina Hipérbola equilátera, $c=a\sqrt{2}$. La ecuación es $x^2 - y^2 = a^2$

Las asíntotas son perpendiculares (45°) $y=x$ $y=-x$

TANGENTE A UNA HIPÉRBOLA EN UNO DE SUS PUNTOS

$$y = f(a) + f'(a) \cdot (x - a) \quad \text{en } P(a,b)$$

RECTA NORMAL A UNA HIPÉRBOLA EN UNO DE SUS PUNTOS

$$y = f(a) - \frac{1}{f'(a)} \cdot (x - a) \quad \text{en } P(a,b)$$

HIPÉRBOLA UNITARIA $x^2 - y^2 = 1$ $a=b=1$ que a la vez es una hipérbola equilátera

PROCEDIMIENTO DE CONTRUCCIÓN PRÁCTICO

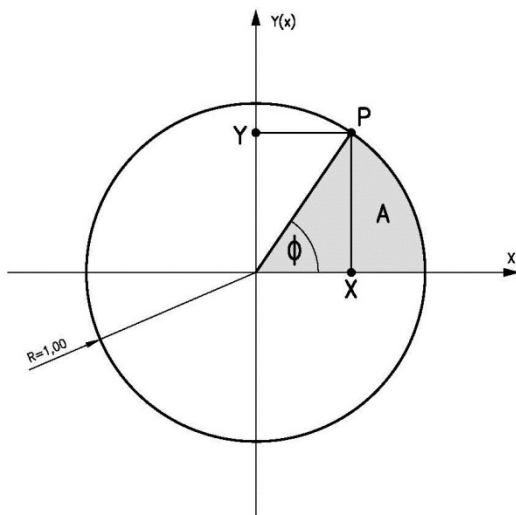
- 1.-Cogemos la distancia A1, siendo 1 un punto a la derecha de F'.
- 2.-Realizamos un círculo de radio la distancia A1 desde el foco F.
- 3.-Cogemos la distancia A'1.
- 4.- Realizamos un círculo de radio la distancia A'1 desde el foco F'.
- 5.-La intersección de los dos círculos son puntos de la hipérbola.

Nota: Los focos se obtienen haciendo un círculo desde O con radio AB=c.

3.2.10.2 ÁNGULO HIPERBÓLICO

El ángulo hiperbólico es el argumento de las funciones hiperbólicas.

En las funciones circulares o trigonométricas están definidas en el círculo unitario $x^2 + y^2 = 1$ definido por las ecuaciones $x = \cos(\phi)$ y $y = \sin(\phi)$



A, sector circular

ϕ [radianes], el doble del área del sector circular de amplitud angular ϕ y radio 1.

$$A = \frac{r^2 \cdot \phi}{2} \quad \text{si } r=1 \quad A = \frac{\phi}{2} \quad \phi = 2 \cdot A$$

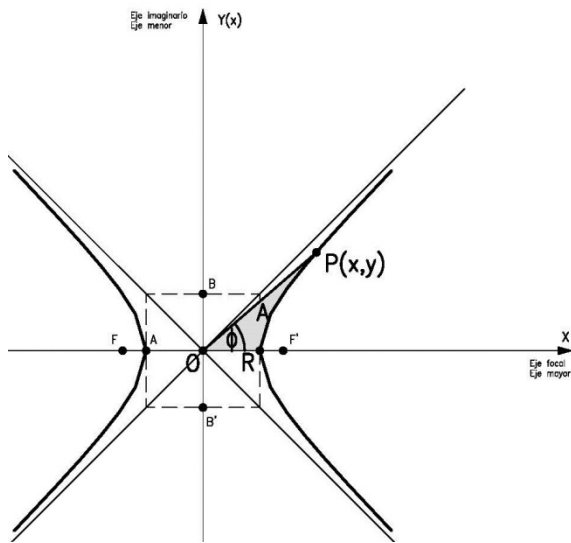
Nota: Un radián es un ángulo de longitud igual al radio.

Ángulo: longitud de arco cuando el radio=1, o el doble del sector circular.

Las funciones hiperbólicas están definidas como las coordenadas cartesianas (x,y) de un punto P de la hipérbola equilátera, $x^2 - y^2 = 1$ (hipérbola unitaria, que a la vez es equilátera), donde

$$x = \cosh(\phi) \quad y = \sinh(\phi)$$

El argumento ϕ no puede ser interpretado como un ángulo, pero se le puede dar un significado geométrico, que resalta la analogía entre las funciones hiperbólicas y circulares trigonométricas.



$$x = \cosh(\phi) \quad y = \sinh(\phi)$$

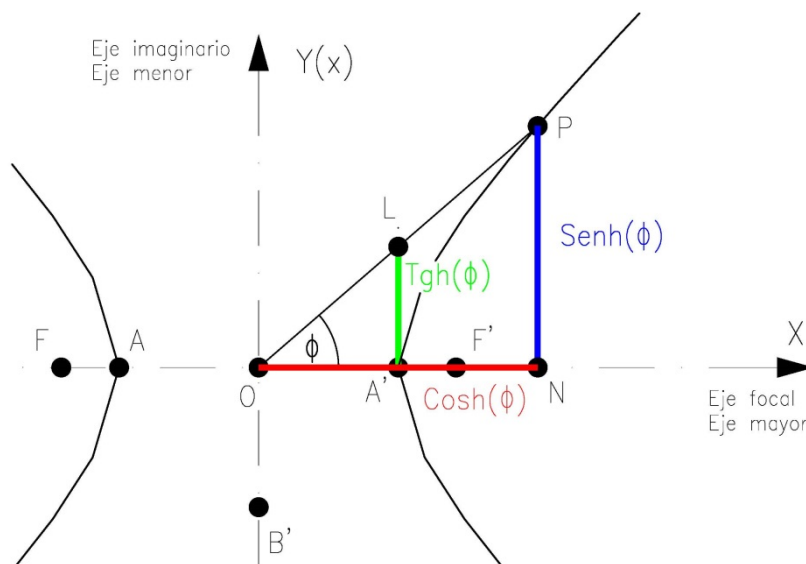
ϕ [radianes], puede interpretarse como el doble del área del sector hiperbólico OPR(sombreado) (analogía entre las funciones hiperbólicas y circulares).

$$A = \frac{\phi}{2} \quad \phi = 2 \cdot A$$

Nota: Radián hiperbólico. Es el ángulo formado por el vector de un punto P de la hipérbola con el eje OX cuando el área comprendida en el triángulo curvilíneo OPR es igual a $\frac{1}{2}$, al igual que en las funciones circulares.

$$\text{Si } \phi = 1 \text{ radián} = 2 \cdot A \quad A = \frac{1}{2} = [\text{unidades}^2]$$

3.2.10.3 SIGNIFICACIÓN GEOMÉTRICA DE LAS FUNCIONES HIPERBÓLICAS



Siendo el ángulo hiperbólico $\phi = \widehat{OA'P}$

Las funciones hiperbólicas son:

$$\text{Senh } \phi = \frac{PN}{OA'} \quad \text{Cosh } \phi = \frac{ON}{OA'} \quad \text{Tgh } \phi = \frac{LA'}{OA'}$$

Donde OA' es igual a "a", que su vez es igual a 1 (hipérbola unitaria).

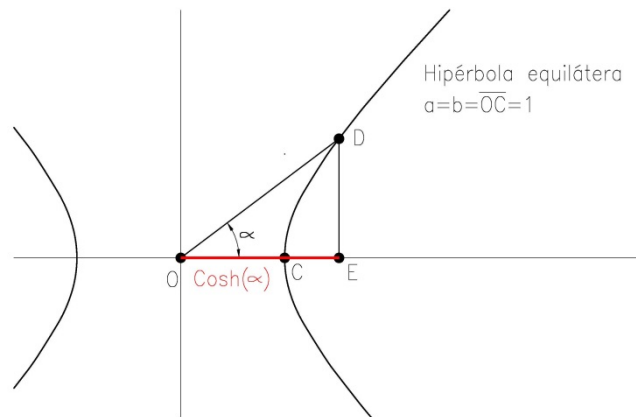
3.2.10.4 CONSTRUCCIÓN DE LAS FUNCIONES HIPERBÓLICAS DE ÁNGULO IMAGINARIO COMPLEJO

Construcción de $\text{Cosh}(\alpha + j\alpha')$, según [4].

Se sabe que $\text{Cosh}(\alpha + j\alpha') = \text{Cosh}(\alpha) \cos(\alpha') + j \cdot \text{Senh}(\alpha) \text{sen}(\alpha')$

Construimos una hipérbola unitaria (equilátera de radio $OC=1$)

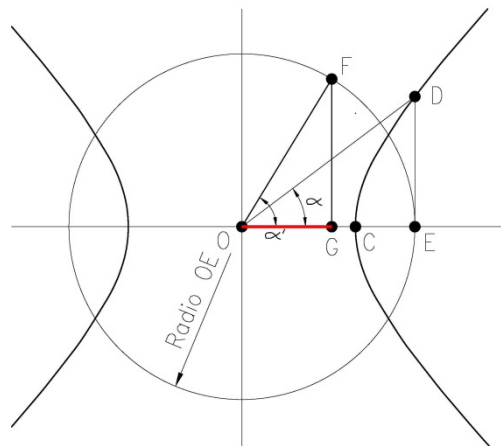
Tomamos un ángulo hiperbólico α



$OE = \text{Cosh}(\alpha)$

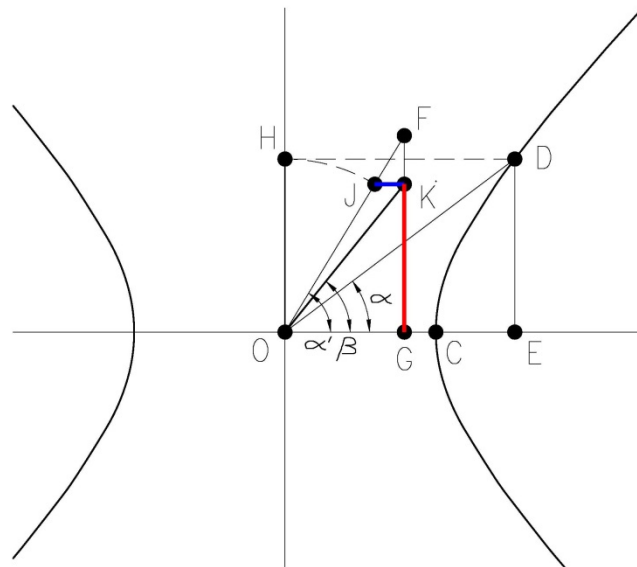
Trazamos, con OE como radio, una circunferencia y tomamos un ángulo circular α' .

$OF = \text{Cosh}(\alpha)$; $OG = \text{Cosh}(\alpha) \cos(\alpha')$

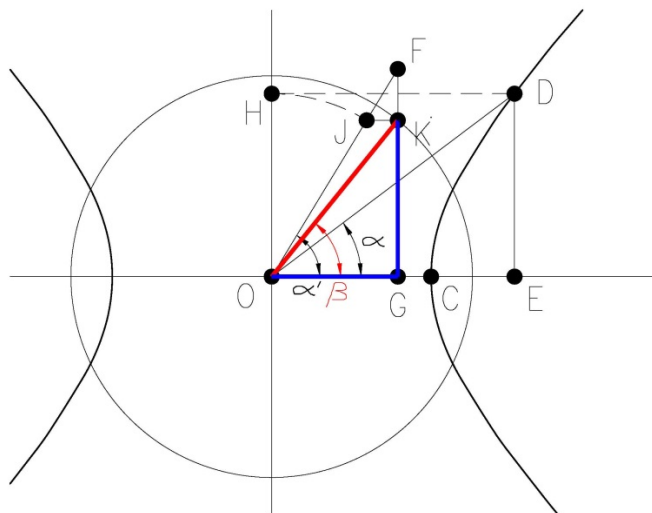


Trazando DH paralela a OE se tiene que $HO = \text{Senh}(\alpha)$. Trazando con radio OH un arco de circunferencia $OJ = HO = \text{Senh}(\alpha)$. Finalmente, trazando JK paralela a OE:

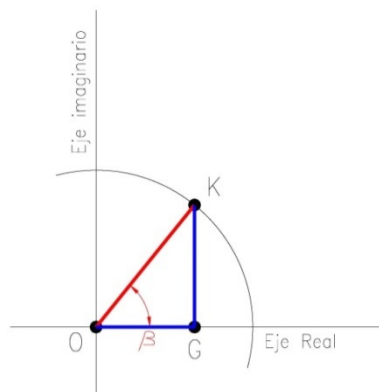
$GK = OJ \cdot \cos(90 - \alpha') = \text{Senh}(\alpha) \text{sen}(\alpha')$



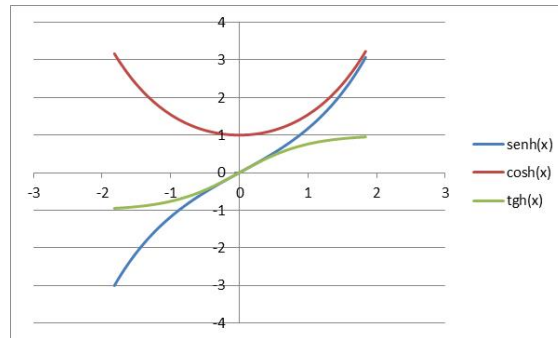
Luego $OK = \text{Cosh}(\alpha + j\alpha')$ y por tanto, un número complejo con parte real $[OG = \text{Cosh}(\alpha) \cos \alpha']$ y parte imaginaria pura $[GK = OJ \cdot \cos(90 - \alpha') = \text{Senh}(\alpha) \sin \alpha']$ y el ángulo β es el argumento de $\text{Cosh}(\alpha + j\alpha')$;



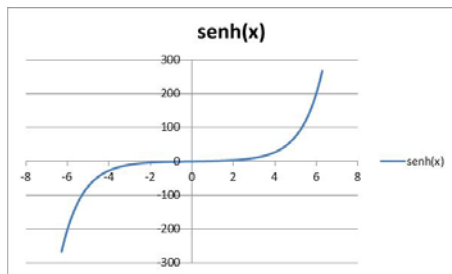
$$OK = \text{Cosh}(\alpha + j\alpha') = \text{Cosh}(\alpha) \cos \alpha' + j \cdot \text{Senh}(\alpha) \sin \alpha'$$



3.2.10.5 FUNCIONES HIPERBÓLICAS DIRECTAS



SENO HIPERBÓLICO. Dado un ángulo medido en radianes hiperbólicos, el seno hiperbólico es la función que lo transforma en la ordenada del punto de la hipérbola.



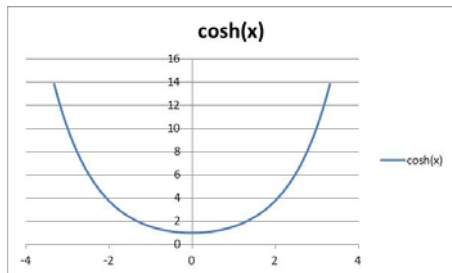
$$\sinh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$$

$$\sinh'(x) = \cosh(x)$$

$$\int \sinh(x) \cdot dx = \cosh(x) + C$$

$$\sinh(0) = 0 \quad \sinh(\infty) = \infty \quad \sinh(-\infty) = -\infty$$

COSENO HIPERBÓLICO. Dado un ángulo medido en radianes hiperbólicos, el coseno hiperbólico es la función que lo transforma en la abscisa del punto de la hipérbola.



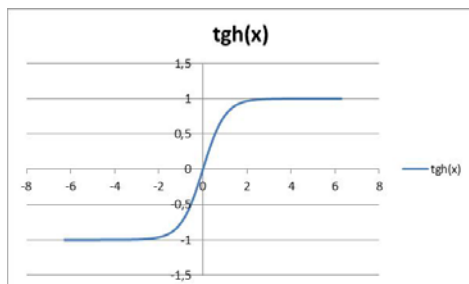
$$\cosh(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$$

$$\cosh'(x) = \sinh(x)$$

$$\int \cosh(x) \cdot dx = \sinh(x) + C$$

$$\cosh(0) = 1 \quad \cosh(\infty) = \infty \quad \cosh(-\infty) = \infty$$

TANGENTE HIPERBÓLICA



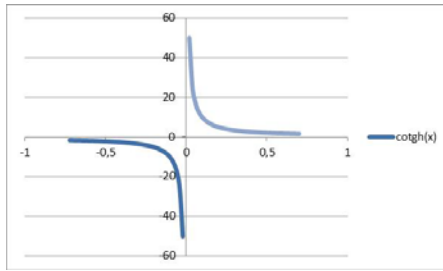
$$\operatorname{tgh}(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} = \frac{\sinh(x)}{\cosh(x)}$$

$$\operatorname{tgh}'(x) = \frac{1}{\cosh^2(x)} = \operatorname{sech}^2(x)$$

$$\int \operatorname{tgh}(x) \cdot dx = \log_e[\cosh(x)] + C$$

$$\operatorname{tgh}(0) = 0 \quad \operatorname{tgh}(\infty) = 1 \quad \operatorname{tgh}(-\infty) = -1$$

COTANGENTE HIPERBÓLICA



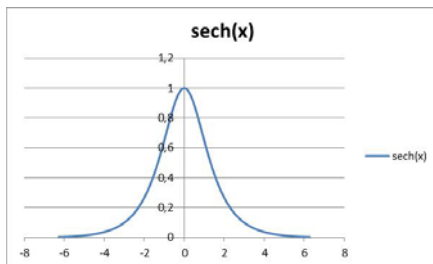
$$\operatorname{cotgh}(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{e^x - e^{-x}} = \frac{\cosh(x)}{\sinh(x)} = \frac{1}{\operatorname{tgh}(x)}$$

$$\operatorname{cotgh}(x)' = -\frac{1}{\sinh^2(x)} = -\operatorname{cosech}^2(x)$$

$$\int \operatorname{cotgh}(x) \cdot dx = \log_e[\sinh(x)] + C$$

$$\operatorname{cotgh}(0) = \infty \quad \operatorname{cotgh}(\infty) = 1 \quad \operatorname{cotgh}(-\infty) = -1$$

SECANTE HIPERBÓLICA



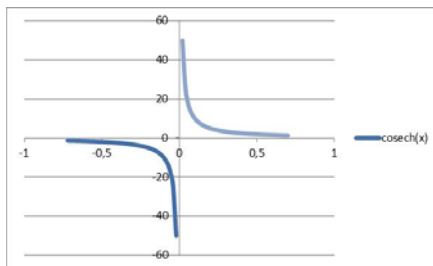
$$\operatorname{sech}(x) = \frac{2}{e^x + e^{-x}} = \frac{1}{\cosh(x)}$$

$$\operatorname{sech}(x)' = -\operatorname{tgh}(x) \cdot \operatorname{sech}(x)$$

$$\int \operatorname{sech}(x) \cdot dx = 2 \cdot \operatorname{arctg}(e^x) + C$$

$$\operatorname{sech}(0) = 1 \quad \operatorname{sech}(\infty) = 0 \quad \operatorname{sech}(-\infty) = 0$$

COSECANTE HIPERBÓLICA



$$\operatorname{cosech}(x) = \frac{2}{e^x - e^{-x}} = \frac{1}{\sinh(x)}$$

$$\operatorname{cosech}(x)' = -\operatorname{cotgh}(x) \operatorname{cosech}(x)$$

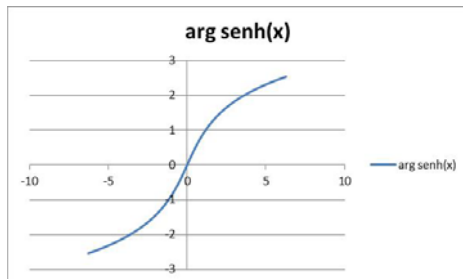
$$\int \operatorname{cosech}(x) \cdot dx = \log_e \left[\operatorname{tgh} \left(\frac{x}{2} \right) \right] + C$$

$$\operatorname{cosech}(0) = \infty \quad \operatorname{cosech}(\infty) = 0 \quad \operatorname{cosech}(-\infty) = 0$$

3.2.10.6 FUNCIONES HIPERBÓLICAS INVERSAS

Dada la abscisa o la ordenada del punto P, de la hipérbola, las funciones que las convierten en el ángulo correspondiente, medido en radianes hiperbólicos, se denominan argumento del coseno hiperbólico y argumento del seno hiperbólico, respectivamente

ARGUMENTO SENO HIPERBÓLICO

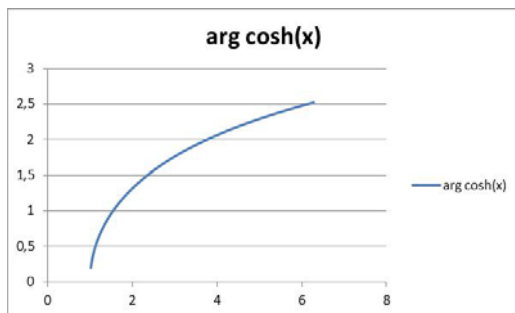


$$y(x) = \arg \operatorname{senh}(x) = \operatorname{Ln} \left| x + \sqrt{x^2 + 1} \right|$$

$$y'(x) = \frac{1}{\sqrt{x^2 + 1}}$$

$$\int \arg \operatorname{senh}(x) \cdot dx = x \cdot \operatorname{Ln} \left| x + \sqrt{x^2 + 1} \right| - \sqrt{x^2 + 1}$$

ARGUMENTO COSENO HIPERBÓLICO

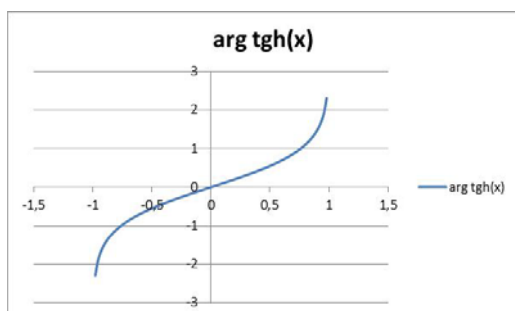


$$y(x) = \arg \operatorname{cosh}(x) = \operatorname{Ln} \left| x + \sqrt{x^2 - 1} \right|$$

$$y'(x) = \frac{1}{\pm \sqrt{x^2 - 1}} \quad \text{para } -1 < x < 1$$

$$\int \arg \operatorname{cosh}(x) \cdot dx = x \cdot \operatorname{Ln} \left| x + \sqrt{x^2 - 1} \right| - \sqrt{x^2 - 1}$$

ARGUMENTO TANGENTE HIPERBÓLICA

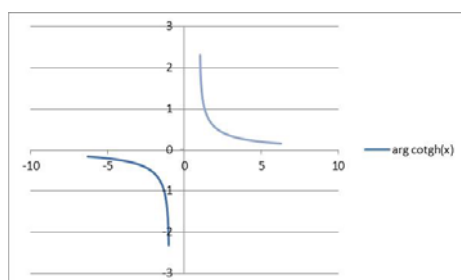


$$y(x) = \arg \operatorname{tgh}(x) = \frac{1}{2} \cdot \operatorname{Ln} \left| \frac{1+x}{1-x} \right| \quad \text{para } |x| \leq 1$$

$$y'(x) = \frac{1}{1-x^2}$$

$$\int \arg \operatorname{tgh}(x) \cdot dx = \frac{1}{2} \cdot \left[x \cdot \operatorname{Ln} \left| \frac{1+x}{1-x} \right| + \operatorname{Ln} |1-x^2| \right]$$

ARGUMENTO COTANGENTE HIPERBÓLICA

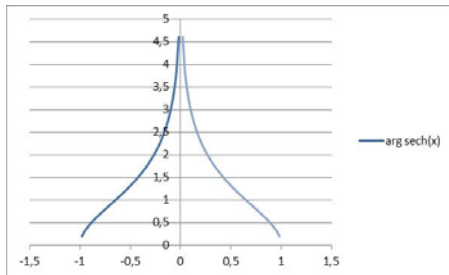


$$y(x) = \arg \operatorname{cotgh}(x) = \frac{1}{2} \cdot \operatorname{Ln} \left| \frac{x+1}{x-1} \right|$$

$$y'(x) = -\frac{1}{1-x^2}$$

$$\int \arg \operatorname{cotgh}(x) \cdot dx = \frac{1}{2} \cdot \left[x \cdot \operatorname{Ln} \left| \frac{x+1}{x-1} \right| + \operatorname{Ln} |x^2 - 1| \right]$$

ARGUMENTO SECANTE HIPERBÓLICA

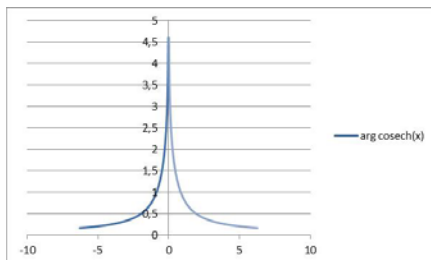


$$y(x) = \operatorname{argsech} \xi = \operatorname{Ln} \left| \frac{1 + \sqrt{1 - x^2}}{x} \right| \quad \text{para } -1 < x < 1$$

$$y'(x) = -\frac{1}{x \cdot \sqrt{1 - x^2}} \quad \text{para } -1 < x < 1$$

$$\int \operatorname{argsech} \xi \, dx = x \cdot \operatorname{Ln} \left| \frac{1 + \sqrt{1 - x^2}}{x} \right| + \operatorname{argsen} \xi$$

ARGUMENTO COSECANTE HIPERBÓLICA



$$y(x) = \operatorname{argcosech} \xi = \operatorname{Ln} \left| \frac{1 + \sqrt{1 + x^2}}{x} \right|$$

$$y'(x) = -\frac{1}{x \cdot \sqrt{1 + x^2}}$$

$$\int \operatorname{argcosech} \xi \, dx = x \cdot \operatorname{Ln} \left| \frac{1 + \sqrt{1 + x^2}}{x} \right| + \operatorname{Ln} \left(x + \sqrt{1 + x^2} \right)$$

3.2.10.7 DESARROLLO EN SERIE DE LAS FUNCIONES HIPERBÓLICAS

$$\operatorname{senh} \xi = x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \frac{x^7}{7!} + \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}$$

$$\operatorname{cosh} \xi = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \frac{x^6}{6!} + \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n}}{(2n)!}$$

$$\operatorname{tgh} \xi = x - \frac{x^3}{3} + \frac{2x^5}{15} - \frac{17x^7}{315} + \dots \quad \text{para } |x| < \frac{\pi}{2}$$

$$\operatorname{sech} \xi = 1 - \frac{x^2}{2} + \frac{5x^4}{24} - \frac{61x^6}{720} + \dots \quad \text{para } |x| < \frac{\pi}{2}$$

$$\operatorname{cotgh} \xi = \frac{1}{x} + \frac{x}{3} - \frac{x^3}{45} + \frac{2x^5}{945} + \dots \quad \text{para } 0 < |x| < \pi$$

$$\operatorname{cosech} \xi = \frac{1}{x} - \frac{x}{6} + \frac{7x^3}{360} - \frac{31x^5}{15120} + \dots \quad \text{para } 0 < |x| < \pi$$

3.2.10.8 RELACIONES ENTRE FUNCIONES HIPERBÓLICAS

$$\sinh(x) + \cosh(x) = e^x$$

$$\cosh(x) - \sinh(x) = e^{-x}$$

$$\cosh^2(x) - \sinh^2(x) = 1$$

$$\sinh(x \pm y) = \sinh(x) \cosh(y) \pm \sinh(y) \cosh(x)$$

$$\sinh(x + y + z) = \sinh(x) \cosh(y) \cosh(z) + \cosh(x) \sinh(y) \cosh(z) + \cosh(x) \cosh(y) \sinh(z) + \sinh(x) \sinh(y) \sinh(z)$$

$$\sinh(2x) = 2 \cdot \sinh(x) \cosh(x)$$

$$\cosh(x \pm y) = \cosh(x) \cosh(y) \pm \sinh(x) \sinh(y)$$

$$\cosh(2x) = \sinh^2(x) + \cosh^2(x) = 2 \cdot \sinh^2(x) + 1 = 2 \cdot \cosh^2(x) - 1$$

$$\sinh^2(x) = \frac{\cosh(2x) - 1}{2}$$

$$\cosh^2(x) = \frac{\cosh(2x) + 1}{2}$$

$$\operatorname{tgh}(x \pm y) = \frac{\operatorname{tgh}(x) \pm \operatorname{tgh}(y)}{1 \pm \operatorname{tgh}(x) \operatorname{tgh}(y)}$$

$$\operatorname{tgh}(2x) = \frac{2 \cdot \operatorname{tgh}(x)}{1 + \operatorname{tgh}^2(x)}$$

$$\operatorname{sech}^2(x) = 1 - \operatorname{tgh}^2(x)$$

$$\operatorname{cosech}^2(x) = \operatorname{cotgh}^2(x) - 1$$

$$\sinh\left(\frac{x}{2}\right) = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot (\cosh(x) - 1)}$$

$$\cosh\left(\frac{x}{2}\right) = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot (\cosh(x) + 1)}$$

$$\operatorname{tgh}\left(\frac{x}{2}\right) = \frac{\sinh(x)}{1 + \cosh(x)} = \frac{\cosh(x) - 1}{\sinh(x)}$$

3.2.10.9 RELACIÓN ENTRE LAS FUNCIONES HIPERBÓLICAS Y LAS CIRCULARES (TRIGONOMÉTRICAS)

El vínculo es la fórmula de Euler $e^{jx} = \cos(x) + j \sin(x)$ $e^{-jx} = \cos(x) - j \sin(x)$

$$\cos(x) = \cosh(jx) \quad \cos(jx) = \cosh(x)$$

$$\sin(x) = -j \sinh(jx) \quad -j \sin(jx) = \sinh(x) \quad \sin(jx) = j \cdot \sinh(x)$$

3.2.10.10 INTEGRACIÓN DE FUNCIONES HIPERBÓLICAS

$$\int \sinh^2(x) \cdot dx = \frac{1}{2} \cdot [\sinh(x) \cosh(x) - x] + C$$

$$\int \cosh^2(x) \cdot dx = \frac{1}{2} \cdot [\sinh(x) \cosh(x) + x] + C$$

$$\int \operatorname{tgh}^2(x) \cdot dx = (x - \operatorname{tgh}(x)) + C$$

3.2.10.11 RESOLUCIÓN DE INTEGRALES

$$\int \frac{f'(x)}{\sqrt{1+(f(x))^2}} \cdot dx = \operatorname{arg} \sinh(f(x)) + C$$

$$\int \frac{f'(x)}{\sqrt{(f(x))^2 - 1}} \cdot dx = \operatorname{arg} \cosh(f(x)) + C$$

$$\int \frac{f'(x)}{\sqrt{1-(f(x))^2}} \cdot dx = \operatorname{arg} \operatorname{tgh}(f(x)) + C$$

RESOLUCIÓN DE $\int \sqrt{x^2 \pm k} \cdot dx$

$$\int \sqrt{x^2 + k} \cdot dx$$

Cambio de variable $x = \sqrt{k} \cdot \sinh(t)$ y $dx = \sqrt{k} \cdot \cosh(t) dt$

$$\begin{aligned} \int \sqrt{x^2 + k} \cdot dx &= \int \sqrt{(\sqrt{k} \cdot \sinh(t))^2 + k} \cdot \sqrt{k} \cdot \cosh(t) dt = \int \sqrt{k \cdot \sinh^2(t) + k} \cdot \sqrt{k} \cdot \cosh(t) dt = \\ &= \int \sqrt{k} \cdot \sqrt{\sinh^2(t) + 1} \cdot \sqrt{k} \cdot \cosh(t) dt = k \cdot \int \sqrt{\sinh^2(t) + 1} \cdot \cosh(t) dt \end{aligned}$$

$$\cosh^2(t) = \sinh^2(t) + 1$$

$$= k \cdot \int \cosh(t) \cdot \cosh(t) dt = k \cdot \int \cosh^2(t) dt$$

$$\int \sqrt{x^2 - k} \cdot dx$$

Cambio de variable $x = \sqrt{k} \cdot \cosh(t)$ y $dx = \sqrt{k} \cdot \sinh(t) dt$

$$\begin{aligned} \int \sqrt{x^2 - k} \cdot dx &= \int \sqrt{(\sqrt{k} \cdot \cosh(t))^2 - k} \cdot \sqrt{k} \cdot \sinh(t) dt = \int \sqrt{k \cdot \cosh^2(t) - k} \cdot \sqrt{k} \cdot \sinh(t) dt = \\ &= \int \sqrt{k} \cdot \sqrt{\cosh^2(t) - 1} \cdot \sqrt{k} \cdot \sinh(t) dt = k \cdot \int \sqrt{\cosh^2(t) - 1} \cdot \sinh(t) dt \end{aligned}$$

$$\sinh^2(t) = \cosh^2(t) - 1$$

$$= k \cdot \int \sinh(t) \cdot \sinh(t) dt = k \cdot \int \sinh^2(t) dt$$

3.2.10.12 FUNCIONES HIPERBÓLICAS DE ÁNGULO HIPERBÓLICO IMAGINARIO

$$\begin{aligned} \operatorname{sen} jx &= j \cdot \operatorname{senh} x & \cos jx &= \cosh x & \operatorname{tg} jx &= j \cdot \operatorname{tg} x \\ \operatorname{cotg} jx &= -j \cdot \operatorname{cotg} x & \operatorname{sech} jx &= \sec x & \operatorname{cosech} jx &= -j \cdot \operatorname{cosec} x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \operatorname{senh} x \pm jy &= \operatorname{senh} x \cdot \cos y \pm j \cdot \cosh x \cdot \operatorname{sen} y \\ \cosh x \pm jy &= \cosh x \cdot \cos y \pm j \cdot \operatorname{senh} x \cdot \operatorname{sen} y \end{aligned}$$

$$\operatorname{tgh} x \pm jy = \frac{\operatorname{tgh} x \pm j \cdot \operatorname{tg} y}{1 \pm j \cdot \operatorname{tgh} x \cdot \operatorname{tg} y}$$

$$\operatorname{senh} x + jy \cdot \operatorname{senh} x - jy = \frac{1}{2} \cdot \cosh(2x) - \frac{1}{2} \cdot \cos(2y)$$

$$\cosh x + jy \cdot \cosh x - jy = \frac{1}{2} \cdot \cosh(2x) + \frac{1}{2} \cdot \cos(2y)$$

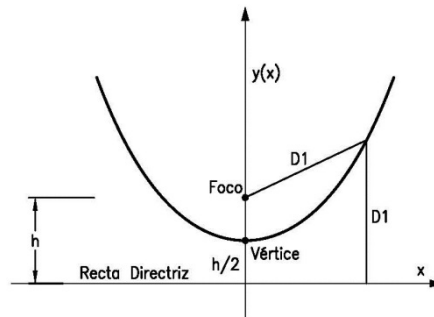
$$\operatorname{senh} x + jy \cdot \cosh x - jy = \frac{1}{2} \cdot \operatorname{senh}(2x) + \frac{1}{2} \cdot \operatorname{sen}(2y)$$

$$\cosh x + jy \cdot \operatorname{senh} x - jy = \frac{1}{2} \cdot \operatorname{senh}(2x) - \frac{1}{2} \cdot \operatorname{sen}(2y)$$

3.3 LA PARÁBOLA

3.3.1 ECUACIÓN DE LA PARÁBOLA

La parábola se puede definir como los puntos que están a igual distancia del foco y de la recta directriz.



La utilización de la ecuación de la parábola para el cálculo de líneas aéreas es una aproximación de las ecuaciones de la catenaria, que permiten un tratamiento más sencillo.

La ecuación de la catenaria es $y(x) = h \cdot \cosh\left(\frac{x}{h}\right)$ $h = \frac{T_H}{p}$

Si hacemos una traslación del eje de abscisas, de forma que pase por el vértice de la curva:

$$y(x) = h \cdot \cosh\left(\frac{x}{h}\right) - h = h \cdot \left[\cosh\left(\frac{x}{h}\right) - 1 \right]$$

Los desarrollos en serie de las funciones hiperbólicas por las fórmulas de Mac Laurin son:

$$\cosh(x) = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \dots \quad \sinh(x) = x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \dots$$

Sustituimos $\cosh(x)$ por los dos primeros términos del desarrollo en serie, despreciando todos los demás.

$$y(x) = h \cdot \left[1 + \frac{\left(\frac{x}{h}\right)^2}{2!} - 1 \right] = h \cdot \frac{\left(\frac{x}{h}\right)^2}{2!} = \frac{x^2}{2 \cdot h}$$

$y(x) = \frac{x^2}{2 \cdot h} = \frac{x^2 \cdot p}{2 \cdot T_H}$

Para puntos que no estén muy alejados del eje vertical, la parábola puede sustituir con suficiente aproximación a la catenaria. No en el caso de puntos alejados del eje vertical en vanos muy grandes y/o muy desnivelados.

3.3.2 CÁLCULO DE LA FLECHA

3.3.2.1 VANO A NIVEL

Considerando un vano a nivel ($d=0$), donde en $x=0$ $T=T_H$

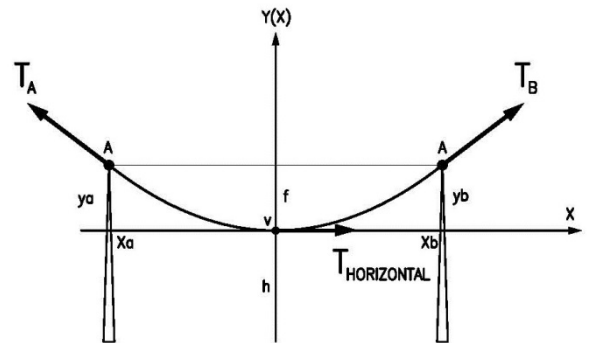
La flecha se calcula como: $f = y(x_B) - y(0)$

$$y(x_B) = \frac{(x_B)^2 \cdot p}{2 \cdot T_H} \quad y(0) = 0 \quad f = \frac{(x_B)^2 \cdot p}{2 \cdot T_H}$$

$$x_B = \frac{a}{2} \quad f = \frac{\left(\frac{a}{2}\right)^2 \cdot p}{2 \cdot T_H} = \frac{a^2 \cdot p}{8 \cdot T_H} = \frac{a^2}{8 \cdot h}$$

$f = \frac{a^2 \cdot p}{8 \cdot T_H} = \frac{a^2}{8 \cdot h}$

 Cálculo de la flecha aproximada en un vano a nivel.

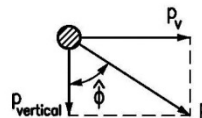


3.3.2.2 CONSIDERACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL CONDUCTOR DEBIDO A LA ACCIÓN DEL VIENTO.

Las ecuaciones de la parábola se aplican en vanos a nivel ($d=0$). Entonces no se considera un aumento de la proyección horizontal del vano (a), ni una disminución del desnivel. Por tanto, no es de aplicación el desplazamiento del conductor debido a la acción del viento.

La flecha, en la hipótesis de viento, se calcula con la ecuación siguiente:

$$f = \frac{a^2 \cdot p}{8 \cdot T_H} \quad \text{siendo} \quad p = \sqrt{p_{\text{VERTICAL}}^2 + p_V^2}$$



Estaría contenida en el plano oblicuo que forma

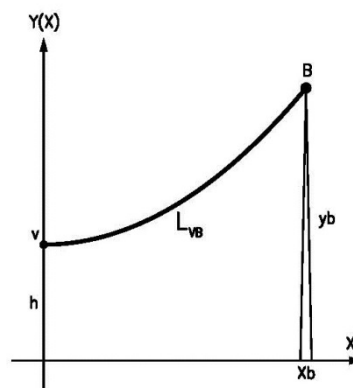
Para calcular la distancia al terreno habría que multiplicar la flecha por $\cos(\phi)$, siendo $f' = f \cdot \cos(\phi)$, aunque no se suele aplicar para considerar una distancia de seguridad mayor.

El cálculo de la flecha, en la hipótesis de viento, se suele considerar en estas condiciones explicadas anteriormente.

3.3.3 LONGITUD DEL CONDUCTOR EN UN VANO

Según las ecuaciones de la catenaria, la longitud de la curva entre su vértice y un extremo es:

$$L_{vB} = h \cdot \operatorname{senh}\left(\frac{x_B}{h}\right) \quad h = \frac{T_H}{p}$$



En un vano a nivel $x_B = \frac{a}{2}$ y la longitud de la curva sería igual a $L_{\text{VANO}} = 2 \cdot L_{\text{VB}}$

Se puede sustituir $\sinh(x) = x + \frac{x^3}{3!}$

$$L_{\text{VANO}} = 2 \cdot h \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right) = a + \frac{a^3}{24 \cdot h^2} = a + \frac{a^3 \cdot p^2}{24 \cdot T_H^2}$$

$$L_{\text{VANO}} = a + \frac{a^3}{24 \cdot h^2} = a + \frac{a^3 \cdot p^2}{24 \cdot T_H^2}$$

3.3.3.1 CONSIDERACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL CONDUCTOR DEBIDO A LA ACCIÓN DEL VIENTO

No aplica, ya que las ecuaciones de la parábola consideran los vanos a nivel ($d=0$).

3.3.4 CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN LOS EXTREMOS EN FUNCIÓN DE LA TENSIÓN HORIZONTAL

Según la propiedad de la catenaria $T_B - T_A = p \cdot (y_B - y_A)$. Según las propiedades de la parábola, la flecha en un vano que está a nivel ($d=0$) se produce en el punto medio del vano.

$$T_B = T_A = T_H + p \cdot f \quad f = \frac{a^2 \cdot p}{8 \cdot T_H}$$

$$T_B = T_A = T_H + \frac{a^2 \cdot p^2}{8 \cdot T_H}$$

3.3.4.1 CONSIDERACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL CONDUCTOR DEBIDO A LA ACCIÓN DEL VIENTO

No aplica, ya que las ecuaciones de la parábola consideran los vanos a nivel ($d=0$).

3.3.5 CÁLCULO DE LA TENSIÓN HORIZONTAL EN FUNCIÓN DE LA TENSIÓN MÁXIMA EN EL EXTREMO

Según [3.3.4] $T_{\text{MÁXIMA}} = T_H + \frac{a^2 \cdot p^2}{8 \cdot T_H}$ entonces

$$T_H = \frac{T_{\text{MÁXIMA}} + \sqrt{(T_{\text{MÁXIMA}})^2 - \frac{a^2 \cdot p^2}{2}}}{2}$$

$$T_m = \frac{b}{a} \cdot \frac{T_{\text{MÁXIMA}} + \sqrt{(T_{\text{MÁXIMA}})^2 - \frac{a^2 \cdot p^2}{2}}}{2}$$

Ecuaciones para un vano a nivel.

Al resolver la ecuación de segundo grado nos aparecen dos soluciones según utilicemos el signo más o menos anterior a la raíz. Y es que efectivamente existen dos soluciones, una en la que la componente horizontal de la tensión tiene un valor apreciable y normal, llegándose a la tensión en el extremo por la influencia del peso del conductor en el vano, y otra en el que la tensión T_H es reducida. La solución que nos interesa es la correspondiente al signo más.

3.3.5.1 CONSIDERACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL CONDUCTOR DEBIDO A LA ACCIÓN DEL VIENTO

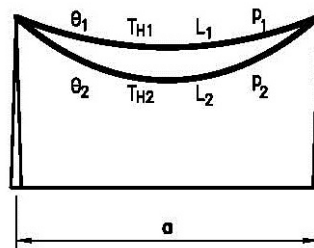
No aplica, ya que las ecuaciones de la parábola consideran los vanos a nivel ($d=0$).

3.3.6 ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES

La ecuación de cambio de condiciones (ECC) con las ecuaciones de la parábola es una simplificación de la ECC con las ecuaciones de la catenaria, aplicable a vanos a nivel ($d=0$), considerando un modelo de deformación lineal. A medida que las inclinaciones del vano son mayores, los errores en los cálculos de las longitudes de las curvas son mayores.

3.3.6.1 CANTÓN CON UN ÚNICO VANO

<u>Condiciones iniciales (1)</u>	<u>Condiciones finales (2)</u>
p_1 , peso por metro lineal [daN/m]	P_2 , peso por metro lineal [daN/m]
θ_1 , temperatura inicial del conductor [°C]	θ_2 , temperatura final del conductor [°C]
L_1 , longitud de la curva del vano [m]	L_2 , longitud de la curva del vano [m]
T_{H1} , componente horizontal de la tensión [daN]	T_{H2} , componente horizontal de la tensión [daN]
h_1 , parámetro de la catenaria [m]	h_2 , parámetro de la catenaria [m]
<u>Características del conductor</u>	
α , coeficiente de dilatación lineal [°C ⁻¹]	
E , módulo de elasticidad [daN/mm ²]	
S , sección del conductor [mm ²]	



La ecuación de cambio de condiciones, con las ecuaciones de la catenaria:

$$L_2 - L_1 = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot L + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} \cdot L \cdot \frac{b}{a}$$

Se consideran las siguientes aproximaciones:

$$- L_1 = a + \frac{a^3 \cdot p_1^2}{24 \cdot T_{H1}^2} \quad L_2 = a + \frac{a^3 \cdot p_2^2}{24 \cdot T_{H2}^2}$$

$$- b = a \quad \text{y por tanto} \quad \frac{b}{a} = 1$$

- Se toma la componente horizontal de la tensión (T_H) como valor medio de la fuerza de tracción interna del conductor a lo largo de todo el vano.

- Se sustituye la longitud de la curva por la longitud del vano $L=a$, ya que las diferencias entre longitudes reales de las curvas y la de los vanos, no son significativas.

La ecuación se convierte:

$$a + \frac{a^3 \cdot p_2^2}{24 \cdot T_{H2}^2} - \left(a + \frac{a^3 \cdot p_1^2}{24 \cdot T_{H1}^2} \right) = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot a + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} \cdot a$$

$$\frac{a^2 \cdot p_2^2}{24 \cdot T_{H2}^2} - \frac{a^2 \cdot p_1^2}{24 \cdot T_{H1}^2} = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E}$$

Ecuación de cambio de condiciones o estado

Esta ecuación permite calcular T_{H2} conocidos θ_1 , p_1 , T_{H1} , θ_2 y p_2 .

La ecuación se puede transformar, teniendo en cuenta:

$$w = \frac{p_p}{S} [\text{daN} / \text{m} / \text{mm}^2], \text{ peso propio por unidad de volumen}$$

$$t = \frac{T_H}{S} [\text{daN} / \text{mm}^2], \text{ tracción horizontal por unidad de superficie}$$

$$m = \frac{p}{p_p} [\text{sin unidades}], \text{ coeficiente de sobrecarga}$$

$$\frac{a^2 \cdot w^2}{24} \cdot \left(\frac{m_2^2}{t_2^2} - \frac{m_1^2}{t_1^2} \right) = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{1}{E} \cdot (t_2 - t_1)$$

La ecuación de cambio de condiciones es una ecuación cúbica en t y puede ponerse de la forma:

$$t_2^2 \cdot [t_2 + A] = B$$

$$A = \alpha \cdot E \cdot (\theta_2 - \theta_1) + K$$

$$K = \frac{a^2 \cdot E \cdot w^2 \cdot m_1^2}{24 \cdot t_1^2} - t_1$$

$$B = \frac{a^2 \cdot E \cdot w^2 \cdot m_2^2}{24}$$

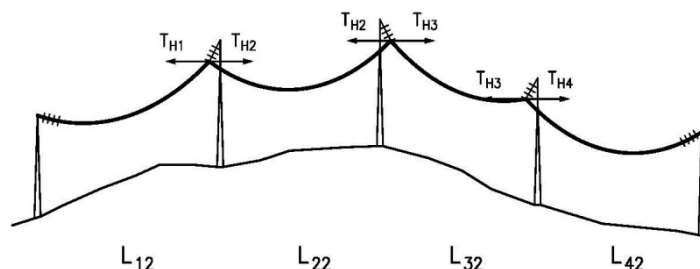
$$T_{H2} = t_2 \cdot S$$

La incógnita es t_2 , y se resuelve utilizando un método de aproximaciones sucesivas, como el método de la bisección, explicado en el punto [3.7].

Esta ecuación se ha deducido partiendo de ciertas simplificaciones, y por tanto dará soluciones aproximadas y admisibles siempre que se aplique a vanos menores de 300 m y con pendientes menores del 10 %.

3.3.6.2 CANTÓN CON VARIOS VANOS

Igualadas las componentes horizontales de las tensiones en el momento del tendido en todos los vanos del tramo (consiguiendo así la verticalidad de las cadenas), al variar las condiciones de equilibrio tienden a producirse diferencias de tensiones en los distintos vanos, si todos ellos no son de la misma longitud, que es lo habitual. Ello da lugar a una inclinación de las cadenas de suspensión, tal que se produce una igualación de las componentes horizontales en todos los vanos, en las nuevas condiciones de equilibrio. Se desprecia el desequilibrio residual que desvía la cadena de suspensión.



En uno de los vanos del cantón, de longitud a_i , se cumplirá:

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot a_i + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} \cdot a_i - \frac{a_i^3}{24} \cdot \left(\frac{p_2^2}{T_{H2}^2} - \frac{p_1^2}{T_{H1}^2} \right) = \Delta a_i$$

Planteando esta misma ecuación para los n -vanos del cantón, y sumándolos:

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot \sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} a_i + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} \cdot \sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} a_i - \frac{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} a_i^3}{24} \cdot \left(\frac{p_2^2}{T_{H2}^2} - \frac{p_1^2}{T_{H1}^2} \right) = \sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} \Delta a_i$$

Como los apoyos extremos tienen cadenas de amarre, las desviaciones de las cadenas de suspensión se compensarán unas con otras en los distintos vanos del tramo de forma

que $\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} \Delta a_i = 0$.

$$\text{Por tanto } \sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} a_i \cdot \left[\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} \right] - \frac{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} a_i^3}{24} \cdot \left(\frac{p_2^2}{T_{H2}^2} - \frac{p_1^2}{T_{H1}^2} \right) = 0$$

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} - \frac{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} a_i^3}{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} a_i} \cdot \frac{1}{24} \cdot \left(\frac{p_2^2}{T_{H2}^2} - \frac{p_1^2}{T_{H1}^2} \right) = 0$$

El estudio de un cantón con vanos a nivel es equivalente al estudio de un solo vano a nivel, de longitud ficticia, llamado vano ideal de regulación (a_r).

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} - \frac{a_r^2}{24} \cdot \left(\frac{p_2^2}{T_{H2}^2} - \frac{p_1^2}{T_{H1}^2} \right) = 0$$

$$a_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} a_i^3}{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} a_i}} \quad \text{Denominado Vano Ideal de Regulación (VIR)}$$

Las aproximaciones que se han considerado, además de las indicadas en el apartado del cantón con un único vano, son:

- $\Delta L_i = \Delta a_i$, el incremento de la longitud de hilo es igual al incremento de la longitud del vano.

La ecuación se puede transformar, teniendo en cuenta:

$$w = \frac{p_p}{S} [\text{daN} / \text{m} / \text{mm}^2], \text{ peso propio por unidad de volumen}$$

$$t = \frac{T_H}{S} [\text{daN} / \text{mm}^2], \text{ tracción horizontal por unidad de superficie}$$

$$m = \frac{p}{p_p} [\text{sin unidades}], \text{ coeficiente de sobrecarga}$$

$$\frac{a_r^2 \cdot w^2}{24} \cdot \left(\frac{m_2^2}{t_2^2} - \frac{m_1^2}{t_1^2} \right) = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{1}{E} \cdot (t_2 - t_1)$$

$$t_2^2 \cdot [t_2 + A] = B$$

$$A = \alpha \cdot E \cdot (\theta_2 - \theta_1) + K$$

$$K = \frac{a_r^2 \cdot E \cdot w^2 \cdot m_1^2}{24 \cdot t_1^2} - t_1$$

$$B = \frac{a_r^2 \cdot E \cdot w^2 \cdot m_2^2}{24}$$

$$T_{H2} = t_2 \cdot S$$

La incógnita es t_2 , y se resuelve utilizando un método de aproximaciones sucesivas, como el método de la bisección, explicado en el punto [3.7].

Las ecuaciones de la parábola consideran todos los vanos a nivel ($d=0$). Cada uno de los vanos del cantón será, normalmente, de diferente longitud y por tanto, para realizar el cálculo mecánico y establecer las condiciones iniciales de partida en la ecuación de cambio de condiciones que garanticen que no se sobrepasa la tracción máxima admisible en el punto de fijación del conductor, se debe escoger la tracción horizontal inicial. Esta tracción horizontal inicial, T_1 , debe calcularse para el vano de mayor longitud ya que considerando que su valor es constante para todo el cantón, la tracción máxima se producirá en el punto de fijación del conductor del vano cuya flecha sea mayor, es decir, el de mayor longitud.

3.3.6.3 CONSIDERACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL CONDUCTOR DEBIDO A LA ACCIÓN DEL VIENTO

Las ecuaciones de la parábola se aplican en vanos a nivel ($d=0$). Entonces no habrá un aumento de la proyección horizontal del vano (a), ni una disminución del desnivel (d). Por tanto no se considera el desplazamiento de la curva de equilibrio del conductor debido a la acción del viento.

3.4 EL MÉTODO DE TRUXA

3.4.1 CÁLCULO DE LA FLECHA

Para el cálculo de la flecha, en el caso de vanos muy grandes y muy desnivelados, y considerando las propiedades de la parábola, el método de Truxa propone dos modificaciones en las ecuaciones de la parábola para obtener valores mucho más aproximados.

Aproximación 1

- Sustituir la longitud horizontal del vano a , por su longitud real b .
- Sustituir la tensión en el punto medio del vano en lugar de la componente horizontal.

$$f = \frac{a^2 \cdot p}{8 \cdot T_H} \longrightarrow f = \frac{b^2 \cdot p}{8 \cdot T_m} = \frac{b^2 \cdot p}{8 \cdot T_H \cdot \left(\frac{b}{a}\right)} = \frac{a \cdot b \cdot p}{8 \cdot T_H} \quad T_m = T_H \cdot \frac{b}{a} \quad h = \frac{T_H}{p}$$

$$f = \frac{a \cdot b \cdot p}{8 \cdot T_H} = \frac{a \cdot b}{8 \cdot h}$$

Aproximación 2

Utilizando tres términos del desarrollo en serie por Mac Laurin del coseno hiperbólico. La ecuación de la catenaria la flecha en el vano a nivel es:

$$f = h \cdot \left[\cosh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right) - 1 \right]$$

$$\cosh(x) = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \dots$$

$$f = \frac{x^2}{2 \cdot h} + \frac{x^4}{24 \cdot h^3}$$

$$\text{Para el caso de un vano a nivel } x = \frac{a}{2} \quad f = \frac{a^2}{8 \cdot h} + \frac{a^4}{384 \cdot h^3}$$

Sustituimos a por b , y T_H por T_m

$$f = \frac{a \cdot b \cdot p}{8 \cdot T_H} \cdot \left(1 + \frac{a^2 \cdot p^2}{48 \cdot T_H^2} \right)$$

3.4.1.1 CONSIDERACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL CONDUCTOR DEBIDO A LA ACCIÓN DEL VIENTO

En el punto [¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.] se estudia el conductor sometido a la acción del viento. Para calcular la flecha en el plano inclinado que se considera, habrá que sustituir el desnivel d , por el nuevo desnivel d_v , y la longitud proyectada del vano a , por la nueva longitud a_v .

$$b = \sqrt{a^2 + d^2} \quad a_v = \sqrt{b^2 - d_v^2} \quad d_v = d \cdot \cos(\phi) \quad \cos(\phi) = \frac{P_{\text{VERTICAL}}}{p}$$

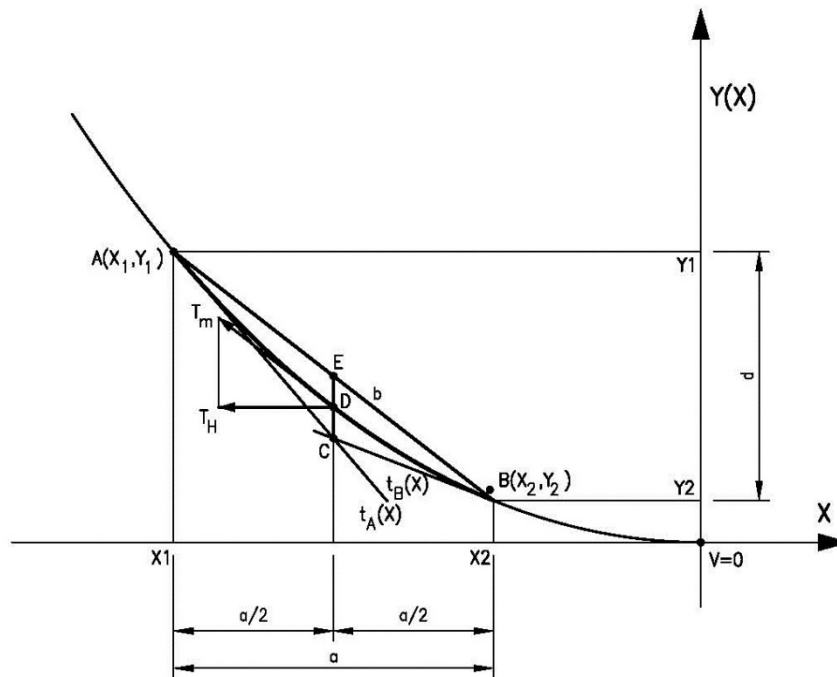
Aproximación 1

$$f = \frac{a_V \cdot b \cdot p}{8 \cdot T_H} = \frac{a_V \cdot b}{8 \cdot h}$$

Aproximación 2

$$f = \frac{a_V \cdot b \cdot p}{8 \cdot T_H} \cdot \left(1 + \frac{a_V^2 \cdot p^2}{48 \cdot T_H^2} \right)$$

3.4.1.2 PROPIEDADES DE LA PARÁBOLA EN VANOS DESNIVELADOS



La ecuación de la curva es $y(x) = \frac{x^2}{2 \cdot h} = \frac{x^2 \cdot p}{2 \cdot T_H}$

$$y_1 = y(A) = \frac{x_1^2 \cdot p}{2 \cdot T_H} \quad y_2 = y(B) = \frac{x_2^2 \cdot p}{2 \cdot T_H}$$

La tangente de la recta AB es igual a $\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\frac{x_2^2 \cdot p}{2 \cdot T_H} - \frac{x_1^2 \cdot p}{2 \cdot T_H}}{x_2 - x_1} = \frac{x_2 + x_1}{2 \cdot h}$

La tangente a la curva en el punto D es igual a $y'(x) = \left(\frac{x^2}{2 \cdot h} \right)' = \frac{x}{h}$ entonces

$$y'(x_D) = y'\left(\frac{x_2 + x_1}{2}\right) = \frac{x_2 + x_1}{2 \cdot h}$$

Lo que indica que la tangente a la curva trazada en el punto medio del vano es paralela a la recta que une los puntos AB.

La flecha se define como la distancia máxima vertical entre la recta AB y la curva. En una curva realizada por una parábola la flecha se produce en el punto medio del vano,

como se ha demostrado anteriormente (punto 3.2.4; la flecha se produce en el punto donde la recta tangente a la curva es paralela a la recta que une los dos puntos de sujeción).

Por otro lado, las tangentes a la curva en los puntos A y B tienen por ecuación:

$$t_A(x) = \frac{x_1^2}{2 \cdot h} + (x - x_1) \cdot \frac{x_1}{h} \quad t_A(x) - \frac{x_1^2}{2 \cdot h} = (x - x_1) \cdot \frac{x_1}{h}$$

$$t_B(x) = \frac{x_2^2}{2 \cdot h} + (x - x_2) \cdot \frac{x_2}{h} \quad t_B(x) - \frac{x_2^2}{2 \cdot h} = (x - x_2) \cdot \frac{x_2}{h}$$

Resolvemos el sistema de ecuaciones para obtener las coordenadas del punto de intersección de las dos tangentes. El resultado es:

$$x_C = \frac{x_2 + x_1}{2} \quad y_C = \frac{x_2 \cdot x_1}{2 \cdot h} \quad \text{que son las coordenadas del punto C.}$$

Buscamos la ordenada del punto D, y_D

$$y_D = y_{K_D} = y\left(\frac{x_1 + x_2}{2}\right) = \frac{\left(\frac{x_1 + x_2}{2}\right)^2}{2 \cdot h} = \frac{(x_1 + x_2)^2}{8 \cdot h}$$

Buscamos la ordenada del punto E, y_E

$$y_E = y_{K_E} = y\left(\frac{x_1 + x_2}{2}\right) = \frac{y_1 + y_2}{2} = \frac{\frac{x_1^2}{2 \cdot h} + \frac{x_2^2}{2 \cdot h}}{2} = \frac{x_1^2 + x_2^2}{4 \cdot h}$$

El segmento ED valdrá

$$ED = y(E) - y(D) = \frac{x_1^2 + x_2^2}{4 \cdot h} - \frac{(x_1 + x_2)^2}{8 \cdot h} = \frac{x_1^2 + x_2^2 - 2 \cdot x_1 \cdot x_2}{8 \cdot h}$$

$$\text{Sí } y(E) - 2 \cdot \overline{ED} = \frac{x_1 \cdot x_2}{2 \cdot h} \quad \text{que es igual a } Y_C$$

Esto quiere decir que $\overline{ED} = \overline{DC}$ ya que $y(E) - 2 \cdot \overline{ED} = Y_C$

En resumen, utilizando en el cálculo mecánico de conductores la ecuación de la parábola, como sustitución aproximada de la catenaria, resulta que:

1. La tangente a la curva en el punto medio del vano es paralela a la recta AB. La flecha o distancia máxima vertical entre la recta AB a la curva se produce en el punto medio del vano.
2. Las tangentes a las curvas en los puntos extremos del vano se cortan en la recta paralela al eje Y que pasa por el punto E, el medio del vano (punto medio de la recta AB).
3. Se verifica que $\overline{ED} = \overline{DC}$

Por consiguiente, entre la tensión en el conductor en el punto medio del vano, que denominaremos T_m , y la componente horizontal de la tensión T_H , existen las siguientes

relaciones:
$$T_m = \frac{a}{b} \cdot T_H \quad T_H = T_m \cdot \frac{b}{a}$$

3.4.2 LONGITUD DEL CONDUCTOR EN UN VANO

Según las ecuaciones de la catenaria, la longitud de un vano es igual:

$$l = \sqrt{d^2 + h^2} \cdot 2 \cdot \left[\cosh\left(\frac{a}{h}\right) - 1 \right]$$

Se puede sustituir $\cosh(x) = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!}$

$$l = \sqrt{b^2 + \frac{a^4}{12 \cdot h^2}}$$

3.4.2.1 CONSIDERACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL CONDUCTOR DEBIDO A LA ACCIÓN DEL VIENTO

Se sustituye la longitud proyectada del vano (a), por a_v .

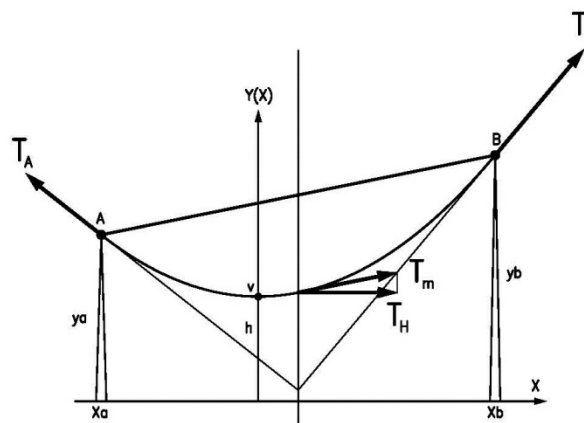
$$b = \sqrt{a^2 + d^2} \quad \cos(\phi) = \frac{P_{\text{VERTICAL}}}{p} \quad d_v = d \cdot \cos(\phi) \quad a_v = \sqrt{b^2 - d_v^2}$$

$$l = \sqrt{b^2 + \frac{a_v^4}{12 \cdot h^2}}$$

3.4.3 CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN LOS EXTREMOS EN FUNCIÓN DE LA TENSIÓN HORIZONTAL

Según la propiedad de la catenaria $T_B - T_A = p \cdot (y_B - y_A)$. Según las propiedades de la parábola:

- PROPIEDAD 1. Las tangentes a la curva trazadas en los extremos del vano se cortan en un punto que está contenido en una recta vertical que pasa por el punto medio de la recta AB de unión de los puntos de fijación.



- PROPIEDAD 2. La tangente a la curva en el punto medio del vano es paralela a la recta AB, donde $T_m = \frac{b}{a} \cdot T_H$ y $T_H = \frac{a}{b} \cdot T_m$.

Atendiendo a lo indicado anteriormente:

$$T_B = T_m + p \cdot \left(f + \frac{d}{2} \right) \quad T_A = T_m + p \cdot \left(f - \frac{d}{2} \right)$$

Aproximación 1

$$f = \frac{a \cdot b \cdot p}{8 \cdot T_H} = \frac{a \cdot b}{8 \cdot h}$$

$$T_B = T_H \cdot \frac{b}{a} + \frac{a \cdot b \cdot p}{8 \cdot h} + \frac{d \cdot p}{2}$$

$$T_A = T_H \cdot \frac{b}{a} + \frac{a \cdot b \cdot p}{8 \cdot h} - \frac{d \cdot p}{2}$$

Aproximación 2

$$f = \frac{a \cdot b \cdot p}{8 \cdot T_H} \cdot \left(1 + \frac{a^2 \cdot p^2}{48 \cdot T_H^2} \right)$$

$$T_B = T_H \cdot \frac{b}{a} + p \cdot \left[\frac{a \cdot b}{8 \cdot h} \cdot \left(1 + \frac{a^2}{48 \cdot h^2} \right) + \frac{d}{2} \right]$$

$$T_A = T_H \cdot \frac{b}{a} + p \cdot \left[\frac{a \cdot b}{8 \cdot h} \cdot \left(1 + \frac{a^2}{48 \cdot h^2} \right) - \frac{d}{2} \right]$$

La tensión máxima será T_B cuando $d > 0$ y T_A cuando $d < 0$.

3.4.3.1 CONSIDERACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL CONDUCTOR DEBIDO A LA ACCIÓN DEL VIENTO

El desnivel d , se sustituye por el nuevo desnivel d_V , y la longitud proyectada del vano (a), por a_V .

$$b = \sqrt{a^2 + d^2} \quad \cos(\phi) = \frac{p_{\text{VERTICAL}}}{p} \quad d_V = d \cdot \cos(\phi) \quad a_V = \sqrt{b^2 - d_V^2}$$

Aproximación 1

$$T_B = T_H \cdot \frac{b}{a_V} + \frac{a_V \cdot b \cdot p}{8 \cdot h} + \frac{d_V \cdot p}{2}$$

$$T_A = T_H \cdot \frac{b}{a_V} + \frac{a_V \cdot b \cdot p}{8 \cdot h} - \frac{d_V \cdot p}{2}$$

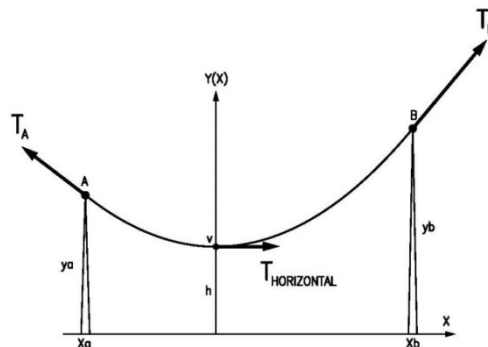
Aproximación 2

$$T_B = T_H \cdot \frac{b}{a_V} + p \cdot \left[\frac{a_V \cdot b}{8 \cdot h} \cdot \left(1 + \frac{a_V^2}{48 \cdot h^2} \right) + \frac{d_V}{2} \right]$$

$$T_A = T_H \cdot \frac{b}{a_V} + p \cdot \left[\frac{a_V \cdot b}{8 \cdot h} \cdot \left(1 + \frac{a_V^2}{48 \cdot h^2} \right) - \frac{d_V}{2} \right]$$

3.4.4 CÁLCULO DE LA TENSIÓN HORIZONTAL EN FUNCIÓN DE LA TENSIÓN MÁXIMA EN EL EXTREMO

La tensión máxima en la curva catenaria se da en el extremo más elevado. En el caso de que sea un vano a nivel, la tensión en los dos extremos será igual.



Aproximadamente $T_{MÁXIMA} = T_m + p \cdot \left(f + \frac{d}{2} \right)$, ya que la flecha no se produce exactamente en el medio del vano.

$$\text{Aproximación 1} \quad T_m = T_H \cdot \frac{b}{a} \quad f = \frac{a \cdot b \cdot p}{8 \cdot T_H}$$

$$T_{MÁXIMA} = T_H \cdot \frac{b}{a} + p \cdot \left(\frac{a \cdot b \cdot p}{8 \cdot T_H} + \frac{|d|}{2} \right) = T_H \cdot \frac{b}{a} + \frac{a \cdot b \cdot p^2}{8 \cdot T_H} + \frac{|d| \cdot p}{2}$$

$$|d|, \text{ para que de los mismo } d > 0 \text{ o } d < 0 \quad T_H \cdot \frac{b}{a} + \frac{a \cdot b \cdot p^2}{8 \cdot T_H} + \frac{|d| \cdot p}{2} - T_{MÁXIMA} = 0$$

$$T_H = \frac{T_{MÁXIMA} - \frac{|d| \cdot p}{2} + \sqrt{\left(\frac{|d| \cdot p}{2} - T_{MÁXIMA} \right)^2 - \frac{b^2 \cdot p^2}{2}}}{2 \cdot \frac{b}{a}}$$

$$T_m = \frac{T_{MÁXIMA} - \frac{|d| \cdot p}{2} + \sqrt{\left(\frac{|d| \cdot p}{2} - T_{MÁXIMA} \right)^2 - \frac{b^2 \cdot p^2}{2}}}{2}$$

Aproximación 2

$$T_{EXTREMO} = T_H \cdot \frac{b}{a} + p \cdot \left[\frac{a \cdot b}{8 \cdot h} \cdot \left(1 + \frac{a^2}{48 \cdot h^2} \right) + \frac{|d|}{2} \right]$$

$|d|$, para que de los mismo $d > 0$ o $d < 0$

$$T_H^4 \cdot (384 \cdot b) + T_H^3 \cdot (192 \cdot |d| \cdot p \cdot a - 384 \cdot T_{EXTREMO} \cdot a) + T_H^2 \cdot (a^2 \cdot b \cdot p^2 \cdot 48) + a^4 \cdot b \cdot p^4 = 0$$

La única incógnita es T_H (Tensión horizontal de la curva catenaria). Para resolver la ecuación es necesario utilizar un método de aproximaciones sucesivas, como el método de la bisección [punto 0].

Se ha creado la aplicación Tensión horizontal.xlsm [ver punto 11.7] que calcula lo anteriormente explicado.

3.4.4.1 CONSIDERACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL CONDUCTOR DEBIDO A LA ACCIÓN DEL VIENTO

El desnivel d , se sustituye por el nuevo desnivel d_v , y la longitud proyectada del vano (a), por a_v .

$$b = \sqrt{a^2 + d^2} \quad \cos(\phi) = \frac{p_{VERTICAL}}{p} \quad d_v = d \cdot \cos(\phi) \quad a_v = \sqrt{b^2 - d_v^2}$$

Aproximación 1

$$T_H = \frac{T_{MÁXIMA} - \frac{|d_v| \cdot p}{2} + \sqrt{\left(\frac{|d_v| \cdot p}{2} - T_{MÁXIMA} \right)^2 - \frac{b^2 \cdot p^2}{2}}}{2 \cdot \frac{b}{a_v}}$$

Aproximación 2

$$T_H^4 \cdot (384 \cdot b) + T_H^3 \cdot (192 \cdot |d_V| \cdot p \cdot a_V - 384 \cdot T_{EXTREMO} a_V) + T_H^2 \cdot (a_V^2 \cdot b \cdot p^2 \cdot 48) + a_V^4 \cdot b \cdot p^4 = 0$$

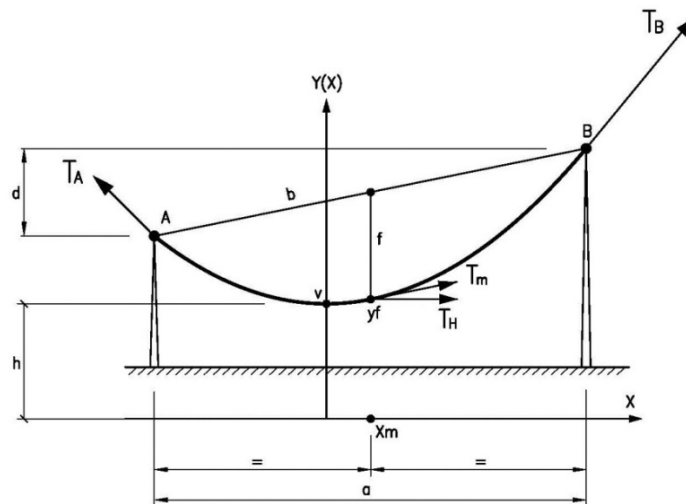
La única incógnita es T_H (Tensión horizontal de la curva catenaria). Para resolver la ecuación es necesario utilizar un método de aproximaciones sucesivas, como el método de la bisección [punto 3.7].

3.4.5 ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES

En los vanos desnivelados se deberían utilizar las ecuaciones de la catenaria, en lugar de su simplificación mediante la parábola. El método simplificado desarrollado por Truxa, explicado en la bibliografía [2], considerando un modelo de deformación lineal, obtiene muy buenas aproximaciones.

La tracción en el punto medio del vano para un vano a nivel coincide con la tracción horizontal, mientras que en un vano desnivelado puede existir una importante diferencia entre ambas. Por ello, el método de Truxa propone como tracción representativa del estado del conductor la tracción en el punto medio del vano en lugar de la tracción horizontal, en la ecuación de cambio de condiciones con las ecuaciones de la parábola.

3.4.5.1 CANTÓN CON UN ÚNICO VANO



El método de Truxa utiliza la ecuación de cambio de condiciones basada en la parábola, pero sustituye las tracciones horizontales T_{H1} y T_{H2} , por las tracciones en el punto medio del vano T_{m1} y T_{m2} , que son paralelas a la recta que une los puntos A y B.

$$T_{m1} = T_{H1} \cdot \frac{b}{a} \quad t_{m1} = \frac{T_{m1}}{S} \quad \frac{a^2}{24} \cdot \left(\frac{p_2^2}{T_{m2}^2} - \frac{p_1^2}{T_{m1}^2} \right) = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{T_{m2} - T_{m1}}{S \cdot E}$$

$$\frac{a^2 \cdot w^2}{24} \cdot \left(\frac{m_2^2}{t_{m2}^2} - \frac{m_1^2}{t_{m1}^2} \right) = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{t_{m2} - t_{m1}}{E}$$

La ecuación de cambio de condiciones es una ecuación cúbica en t_{m2} y puede ponerse de la forma:

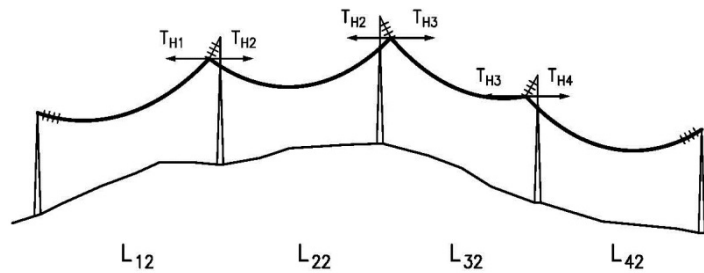
$$\boxed{t_{m2}^2 \cdot [t_{m2} + A] = B}$$

$$A = \alpha \cdot E \cdot (\theta_2 - \theta_1) + K \quad K = \frac{a^2 \cdot E \cdot w^2 \cdot m_1^2}{24 \cdot t_{m1}^2} - t_{m1} \quad B = \frac{a^2 \cdot E \cdot w^2 \cdot m_2^2}{24}$$

$$T_{m2} = t_{m2} \cdot S \quad T_{H2} = T_{m2} \cdot \frac{a}{b}$$

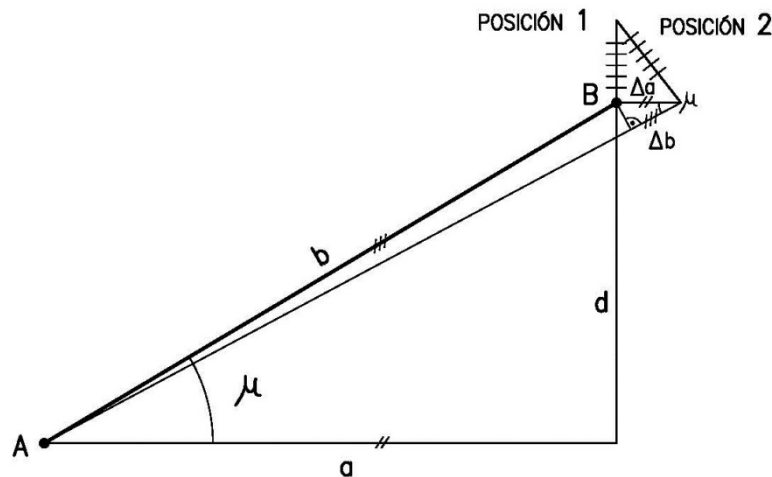
La incógnita es t_{m2} , y se resuelve utilizando un método de aproximaciones sucesivas, como el método de la bisección, explicado en el punto [3.7].

3.4.5.2 CANTÓN CON VARIOS VANOS



El estudio de un cantón con varios vanos es equivalente al estudio de un solo vano, de longitud ficticia, llamado vano ideal de regulación.

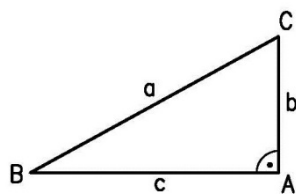
Como consecuencia de la variación de las condiciones de equilibrio, la cadena de suspensión de uno de los apoyos intermedios de alineación del cantón, se desvía de la posición 1 a la posición 2.



Se produce una variación en la longitud real del vano (Δb), y en la longitud proyectada (Δa).

Podemos suponer que Δa e Δb son paralelos, respectivamente a a y b .

También suponemos que el conductor en el extremo del punto A, permanece fijo. De esta manera Δb vendrá definido por un arco con centro en dicho extremo y radio b . El arco puede sustituirse con suficiente aproximación, por una perpendicular a Δb . Atendiendo a las relaciones trigonométricas entre lados y ángulos:



$$\cos(B) = \frac{c}{a}$$

Entonces, $\cos(\mu) = \frac{a}{b}$ y $\cos(\mu) = \frac{\Delta b}{\Delta a}$

y por tanto $\frac{a}{b} = \frac{\Delta b}{\Delta a}$

$$a \cdot \Delta a = \Delta b \cdot b \text{ (verificación aproximada)}$$

La inclinación de la cadena produce en el vano un efecto similar al de una variación de longitud en el conductor de valor Δb , supuestos sin variación los puntos de sujeción.

La aplicación del método de Truxa en uno de los vanos del cantón será:

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot L_i + \frac{T_{m2} - T_{m1}}{S \cdot E} \cdot L_i - \frac{a_i^3}{24} \cdot \left(\frac{p_2^2}{T_{m2}^2} - \frac{p_1^2}{T_{m1}^2} \right) = \Delta b_i$$

Se sustituye la longitud de la curva por la longitud real del vano b, $L_i = b_i$.

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot b_i + \frac{T_{m2} - T_{m1}}{S \cdot E} \cdot b_i - b_i \cdot \frac{a_i^2}{24} \cdot \left(\frac{p_2^2}{T_{m2}^2} - \frac{p_1^2}{T_{m1}^2} \right) = \Delta b_i$$

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{T_{m2} - T_{m1}}{S \cdot E} - \frac{a_i^2}{24} \cdot \left(\frac{p_2^2}{T_{m2}^2} - \frac{p_1^2}{T_{m1}^2} \right) = \frac{\Delta b_i}{b_i}$$

$$\Delta b = \frac{\Delta a \cdot a}{b} \quad T_{m2} = T_{H2} \cdot \frac{b}{a} \quad T_{m1} = T_{H1} \cdot \frac{b}{a}$$

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{b_i}{a_i} \cdot \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} - \frac{a_i^2}{24} \cdot \frac{a_i^2}{b_i^2} \cdot \left(\frac{p_2^2}{T_{H2}^2} - \frac{p_1^2}{T_{H1}^2} \right) = \frac{\Delta a_i \cdot a_i}{b_i^2} = \frac{\Delta b_i}{b_i}$$

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot \frac{b_i^2}{a_i} + \frac{b_i^3}{a_i^2} \cdot \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} - \frac{a_i^3}{24} \cdot \left(\frac{p_2^2}{T_{H2}^2} - \frac{p_1^2}{T_{H1}^2} \right) = \Delta a_i$$

Planteando esta misma ecuación para los n-vanos del cantón, y sumándolos:

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot \sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} \frac{b_i^2}{a_i} + \sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} \frac{b_i^3}{a_i^2} \cdot \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} - \frac{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} a_i^3}{24} \cdot \left(\frac{p_2^2}{T_{H2}^2} - \frac{p_1^2}{T_{H1}^2} \right) = \sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} \Delta a_i$$

Para el conjunto del cantón, suponiendo invariables los puntos de fijación del conductor en los extremos del mismo, se verifica $\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} \Delta a_i = 0$, compensándose las desviaciones de las cadenas entre sí.

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} \frac{b_i^2}{a_i}} \cdot \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} - \frac{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} a_i^3}{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} \frac{b_i^2}{a_i}} \cdot \frac{1}{24} \cdot \left(\frac{p_2^2}{T_{H2}^2} - \frac{p_1^2}{T_{H1}^2} \right) = 0$$

La tensión media sería $\tau = \frac{T_H}{S} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} \frac{b_i^2}{a_i}} = \frac{T_H}{S} \cdot \Gamma$ $\Gamma = \frac{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} \frac{b_i^2}{a_i}}$

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{\tau_2 - \tau_1}{E} - \frac{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} a_i^3}{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} \frac{b_i^2}{a_i}} \cdot \frac{1}{24} \cdot \left(\frac{p_2^2}{T_{H2}^2} - \frac{p_1^2}{T_{H1}^2} \right) \cdot \frac{\Gamma^2}{S^2} = 0$$

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{\tau_2 - \tau_1}{E} - \Gamma^2 \cdot \frac{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} a_i^3}{\sum_{i=1}^{n\text{-vanos}} \frac{b_i^2}{a_i}} \cdot \frac{1}{24} \cdot \left(\frac{p_2^2}{\tau_2^2 \cdot S^2} - \frac{p_1^2}{\tau_1^2 \cdot S^2} \right) = 0$$

$$\text{Donde } a_r^2 = \Gamma^2 \cdot \frac{\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} a_i^3}{\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} \frac{b_i^2}{a_i}} \quad \text{y} \quad a_r = \sqrt{\Gamma^2 \cdot \frac{\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} a_i^3}{\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

$$a_r = \Gamma \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} a_i^3}{\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} \frac{b_i^2}{a_i}}} = \frac{\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} \frac{b_i^2}{a_i}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} a_i^3}{\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} \frac{b_i^2}{a_i}}} \quad \text{Denominado Vano Ideal de Regulación (VIR)}$$

La ecuación de cambio de condiciones queda así:

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{\tau_2 - \tau_1}{E} - \frac{a_r^2}{24} \cdot \left(\frac{p_2^2}{\tau_2^2 \cdot S^2} - \frac{p_1^2}{\tau_1^2 \cdot S^2} \right) = 0$$

Que quiere decir que en el caso de un tramo de línea que comprende varios vanos de distinta longitud, entre dos apoyos de amarre (puede que sean o no de anclaje), con apoyos de alineación intermedios, al variar las condiciones de equilibrio se producen desviaciones en las cadenas de aisladores de suspensión, de forma que en cada una de las condiciones tienden a igualarse las componentes horizontales de las tensiones en todos los vanos del tramo, admitiéndose que varían todos por igual en la misma forma que lo haría en un vano de longitud ficticia denominado vano ideal de regulación. Se desprecia la tensión residual que desvía la cadena de suspensión.

La ecuación se puede transformar, teniendo en cuenta:

$$w = \frac{p_p}{S} [\text{daN} / \text{m} / \text{mm}^2], \text{ peso propio por unidad de volumen}$$

$$m = \frac{p}{p_p} [\text{sin unidades}], \text{ coeficiente de sobrecarga}$$

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{\tau_2 - \tau_1}{E} - \frac{a_r^2 \cdot w^2}{24} \cdot \left(\frac{m_2^2}{\tau_2^2} - \frac{m_1^2}{\tau_1^2} \right) = 0$$

La ecuación de cambio de condiciones es una ecuación cúbica en τ_2 y puede ponerse de la forma:

$$\tau_2^2 \cdot [\tau_2 + A] = B$$

$$A = \alpha \cdot E \cdot (\theta_2 - \theta_1) + K \quad K = \frac{a_r^2 \cdot E \cdot w^2 \cdot m_1^2}{24 \cdot \tau_1^2} - \tau_1 \quad B = \frac{a_r^2 \cdot E \cdot w^2 \cdot m_2^2}{24}$$

$$T_{H2} = \frac{\tau_2 \cdot S}{\Gamma}$$

La incógnita es τ_2 , y se resuelve utilizando un método de aproximaciones sucesivas, como el método de la bisección, explicado en el punto [3.7].

$$\text{Destacar que en el caso de apoyos a nivel: } a_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} a_i^3}{\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} a_i}} \quad \tau = t \quad \Gamma = 1$$

3.4.5.2.1 Procedimiento resumido

$$\text{Paso 1. } \Gamma = \frac{\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} \frac{b_i^2}{a_i}}$$

$$\text{Paso 2. } a_r = \Gamma \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} a_i^3}{\sum_{i=1}^{n-\text{vanos}} \frac{b_i^2}{a_i}}} \quad (\text{VIR})$$

$$\text{Paso 3. } t_1 = \frac{T_1}{S} \quad \text{y} \quad \tau_1 = t_1 \cdot \Gamma = \frac{T_1}{S} \cdot \Gamma$$

Paso 4. Ecuación de cambio de condiciones

$$\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{\tau_2 - \tau_1}{E} = \frac{a_r^2 \cdot w^2}{24} \cdot \left(\frac{m_2^2}{\tau_2^2} - \frac{m_1^2}{\tau_1^2} \right)$$

Paso 5. Resolución de la ecuación de cambio de condiciones

$$\tau_2^2 \cdot [\tau_2 + A] = B \quad A = \alpha \cdot E \cdot (\theta_2 - \theta_1) + K \quad K = \frac{a_r^2 \cdot E \cdot w^2 \cdot m_1^2}{24 \cdot \tau_1^2} - \tau_1 \quad B = \frac{a_r^2 \cdot E \cdot w^2 \cdot m_2^2}{24}$$

$$\text{Paso 6. } t_2 = \frac{\tau_2}{\Gamma} \quad \boxed{T_{H2} = S \cdot t_2 = \frac{\tau_2 \cdot S}{\Gamma}}$$

3.4.5.3 CONSIDERACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL CONDUCTOR DEBIDO A LA ACCIÓN DEL VIENTO

3.4.5.3.1 Cantón con un único vano

La ecuación de cambio de condiciones con el método de Truxa, parte de la ecuación de cambio de condiciones con las ecuaciones de la parábola. Aplicada teniendo en cuenta el desplazamiento del conductor debido a la acción del viento:

$$l_{v2} - l_{v1} = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot l_{v1} + \frac{1}{E \cdot S} \cdot (T_{H2} - T_{H1}) \cdot l_{v1}$$

$$\text{Aproximamos} \quad l_{v1} = a_{v1} + \frac{a_{v1}^3 \cdot p_1^2}{24 \cdot T_{H1}^2} \quad l_{v2} = a_{v2} + \frac{a_{v2}^3 \cdot p_2^2}{24 \cdot T_{H2}^2}$$

$$a_{v2} + \frac{a_{v2}^3 \cdot p_2^2}{24 \cdot T_{H2}^2} - \left(a_{v1} + \frac{a_{v1}^3 \cdot p_1^2}{24 \cdot T_{H1}^2} \right) = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot l_{v1} + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} \cdot l_{v1}$$

Aproximamos $l_{v1} = a_{v1}$

$$a_{v2} + \frac{a_{v2}^3 \cdot p_2^2}{24 \cdot T_{H2}^2} - \left(a_{v1} + \frac{a_{v1}^3 \cdot p_1^2}{24 \cdot T_{H1}^2} \right) = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot a_{v1} + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E} \cdot a_{v1}$$

$$\frac{a_{v2}^2 \cdot p_2^2}{24 \cdot T_{H2}^2} - \frac{a_{v1}^2 \cdot p_1^2}{24 \cdot T_{H1}^2} = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{T_{H2} - T_{H1}}{S \cdot E}$$

La ecuación se puede transformar, teniendo en cuenta:

$$w = \frac{p_p}{S} [\text{daN} / \text{m} / \text{mm}^2], \text{ peso propio por unidad de volumen}$$

$$t = \frac{T_H}{S} [\text{daN} / \text{mm}^2], \text{ tracción horizontal por unidad de superficie}$$

$$m = \frac{p}{p_p} [\text{sin unidades}], \text{ coeficiente de sobrecarga}$$

$$\frac{a_{v2}^2 \cdot w^2 \cdot m_2^2}{24 \cdot t_2^2} - \frac{a_{v1}^2 \cdot w^2 \cdot m_1^2}{24 \cdot t_1^2} = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{1}{E} \cdot (t_2 - t_1)$$

Aplicando el método de Truxa, sustituimos t por t_m

$$\frac{a_{v2}^2 \cdot w^2 \cdot m_2^2}{24 \cdot t_{m2}^2} - \frac{a_{v1}^2 \cdot w^2 \cdot m_1^2}{24 \cdot t_{m1}^2} = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{1}{E} \cdot (t_{m2} - t_{m1})$$

Que se puede escribir de la forma:

$$t_{m2}^2 \cdot [t_{m2} + A] = B$$

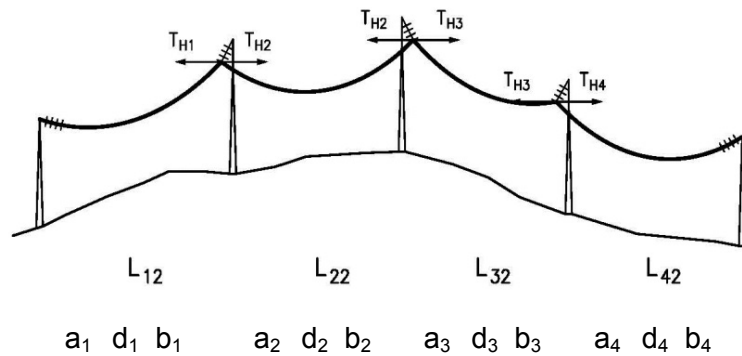
$$A = \alpha \cdot E \cdot (\theta_2 - \theta_1) + K \quad K = \frac{a_{v1}^2 \cdot E \cdot w^2 \cdot m_1^2}{24 \cdot t_{m1}^2} - t_{m1} \quad B = \frac{a_{v2}^2 \cdot E \cdot w^2 \cdot m_2^2}{24}$$

$$T_{m2} = t_{m2} \cdot S \quad T_{H2} = T_{m2} \cdot \frac{a}{b} = t_{m2} \cdot S \cdot \frac{a}{b}$$

Donde tenemos un estado inicial y final del conductor

<u>Estado inicial (1)</u>	<u>Estado final (2)</u>
$b = \sqrt{a^2 + d^2}$	$b = \sqrt{a^2 + d^2}$
$a_1 \uparrow \longrightarrow a_{v1} = \sqrt{b^2 - d_{v1}^2}$	$a_2 \uparrow \longrightarrow a_{v2} = \sqrt{b^2 - d_{v2}^2}$
$d_{v1} = d \cdot \cos(\phi_1)$	$d_{v2} = d \cdot \cos(\phi_2)$
$\cos(\phi_1) = \frac{p_{\text{VERTICAL } 1}}{p_1}$	$\cos(\phi_2) = \frac{p_{\text{VERTICAL } 2}}{p_2}$

3.4.5.3.2 Cantón con varios vanos



Estado inicial			
Vano 1	Vano 2	Vano 3	Vano 4
$b_1 = \sqrt{a_1^2 + d_1^2}$	$b_2 = \sqrt{a_2^2 + d_2^2}$	$b_3 = \sqrt{a_3^2 + d_3^2}$	$b_4 = \sqrt{a_4^2 + d_4^2}$
$\cos(\phi_1) = \frac{P_{VERTICAL_1}}{p_1}$	$\cos(\phi_2) = \frac{P_{VERTICAL_2}}{p_2}$	$\cos(\phi_3) = \frac{P_{VERTICAL_3}}{p_3}$	$\cos(\phi_4) = \frac{P_{VERTICAL_4}}{p_4}$
$d_{V1} = d_1 \cdot \cos(\phi_1)$	$d_{V2} = d_2 \cdot \cos(\phi_2)$	$d_{V3} = d_3 \cdot \cos(\phi_3)$	$d_{V4} = d_4 \cdot \cos(\phi_4)$
$a_{V1} = \sqrt{b_1^2 - d_{V1}^2}$	$a_{V2} = \sqrt{b_2^2 - d_{V2}^2}$	$a_{V3} = \sqrt{b_3^2 - d_{V3}^2}$	$a_{V4} = \sqrt{b_4^2 - d_{V4}^2}$
$\Gamma = \frac{\sum_{i=1}^{n-vanos} \frac{b_i^3}{a_{vi}^2}}{\sum_{i=1}^{n-vanos} \frac{b_i^2}{a_{vi}}}$		$a_{rv1} = \Gamma \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-vanos} a_{vi}^3}{\sum_{i=1}^{n-vanos} \frac{b_i^2}{a_{vi}}}}$	
$\tau_1 = t_1 \cdot \Gamma = \frac{T_1}{S} \cdot \Gamma$			

Se considera generalmente que $tg(\phi_1) = tg(\phi_2) = tg(\phi_3) = tg(\phi_4)$. Lo extraño sería encontrarse un cantón compuesto por dos tipos diferentes de conductor unidos por un empalme.

Estado final			
Vano 1	Vano 2	Vano 3	Vano 4
$\cos(\phi_1') = \frac{P_{VERTICAL_1'}}{p_1'}$	$\cos(\phi_2') = \frac{P_{VERTICAL_2'}}{p_2'}$	$\cos(\phi_3') = \frac{P_{VERTICAL_3'}}{p_3'}$	$\cos(\phi_4') = \frac{P_{VERTICAL_4'}}{p_4'}$
$d_{V1}' = d_1 \cdot \cos(\phi_1')$	$d_{V2}' = d_2 \cdot \cos(\phi_2')$	$d_{V3}' = d_3 \cdot \cos(\phi_3')$	$d_{V4}' = d_4 \cdot \cos(\phi_4')$
$a_{V1}' = \sqrt{b_1^2 - d_{V1}'^2}$	$a_{V2}' = \sqrt{b_2^2 - d_{V2}'^2}$	$a_{V3}' = \sqrt{b_3^2 - d_{V3}'^2}$	$a_{V4}' = \sqrt{b_4^2 - d_{V4}'^2}$
$\Gamma' = \frac{\sum_{i=1}^{n-vanos} \frac{b_i^3}{a_{vi}'^2}}{\sum_{i=1}^{n-vanos} \frac{b_i^2}{a_{vi}'}}$		$a_{rv2} = \Gamma' \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-vanos} a_{vi}'^3}{\sum_{i=1}^{n-vanos} \frac{b_i^2}{a_{vi}'}}}$	

La ecuación de cambio de condiciones será:

$$\frac{a_{rv2}^2 \cdot w^2 \cdot m_2^2}{24 \cdot \tau_2^2} - \frac{a_{rv1}^2 \cdot w^2 \cdot m_1^2}{24 \cdot \tau_1^2} = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{\tau_2 - \tau_1}{E}$$

Ecuación que se puede transformar en:

$$\tau_2^2 \cdot [\tau_2 + A] = B \quad A = \alpha \cdot E \cdot (\theta_2 - \theta_1) + K \quad K = \frac{a_{rv1}^2 \cdot E \cdot w^2 \cdot m_1^2}{24 \cdot \tau_1^2} - \tau_1 \quad B = \frac{a_{rv2}^2 \cdot E \cdot w^2 \cdot m_2^2}{24}$$

Donde la incógnita es τ_2 , y se resuelve utilizando un método de aproximaciones sucesivas, como el método de la bisección.

$$t_2 = \frac{\tau_2}{\Gamma} \quad T_{H2} = S \cdot t_2 = \frac{\tau_2 \cdot S}{\Gamma}$$

3.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES Y CABLES AÉREOS

3.5.1 MÓDULO DE ELASTICIDAD

Es una magnitud característica de los conductores o cables, en la dirección en la que se aplica una fuerza, que depende de la naturaleza de los materiales que lo constituyen.

El módulo de elasticidad, o módulo de Young, representa el cociente entre los esfuerzos unitarios (fatigas) resultantes para un determinado material sometido a la acción de una fuerza F , y las variaciones unitarias de longitud producidas como consecuencia de la aplicación de dicha fuerza. En Resistencia de Materiales se admite que, en el caso de materiales elásticos, y dentro de ciertos límites, las deformaciones producidas son proporcionales a los esfuerzos aplicados (Ley de Hooke).

$$\text{Por tanto, } E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\frac{\Delta F}{S}}{\frac{\Delta l}{l}} \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

σ , tensión sobre el conductor.

ε , deformación unitaria en cualquier punto del conductor.

Las deformaciones resultan menores cuanto más elevado sea E . Los materiales rígidos tienen un E elevado (Δl bajo). Los materiales flexibles tienen un E bajo (Δl elevado).

De donde se deduce que la variación de longitud de un conductor cuando se produce una variación del esfuerzo aplicado al mismo es: $\Delta l = \frac{\Delta F \cdot l}{S \cdot E}$

El módulo de elasticidad puede encontrarse empíricamente con base al ensayo de tracción del material. El valor es facilitado por el fabricante.

Los cables Aluminio-Acero no constituyen un conjunto homogéneo. Cuando a un conductor nuevo se le aplica un esfuerzo de tracción, la distribución del mismo entre los hilos de aluminio y de acero va variando en función de la magnitud de dicho esfuerzo, a la vez que se producen fenómenos de asentamiento de los diversos hilos, giro de las capas externas, etc.

Cuando se realiza el tendido de una línea y tensamos por primera vez un conductor nuevo, a medida que aumenta el esfuerzo aplicado se va produciendo una variación en el módulo de elasticidad, que será tanto mayor cuanto más grande sea el esfuerzo al que sometemos el conductor.

Durante la explotación de la línea, es solicitado por tensiones mayores que las iniciales, por efecto de las sobrecargas y variaciones de temperatura. Ello produce nuevas variaciones en el módulo de elasticidad, lo que hace que al recuperarse las condiciones de partida, las longitudes del conductor, y por consiguiente las flechas, sean superiores a las iniciales de tendido.

Esto lleva a tener que distinguir entre:

- Módulo de elasticidad INICIAL (E_{INICIAL}): Correspondiente al momento del tendido con conductores nuevos. Para tener en cuenta esto se considera una fluencia inicial (Ver punto [7.4]).

- Módulo de elasticidad FINAL (E_{FINAL}): Una vez construida la línea y sometidos los conductores a los máximos esfuerzos previstos como consecuencia de las sobrecargas y variaciones de temperatura.

El cálculo mecánico de conductores se hace considerando el módulo de elasticidad final, que es el que adquiere el conductor una vez que la línea se encuentra en explotación. Podemos entender que $E_{INICIAL} > E_{FINAL}$ y que provoca que $\Delta l_{INICIAL} < \Delta l_{FINAL}$.

3.5.2 COEFICIENTE DE DILATACIÓN

Expresa la variación de longitud de un metro de conductor, al variar la temperatura un grado centígrado.

Los sólidos normalmente se expanden al calentarse y se contraen al enfriarse. Este comportamiento de respuesta ante la temperatura se expresa mediante el coeficiente de dilatación línea.

$$\alpha = [^{\circ}\text{C}^{-1}]$$

Esto no ocurre en todos los sólidos (ejemplo el hielo).

Se puede medir experimentalmente comparando el valor de dicha magnitud antes y después de cierto cambio de temperatura. El valor es facilitado por el fabricante.

$$\alpha \approx \frac{1}{L_i} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta T} \quad \Delta L \approx \alpha \cdot L \cdot \Delta T \quad (\text{usado en la ecuación de cambio de condiciones})$$

$\Delta L = (\text{Longitud Final del Conductor}) - L_i (\text{Longitud inicial del conductor})$

3.6 PARTICULARIDADES MÁS SIGNIFICATIVAS DE LOS TRES TIPOS DE ECUACIONES ESTUDIADOS

3.6.1 ECUACIONES DE LA CATENARIA

La determinación de los ejes de la curva, a partir de la longitud proyectada (a) del vano, del desnivel (d) y del parámetro de la curva (h), determinan la situación exacta del tramo de curva que comprende el vano, dentro de lo que supone el conjunto de una catenaria.

El eje de ordenadas de la misma es una recta vertical que pasa por el vértice de la curva, y el eje de abscisas es una recta horizontal desplazada del vértice una magnitud igual al parámetro (h).

Se determinan las longitudes exactas de las curvas que comprenden el vano en las condiciones de equilibrio inicial y final.

La determinación de la flecha se hace calculando la abscisa del punto donde se produce la misma, estableciendo la condición de que la tangente a la curva en dicho punto ha de ser paralela a la recta de unión de los puntos de sujeción en los extremos del vano. Se calculan para dicho punto las ordenadas de la curva y de la recta de unión, y por diferencia se determina la flecha.

De los tres métodos estudiados, es el que obtiene resultados más precisos.

3.6.2 ECUACIONES DE LA PARÁBOLA

Se plantea la ecuación de cambio de condiciones considerando que la catenaria se sustituye por una parábola (se han utilizado solo los dos primeros términos de la serie de Mac Laurin), y se considera que los vanos son a nivel.

El eje de ordenadas pasa por el vértice de la curva, y el de abscisa es tangente a la curva en dicho vértice.

La flecha se calcula siempre en el punto medio del vano, aun en el caso de vanos desnivelados. Para puntos que no estén muy alejados del eje vertical la parábola puede sustituirse con suficiente aproximación a la catenaria. Los puntos alejados del eje vertical, en el caso de vanos muy largos y/o especialmente muy desnivelados, presentarán errores importantes, lo que habrá de ser tenido en cuenta para que en ningún caso sean sobrepasados los coeficientes de seguridad que establece el RLAT.

Por tanto las ecuaciones de la parábola nos dan soluciones aproximadas. De los tres métodos, es el que obtiene resultados menos precisos, aunque permite que los cálculos se realicen de forma más sencilla. Esto ha estado justificado en tiempos pasados, por la complejidad de los cálculos en el caso de utilizar las ecuaciones de la catenaria, pero lo está cada vez menos en los tiempos actuales con el desarrollo de aplicaciones informáticas.

Se estima según [5] que el error es del orden del 5% para flechas del 8% del valor del vano, y del 2% para flechas del 10% del vano.

3.6.3 ECUACIONES DE LA PARÁBOLA APLICANDO EL MÉTODO DE TRUXA

Los ejes de la curva son los mismos de la parábola. Se aplica la ECC deducida para la parábola, pero bajo los siguientes criterios:

1. Se considera la tensión en el punto medio del vano, en lugar de la componente horizontal.

2. Se distingue entre la longitud proyectada (a), y la longitud real (b), lo que equivale a hacer intervenir el desnivel (d).

La flecha se calcula considerando la longitud real (b) del vano.

Estas condiciones son mucho más parecidas a las que se dan en la catenaria, de aquí la similitud de resultados, que son prácticamente iguales, y muy diferentes con los de las ecuaciones de la parábola, tanto más acusados cuantos mayores son las longitudes y las inclinaciones de los vanos.

3.6.4 CRITERIO DE UTILIZACIÓN

Para emplear unas u otras ecuaciones, en la bibliografía [3] se indica que cuando

$a < \frac{\text{CargaRotura}}{\text{CoeficienteSeguridad} \cdot p}$ Se pueden utilizar las ecuaciones de la parábola

$a > \frac{\text{CargaRotura}}{\text{CoeficienteSeguridad} \cdot p}$ Es conveniente utilizar las ecuaciones de la catenaria

No obstante, la utilización de este criterio, u otros semejantes, dependerá de los coeficientes de seguridad empleados, siendo siempre conveniente que se analice con cuidado el índice de exactitud que se emplea.

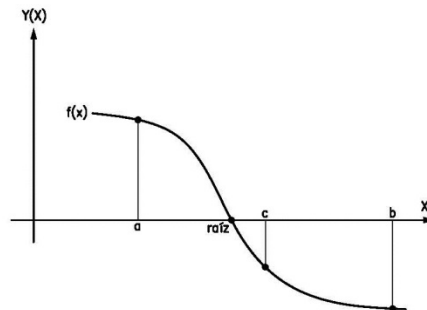
Según la bibliografía [1], las ecuaciones de la parábola están limitadas para vanos y desniveles inferiores a 300 m y del 10 % respectivamente. Este criterio es mucho menos restrictivo respecto a las ecuaciones de la parábola.

En la bibliografía [2] se llegó a la conclusión de que los procedimientos de la catenaria y Truxa proporcionan en todos los casos resultados prácticamente iguales. Con las ecuaciones de la parábola se obtienen valores muy diferentes, tanto más acusados cuanto mayores son las longitudes y las inclinaciones de los vanos.

3.7 MÉTODO DE LA BISECCIÓN

El método de la bisección es un método matemático de aproximaciones sucesivas. En geometría, bisección significa la división en dos partes iguales.

Si $f(x)$ es una función continua en un intervalo $[a,b]$ en el que se cumple $f(a) \cdot f(b) < 0$, usando el teorema del valor medio, la función $f(x)$ debe tener al menos una raíz en $[a,b]$.



Para aplicar eficazmente el método, hay que elegir el intervalo $[a,b]$ para que tenga una raíz, y solo una (o sea cumplir $f(a) \cdot f(b) < 0$). El método busca raíces dividiendo el intervalo a la mitad y seleccionando el sub-intervalo que tiene la raíz. Si existe más de una raíz en el intervalo, el método sigue siendo convergente pero no resulta tan fácil caracterizar hacia que raíz converge el método.

Algoritmo de la bisección:

Datos.

- La función $f(x)$ (función continua)
- Los valores a y b
- El valor del error admitido

Paso 1. $c = \frac{a + b}{2}$

Paso 2. ¿ $|f(c)| < \text{error}$?

SI. Entonces c es una aproximación válida de la raíz. Se termina el algoritmo.

NO. Continuamos con el método en el paso 3.

Paso 3. ¿ $f(a) \cdot f(c) < 0$?

SI. $b=c$

NO. $a=c$

Paso 4. Se vuelve al paso 1.

El método de la bisección se ha aplicado en:

- La ecuación de cambio de condiciones
- Cálculo de la tensión horizontal en función de la tensión en el extremo
- Cálculo del desequilibrio de poleas
- Cálculo de catenarias en conductores existentes

4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS



4.1 RESISTENCIA SERIE. R'

$$\text{En corriente continua} \quad R_{dc} = \rho \frac{l}{S} \quad R'_{dc} = \rho \frac{1}{S}$$

R_{dc} , resistencia del conductor en corriente continua [Ω]. R'_{dc} , [Ω/km].

l , longitud del conductor [m].

S , sección recta transversal del conductor [mm^2].

ρ , resistividad del material [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$].

$$\rho_{\text{Cu}} = 0,017241 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$\rho_{\text{Al duro}} = 0,028264 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$\rho_{\text{Al aleación}} = 0,03250 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$\rho_{\text{Ac galvanizado}} = 0,192 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$\rho_{\text{Ac recubierto Al}} = 0,0848 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

4.1.1.1 VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA CON LA TEMPERATURA

$$R'_{dc\theta} = R'_{dc20} \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - 20)]$$

$$\alpha = \frac{1}{20 + T_0} \quad \alpha_{\text{AL}} = \frac{1}{20 + 228} = 0,004032^\circ \text{C}^{-1} \quad \alpha_{\text{Cu}} = \frac{1}{20 + 234,5} = 0,003929^\circ \text{C}^{-1}$$

θ , Temperatura a la que se calcula la resistencia [$^\circ\text{C}$].

$R'_{dc\theta}$, resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura θ [Ω/m].

R'_{dc20} , resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura de 20°C [Ω/m].

T_0 , valor absoluto de la temperatura a la cual la resistencia del conductor es cero [$^\circ\text{C}$].

4.1.1.2 INFLUENCIA DEL EFECTO PELICULAR (EFECTO SKIN) SOBRE LA RESISTENCIA

$$R_{\theta}' = R_{dc\theta}' \cdot (1 + 7,5 \cdot f^2 \cdot D_{\text{ext}}^4 \cdot 10^{-7})$$

R_{θ}' , resistencia en corriente alterna a la temperatura θ [Ω/m].

f , frecuencia de la corriente [Hz].

D_{ext} , diámetro del conductor [cm]

La influencia del efecto pelicular para secciones cuyo diámetro es superior a 2,5 cm es significativo (>5%).

En [8] se considera despreciable para secciones inferiores a 100 mm^2 .

4.1.1.3 INTERPRETACIÓN DEL EFECTO PELICULAR COMO CÁSCARA FICTICIA O ESPESOR DE PIEL

Boucherot (Effet de peau. Bull. S.I.E. 4/1905 y 11/1908 P.Boucherot), en 1905, para estimar el valor del efecto pelicular introdujo la noción de "cáscara ficticia" o "espesor de piel". Consideraba que la corriente alterna circula por un conductor hueco de diámetro " \emptyset " y espesor " δ ".

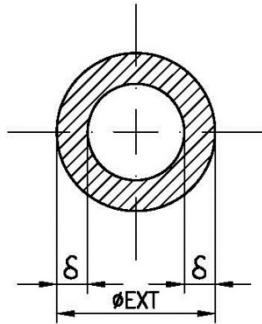
$$\delta = \sqrt{\frac{2 \cdot \rho}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot \omega}} = [\text{m}]$$

$\mu_{r_{AL-ALEACION}} \approx \mu_{r_{AL}} \approx \mu_{r_{CU}} \approx 1$ Permeabilidad magnética relativa.

ρ , resistividad del material [$\Omega \cdot m$].

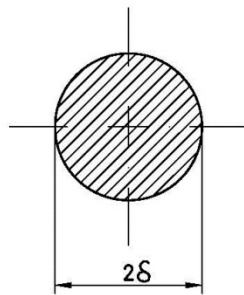
$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ [h.m]=[V.s/A.m]

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$



Por la sección interior del conductor la corriente alterna es muy inferior a la que circula por la cáscara ficticia.

El conductor deberá tener un radio inferior a δ , y así aprovechar toda la sección.



Como solución práctica en las líneas aéreas, es tender varios conductores en paralelo y de sección inferior a la necesaria por ampacidad. Se forman así configuraciones de 2, 3 o 4 conductores por fase.

FASE DUPLEX



FASE TRIPLEX



FASE CUADRUPLIX



EJEMPLO

Conductor 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)

Sección total: 281,1 mm²

Diámetro total: 21,80 mm

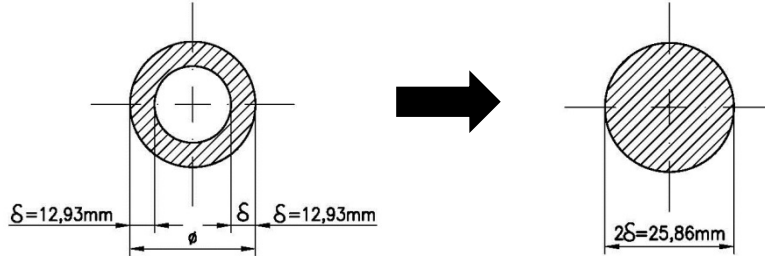
$R'_{dc20} = 0,1195 \Omega/km$

$$R_{dc20^\circ} = \rho_{AL-AC} \frac{l}{S} \quad R'_{dc20^\circ} = \rho_{AL-AC} \frac{1}{S}$$

$$\rho_{AL-AC} = R'_{dc20^\circ} \cdot S \cdot \frac{\Omega}{km} \cdot mm^2 \cdot \frac{1km}{1000m} \cdot \frac{10^{-6}m^2}{1mm^2} = R'_{dc20^\circ} \cdot S \cdot 10^{-9} \Omega \cdot m$$

$$\rho_{AL-AC} = 0,1195 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 2811 \text{mm}^2 \cdot 10^{-9} = 3,359145 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{2 \cdot \rho_{AL-AC}}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,359145 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50}} = 0,012929808 \text{m} = 12,93 \text{mm}$$



Ø(LA-280 HAWK) = 21,80mm < 2δ = 25,86mm ➔ FASE SIMPLEX

No es necesario aumentar el número de conductores.

EFECTO PELICULAR-CÁSCARA FICTICIA

	TIPO DE CONDUCTOR	DIÁMETRO (m)	SECCIÓN (mm ²)	R _{dc20} [Ω/km]	ρ _{AL-AC} [Ω.m]	δ [m]	2.δ [m]	NÚMERO DE CONDUCTORES POR FASE
A L 1 - S T 1 A	27-AL1/4-ST1A LA 30	0,00714	31,100	1,0736	3,33889600E-08	0,01301	0,02601	SIMPLEX
	47-AL1/8-ST1A LA 56	0,00945	54,600	0,6125	3,34425000E-08	0,01302	0,02603	SIMPLEX
	67-AL1/11-ST1A LA 78	0,01130	78,600	0,4256	3,34521600E-08	0,01302	0,02604	SIMPLEX
	100-AL1/17-ST1A	0,01380	116,700	0,2869	3,34812300E-08	0,01302	0,02605	SIMPLEX
	94-AL1/22-ST1A LA 110	0,01400	116,200	0,3067	3,56385400E-08	0,01344	0,02687	SIMPLEX
	119-AL1/28-ST1A LA 145	0,01580	147,100	0,2423	3,56423300E-08	0,01344	0,02687	SIMPLEX
	107-AL1/18-ST1A LA 125 PENGUIN	0,01431	125,100	0,2675	3,34642500E-08	0,01302	0,02604	SIMPLEX
	152-AL1/25-ST1A LA 175 OSTRICH	0,01728	176,700	0,1900	3,35730000E-08	0,01304	0,02608	SIMPLEX
	147-AL1/34-ST1A LA 180	0,01750	181,600	0,1963	3,56480800E-08	0,01344	0,02688	SIMPLEX
	242-AL1/39-ST1A LA 280 HAWK	0,02180	281,100	0,1194	3,35633400E-08	0,01304	0,02608	SIMPLEX
	337-AL1/44-ST1A LA 380 GULL	0,02540	381,000	0,0857	3,26517000E-08	0,01286	0,02572	SIMPLEX
	402-AL1/52-ST1A LA 455 CONDOR	0,02770	454,500	0,0719	3,26785500E-08	0,01287	0,02573	DUPLEX
	483-AL1/33-ST1A LA 510 RAIL	0,02959	516,800	0,0599	3,09563200E-08	0,01252	0,02505	DUPLEX
	485-AL1/63-ST1A LA 545 CARDINAL	0,03040	547,300	0,0597	3,26738100E-08	0,01287	0,02573	DUPLEX
	806-AL1/56-ST1A LA 860 LAPWING	0,03285	636,600	0,0511	3,25302600E-08	0,01284	0,02567	DUPLEX
565-AL1/72-ST1A LA 635 FINCH	0,03290	636,600	0,0512	3,25939200E-08	0,01285	0,02570	DUPLEX	

4.1.1.4 RESISTENCIA TOTAL DE LA LÍNEA

La resistencia total de la línea es $R = R' \cdot L$

L, longitud total de la línea. Se determina sumando la longitud de la catenaria de cada uno de los vanos.

$$L = \sum_{j=1}^{n-\text{vanos}} \text{Longitud_vano}_j$$

$$\text{Longitud_vano}_j = \sqrt{d^2 \cdot 2 \cdot h \cdot \left[\cosh\left(\frac{a}{h} - 1\right) \right]}$$

h, parámetro de la catenaria $h = \frac{T_0}{p}$ [m]

T_0 , Componente horizontal de la tensión [daN].

d, desnivel [m].

a, longitud horizontal del vano [m].

p, peso del hilo por unidad de longitud [daN/m].

4.1.1.5 EFECTO DE PROXIMIDAD

En las líneas aéreas, dados las grandes distancias entre conductores, este efecto se desprecia, sin embargo, en cables aislados puede tener importancia y ha de ser valorado.

La presencia de conductores cercanos provoca un efecto de modificación de la distribución de corriente, como consecuencia del efecto de inductancia mutua y, por tanto, un incremento añadido de la resistencia efectiva.

4.2 REACTANCIA INDUCTIVA SERIE. L'

Se considera el radio de todos los conductores iguales.

R.M.G.: Radio medio geométrico [m].

$\mu = \mu_0 \cdot \mu_R$, permeabilidad del material conductor [H/m].

D, distancia entre distintos conductores [m].

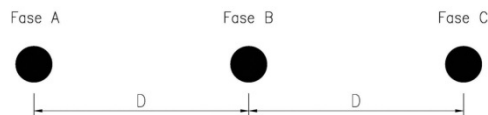
$$\text{SIMPLEX.} \quad \text{R.M.G.} = R' = r \cdot e^{\frac{-1}{4}}$$

$$\text{DUPLEX.} \quad \text{R.M.G.} = \sqrt{R' \cdot d} = \sqrt{R' \cdot 2 \cdot R}$$

$$\text{TRIPLEX} \quad \text{R.M.G.} = \sqrt[3]{R' \cdot d^2} = \sqrt{R' \cdot R^2 \cdot 3}$$

$$\text{CUADRUPLEX} \quad \text{R.M.G.} = \sqrt[4]{R' \cdot \sqrt{2} \cdot d^3} = \sqrt[4]{R' \cdot 4 \cdot R^3}$$

4.2.1 DISPOSICIÓN HORIZONTAL



NO TRANSPUESTA si $I_A = I_B = I_C$ $L'_A = L'_C \neq L'_B$

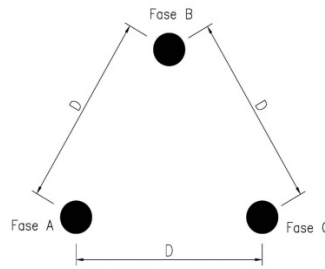
$$L'_A = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\left[\bar{I}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{2 \cdot D}{\text{R.M.G.}} \right| + \bar{I}_B \cdot \text{Ln}|2| \right]}{\bar{I}_A}$$

$$L'_B = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \text{Ln} \left| \frac{D}{\text{R.M.G.}} \right|$$

$$L'_C = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\left[\bar{I}_C \cdot \text{Ln} \left| \frac{2 \cdot D}{\text{R.M.G.}} \right| + \bar{I}_B \cdot \text{Ln}|2| \right]}{\bar{I}_C}$$

TRANSPUESTA $L'_A = L'_C = L'_B$ $L'_A = L'_B = L'_C = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \text{Ln} \left| \frac{D \cdot \sqrt[3]{2}}{\text{R.M.G.}} \right|$

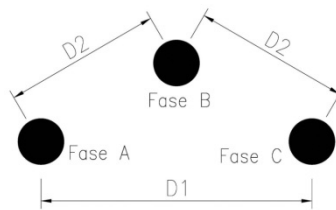
4.2.2 DISPOSICIÓN EN TRIÁNGULO EQUILÁTERO



Esta disposición no hay que transponerla.

NO TRANSPUESTA $L'_A = L'_B = L'_C = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \text{Ln} \left| \frac{D}{\text{R.M.G.}} \right|$

4.2.3 DISPOSICIÓN EN TRIÁNGULO NO EQUILÁTERO



NO TRANSPUESTA si $I_A = I_B = I_C$ $L'_A = L'_C \neq L'_B$

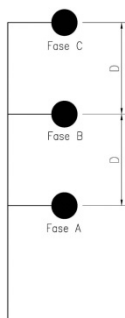
$$L'_A = \frac{\frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\bar{I}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_1}{\text{R.M.G.}} \right| + \bar{I}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_1}{D_2} \right| \right]}{\bar{I}_A}$$

$$L'_B = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_2}{\text{R.M.G.}} \right|$$

$$L'_C = \frac{\frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\bar{I}_C \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_1}{\text{R.M.G.}} \right| + \bar{I}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_1}{D_2} \right| \right]}{\bar{I}_C}$$

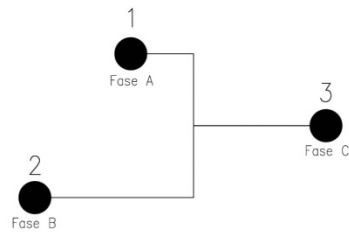
TRANSPUESTA $L'_A = L'_C = L'_B$ $L'_A = L'_B = L'_C = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \text{Ln} \left| \frac{\sqrt[3]{D_1 \cdot D_2}}{\text{R.M.G.}} \right|$

4.2.4 DISPOSICIÓN EN BANDERA



El cálculo de las inductancias en la disposición en bandera es igual al cálculo de la disposición horizontal, al depender solo del radio, permeabilidad relativa y distancia entre conductores.

4.2.5 DISPOSICIÓN A TRESBOLILLO



NO TRANSPUESTA

$$L'_A = \frac{\frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\bar{l}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_{13}}{\text{R.M.G.}} \right| + \bar{l}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_{13}}{D_{12}} \right| \right]}{\bar{l}_A}$$

$$L'_B = \frac{\frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\bar{l}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_{23}}{\text{R.M.G.}} \right| + \bar{l}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_{23}}{D_{12}} \right| \right]}{\bar{l}_B}$$

$$L'_C = \frac{\frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\bar{l}_C \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_{23}}{\text{R.M.G.}} \right| + \bar{l}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_{23}}{D_{13}} \right| \right]}{\bar{l}_C}$$

TRANSPUESTA

$$L'_A = L'_B = L'_C = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \text{Ln} \left| \frac{\sqrt[3]{D_{13} \cdot D_{23} \cdot D_{12}}}{\text{R.M.G.}} \right|$$

4.2.6 DISPOSICIÓN EN DOBLE CIRCUITO PARA UNA POTENCIA

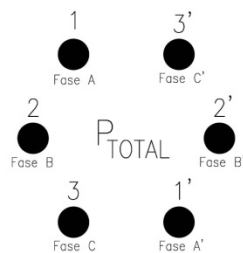
La potencia se transmite a través de los dos circuitos.

Los haces A-A' (conectados en paralelo) componen la fase a. La corriente de fase A, I_A , se repartirá entre estos dos haces.

Con el fin de aumentar el radio equivalente, los haces de una misma fase (correspondientes a distinto circuito) se sitúan de forma tal que su separación sea la mayor posible.

Las inductancias calculadas son las globales de los dos circuitos en paralelo. La inductancia de uno solo de los circuitos será igual: $L'(\text{un circuito})=2 \cdot L'$. Esto es aplicable para líneas transpuestas y no transpuestas.

NO TRANSPUESTAS



$$L_A \neq L_B \neq L_C$$

$$L'_A = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\left[\bar{I}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_{13}}{\sqrt{R.M.G. \cdot D_{11'}}} \right| + \bar{I}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_{13}}{D_{12}} \right| \right]}{\bar{I}_A}$$

$$L'_B = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\left[\bar{I}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_{23}}{\sqrt{R.M.G. \cdot D_{22'}}} \right| + \bar{I}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_{23}}{D_{12}} \right| \right]}{\bar{I}_A}$$

$$L'_C = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\left[\bar{I}_C \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_{13}}{\sqrt{R.M.G. \cdot D_{33'}}} \right| + \bar{I}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{D_{13}}{D_{23}} \right| \right]}{\bar{I}_A}$$

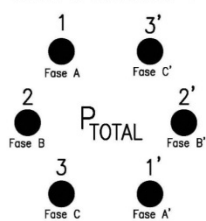
$$D_{12} = \sqrt[4]{D_{12} \cdot D_{12} D_{12'} \cdot D_{12'}}$$

$$D_{23} = \sqrt[4]{D_{23} \cdot D_{23} D_{23'} \cdot D_{23'}}$$

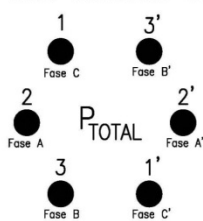
$$D_{13} = \sqrt[4]{D_{13} \cdot D_{13} D_{13'} \cdot D_{13'}}$$

TRANSPUESTAS

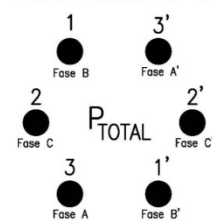
DISPOSICIÓN I



DISPOSICIÓN II



DISPOSICIÓN III



$$L' = L'_A = L'_B = L'_C = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \text{Ln} \left| \frac{\sqrt[3]{D_{13} \cdot D_{23} \cdot D_{13}}}{\sqrt{R.M.G. \cdot \sqrt[6]{D_{11'} \cdot D_{22'} \cdot D_{33'}}}} \right| = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \text{Ln} \left| \frac{D.M.G. ff}{D.M.G. f} \right|$$

4.2.7 DISPOSICIÓN EN DOBLE CIRCUITO PARA DOS POTENCIAS

Una potencia P_1 se transmite por el circuito (1,2,3) y una potencia P_2 se transmite por el circuito (1',2',3').

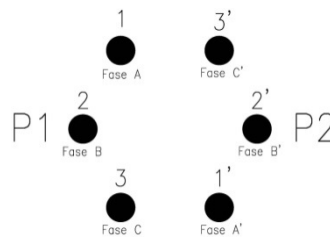
La corriente I_A (P_1) circulará por la fase A. La corriente $I_{A'}$ (P_2) circulará por la fase A'.

Para calibrar si P_1 y P_2 son iguales, los resultados deben ser iguales para una

$P = P_1 + P_2$ (disposición del punto anterior).

Para calibrar si $P_2 = 0$ o próximo a 0, los resultados deben ser a Triángulo No equilátero.

NO TRANSPUESTAS



$$L_{1A} \neq L_{1B} \neq L_{1C}$$

$$L_{2A} \neq L_{2B} \neq L_{2C}$$

$$L'_{1A} = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\text{R.M.G.}} \right| + \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\bar{l}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{12}} \right| + \bar{l}_C \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{13}} \right| + \bar{l}_{2A} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{11'}} \right| + \bar{l}_{2B} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{12'}} \right| + \bar{l}_{2C} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{13'}} \right|}{\bar{l}_A}$$

$$L'_{1B} = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\text{R.M.G.}} \right| + \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\bar{l}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{12}} \right| + \bar{l}_C \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{23}} \right| + \bar{l}_{2A} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{21'}} \right| + \bar{l}_{2B} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{22'}} \right| + \bar{l}_{2C} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{23'}} \right|}{\bar{l}_B}$$

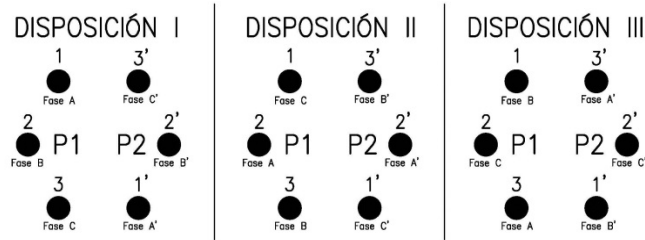
$$L'_{1C} = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\text{R.M.G.}} \right| + \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\bar{l}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{31}} \right| + \bar{l}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{32}} \right| + \bar{l}_{2A} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{31'}} \right| + \bar{l}_{2B} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{32'}} \right| + \bar{l}_{2C} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{33'}} \right|}{\bar{l}_C}$$

$$L'_{2A} = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\text{R.M.G.}} \right| + \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\bar{l}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{12'}} \right| + \bar{l}_C \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{13'}} \right| + \bar{l}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{11'}} \right| + \bar{l}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{12}} \right| + \bar{l}_C \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{13}} \right|}{\bar{l}_{2A}}$$

$$L'_{2B} = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\text{R.M.G.}} \right| + \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\bar{l}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{12'}} \right| + \bar{l}_C \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{23'}} \right| + \bar{l}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{21'}} \right| + \bar{l}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{22}} \right| + \bar{l}_C \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{23}} \right|}{\bar{l}_{2B}}$$

$$L'_{2C} = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\text{R.M.G.}} \right| + \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\bar{l}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{31'}} \right| + \bar{l}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{32'}} \right| + \bar{l}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{31}} \right| + \bar{l}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{32}} \right| + \bar{l}_C \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{33}} \right|}{\bar{l}_{2C}}$$

TRANSPUESTAS



$$\lambda'_{1A} = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\bar{i}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{\sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{13}}}{\text{R.M.G.}} \right| + \bar{i}_{2A} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{11'} \cdot D_{22'} \cdot D_{33'}}} \right| + \bar{i}_{2B} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{12'} \cdot D_{23'} \cdot D_{31'}}} \right| + \bar{i}_{2C} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{13'} \cdot D_{21'} \cdot D_{32'}}} \right| \right]$$

$$L'_{1A} = \frac{\lambda'_{1A}}{\bar{i}_A}$$

$$\lambda'_{1B} = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\bar{i}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{\sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{13}}}{\text{R.M.G.}} \right| + \bar{i}_{2A} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{21'} \cdot D_{32'} \cdot D_{13'}}} \right| + \bar{i}_{2B} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{22'} \cdot D_{33'} \cdot D_{11'}}} \right| + \bar{i}_{2C} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{23'} \cdot D_{31'} \cdot D_{12'}}} \right| \right]$$

$$L'_{1B} = \frac{\lambda'_{1B}}{\bar{i}_B}$$

$$\lambda'_{1C} = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\bar{i}_C \cdot \text{Ln} \left| \frac{\sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{13}}}{\text{R.M.G.}} \right| + \bar{i}_{2A} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{31'} \cdot D_{12'} \cdot D_{23'}}} \right| + \bar{i}_{2B} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{32'} \cdot D_{13'} \cdot D_{21'}}} \right| + \bar{i}_{2C} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{33'} \cdot D_{11'} \cdot D_{22'}}} \right| \right]$$

$$L'_{1C} = \frac{\lambda'_{1C}}{\bar{i}_C}$$

$$\lambda'_{2A} = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\bar{i}_{2A} \cdot \text{Ln} \left| \frac{\sqrt[3]{D_{12'} \cdot D_{23'} \cdot D_{13'}}}{\text{R.M.G.}} \right| + \bar{i}_{1A} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{11} \cdot D_{22} \cdot D_{33}}} \right| + \bar{i}_{1B} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{31}}} \right| + \bar{i}_{1C} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{13} \cdot D_{21} \cdot D_{32}}} \right| \right]$$

$$L'_{2A} = \frac{\lambda'_{2A}}{\bar{i}_{2A}}$$

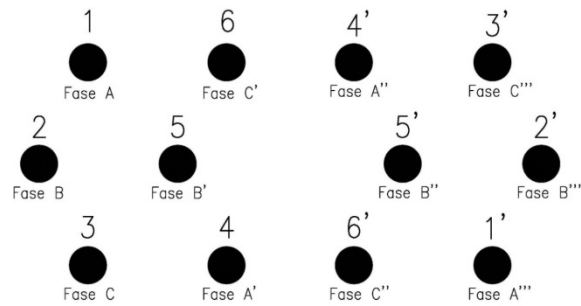
$$\lambda'_{2B} = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\bar{i}_{2B} \cdot \text{Ln} \left| \frac{\sqrt[3]{D_{12'} \cdot D_{23'} \cdot D_{13'}}}{\text{R.M.G.}} \right| + \bar{i}_{1A} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{21} \cdot D_{32} \cdot D_{13}}} \right| + \bar{i}_{1B} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{22} \cdot D_{33} \cdot D_{11}}} \right| + \bar{i}_{1C} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{23} \cdot D_{31} \cdot D_{12}}} \right| \right]$$

$$L'_{2B} = \frac{\lambda'_{2B}}{\bar{i}_{2B}}$$

$$\lambda'_{2C} = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\bar{i}_{2C} \cdot \text{Ln} \left| \frac{\sqrt[3]{D_{12'} \cdot D_{23'} \cdot D_{13'}}}{\text{R.M.G.}} \right| + \bar{i}_{1A} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{31} \cdot D_{12} \cdot D_{23}}} \right| + \bar{i}_{1B} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{32} \cdot D_{13} \cdot D_{21}}} \right| + \bar{i}_{1C} \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[3]{D_{33} \cdot D_{22} \cdot D_{11}}} \right| \right]$$

$$L'_{2C} = \frac{\lambda'_{2C}}{\bar{i}_{2C}}$$

4.2.8 DISPOSICIÓN EN CUADRUPLE CIRCUITO



NO TRANSPUESTA

$$\lambda'_A = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\bar{I}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[4]{\text{R.M.G.} \cdot D_{AA}}} \right| + \bar{I}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{AB}} \right| + \bar{I}_C \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{AC}} \right| \right]$$

$$L'_A = \frac{\lambda'_A}{I_A}$$

$$D_{AA} = \sqrt[8]{D_{14} \cdot D_{14'} \cdot D_{11'} \cdot D_{44'} \cdot D_{41'} \cdot D_{4'1}}$$

$$D_{AB} = \sqrt[16]{D_{12} \cdot D_{15} \cdot D_{15'} \cdot D_{12'} \cdot D_{42} \cdot D_{45} \cdot D_{45'} \cdot D_{42'} \cdot D_{4'2} \cdot D_{4'5} \cdot D_{4'5'} \cdot D_{4'2'} \cdot D_{1'2} \cdot D_{1'5} \cdot D_{1'5'} \cdot D_{1'2'}}$$

$$D_{AC} = \sqrt[16]{D_{13} \cdot D_{16} \cdot D_{16'} \cdot D_{13'} \cdot D_{43} \cdot D_{46} \cdot D_{46'} \cdot D_{43'} \cdot D_{4'3} \cdot D_{4'6} \cdot D_{4'6'} \cdot D_{4'3'} \cdot D_{1'3} \cdot D_{1'6} \cdot D_{1'6'} \cdot D_{1'3'}}$$

$$\lambda'_B = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\bar{I}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[4]{\text{R.M.G.} \cdot D_{BB}}} \right| + \bar{I}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{BA}} \right| + \bar{I}_C \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{BC}} \right| \right]$$

$$L'_B = \frac{\lambda'_B}{I_B}$$

$$D_{BB} = \sqrt[8]{D_{25} \cdot D_{25'} \cdot D_{22'} \cdot D_{55'} \cdot D_{52'} \cdot D_{5'2}}$$

$$D_{BA} = \sqrt[16]{D_{21} \cdot D_{24} \cdot D_{24'} \cdot D_{21'} \cdot D_{51} \cdot D_{54} \cdot D_{54'} \cdot D_{51'} \cdot D_{5'1} \cdot D_{5'4} \cdot D_{5'4'} \cdot D_{5'1'} \cdot D_{2'1} \cdot D_{2'4} \cdot D_{2'4'} \cdot D_{2'1'}}$$

$$D_{BC} = \sqrt[16]{D_{23} \cdot D_{26} \cdot D_{26'} \cdot D_{23'} \cdot D_{53} \cdot D_{56} \cdot D_{56'} \cdot D_{53'} \cdot D_{5'3} \cdot D_{5'6} \cdot D_{5'6'} \cdot D_{5'3'} \cdot D_{2'3} \cdot D_{2'6} \cdot D_{2'6'} \cdot D_{2'3'}}$$

$$\lambda'_C = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\bar{I}_C \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{\sqrt[4]{\text{R.M.G.} \cdot D_{CC}}} \right| + \bar{I}_A \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{CA}} \right| + \bar{I}_B \cdot \text{Ln} \left| \frac{1}{D_{CB}} \right| \right]$$

$$L'_C = \frac{\lambda'_C}{I_C}$$

$$D_{CC} = \sqrt[8]{D_{36} \cdot D_{36'} \cdot D_{33'} \cdot D_{66'} \cdot D_{63'} \cdot D_{6'3}}$$

$$D_{CA} = \sqrt[16]{D_{31} \cdot D_{34} \cdot D_{34'} \cdot D_{31'} \cdot D_{61} \cdot D_{64} \cdot D_{64'} \cdot D_{61'} \cdot D_{6'1} \cdot D_{6'4} \cdot D_{6'4'} \cdot D_{6'1'} \cdot D_{3'1} \cdot D_{3'4} \cdot D_{3'4'} \cdot D_{3'1'}}$$

$$D_{CB} = \sqrt[16]{D_{32} \cdot D_{35} \cdot D_{35'} \cdot D_{32'} \cdot D_{62} \cdot D_{65} \cdot D_{65'} \cdot D_{62'} \cdot D_{6'2} \cdot D_{6'5} \cdot D_{6'5'} \cdot D_{6'2'} \cdot D_{3'2} \cdot D_{3'5} \cdot D_{3'5'} \cdot D_{3'2'}}$$

4.3 CAPACIDAD DE LA CORRIENTE EN LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE

El RLAT permite dos enfoques alternativos para el cálculo de la intensidad máxima admisible en los conductores, o bien aplicando el apartado 4.2.1 de la ITC-LAT-07 (densidad de corriente máxima) o mediante un sistema de cálculo conforme al apartado 4.2.2.1 de la ITC-LAT-07 (por transferencia de calor).

4.3.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE POR DENSIDAD DE CORRIENTE MÁXIMA

En el punto 4.2.1 de la ITC-LAT-07 del RLAT, se indican las densidades de corriente máximas en régimen permanente.

SECCIÓN NOMINAL [mm ²]	DENSIDAD DE CORRIENTE [A/mm ²]					
	CONDUCTORES DE COBRE	CONDUCTORES DE ALUMINIO	CONDUCTORES DE ALEACIÓN DE ALUMINIO	CONDUCTORES ALUMINIO-ACERO	CONDUCTORES ALEACIÓN ALUMINIO-ACERO	CONDUCTORES DE OTRA NATURALEZA
	$\rho_{(Cu\ 20^{\circ}C)}=0,017241\ \Omega\cdot mm^2/m$	$\rho_{(Al\ 20^{\circ}C)}=0,028264\ \Omega\cdot mm^2/m$	$\rho_{(aleación\ AL\ 20^{\circ}C)}=0,03250\ \Omega\cdot mm^2/m$			
δ_{Cu}	δ_{AL}	$\delta_{aleación\ AL}$	$\delta_{AL-ACERO}$	$\delta_{aleación\ AL-ACERO}$ (Ej: AL3)	$\delta_{OTRA\ NATURALEZA}$	
10	8,75					
15	7,60	6,00	5,60			
25	6,35	5,00	4,65			
35	5,75	4,55	4,25			
50	5,10	4,00	3,70			
70	4,50	3,55	3,30			
95	4,05	3,20	3,00			
125	3,70	2,90	2,70	$\delta_{AL-ACERO}=\delta_{AL}\cdot\gamma$	$\delta_{aleación\ AL-ACERO}=\delta_{aleación\ AL}\cdot\gamma$	$\delta_{OTRA\ NATURALEZA}=\delta_{Cu}\cdot\gamma$
160	3,40	2,70	2,50	$\gamma=0,916\ 30+7$	$\gamma=0,916\ 30+7$	$\gamma=v(1,724/\rho)$
200	3,20	2,50	2,30	$\gamma=0,937\ 6+1 / 26+7$	$\gamma=0,937\ 6+1 / 26+7$	ρ , Resistividad 20°C
250	2,90	2,30	2,15	$\gamma=0,95\ 54+7$	$\gamma=0,95\ 54+7$	[$\mu\Omega\cdot cm$] del conductor
300	2,75	2,15	2,00	$\gamma=0,97\ 45+7$	$\gamma=0,97\ 45+7$	de otra naturaleza
400	2,50	1,95	1,80			
500	2,30	1,80	1,70			
600	2,10	1,65	1,55			

$$\rho_{(ACERO\ GALVANIZADO\ 20^{\circ}C)}=0,192\ \Omega\cdot mm^2/m$$

$$\rho_{(ACERO\ RECUBIERTO\ DE\ AL\ 20^{\circ}C)}=0,0848\ \Omega\cdot mm^2/m$$

Para secciones intermedias habrá que interpolar.

El valor resultante se aplicará para la sección total del conductor.

Se permitirán otros valores de densidad de corriente siempre que correspondan con valores actualizados publicados en las normas EN y CEI aplicables.

4.3.1.1 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN

La corriente capaz de ser transportada por un conductor de alambres de aluminio y acero, $I_{AL-ACERO}$, es inferior a I_{AL} de la misma sección S.

La reducción de corriente puede determinarse bajo la consideración de que la potencia disipada por efecto Joule en ambos casos debe ser la misma, con objeto de mantener constantes las pérdidas de energía en ambos conductores.

$$\delta_{AL-ACERO} < \delta_{AL}$$

$$I_{AL}^2 \cdot R'_{AL} = I_{AL-ACERO}^2 \cdot R'_{AL-ACERO}$$

$$R' = \rho \cdot \frac{1}{S} \quad I = S \cdot \delta$$

$$l \cdot R' = S \cdot \delta \cdot \rho \cdot \frac{1}{S} = \delta \cdot \rho$$

$$\delta_{AL} \cdot S \cdot \delta_{AL} \cdot \rho_{AL} = \delta_{AL-ACERO} \cdot S \cdot \delta_{AL-ACERO} \cdot \rho_{AL-ACERO}$$

$$\delta_{AL}^2 \cdot \rho_{AL} = \delta_{AL-ACERO}^2 \cdot \rho_{AL-ACERO}$$

$$\delta_{AL-ACERO} = \sqrt{\frac{\delta_{AL}^2 \cdot \rho_{AL}}{\rho_{AL-ACERO}}} = \delta_{AL} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{AL}}{\rho_{AL-ACERO}}}$$

$$\text{Coeficiente de reducción} = \sqrt{\frac{\rho_{AL}}{\rho_{AL-ACERO}}}$$

Generalizable para cualquier material de referencia.

$$\frac{1}{R_m'} = \frac{1}{R_{AL}'} + \frac{1}{R_{ACERO}'}$$

$$S_{AL-ACERO} = S_{AL} + S_{ACERO}$$

$$R_m' = \rho_{AL-ACERO} \cdot \frac{1}{S_{AL-ACERO}} \quad \frac{1}{R_m'} = \frac{S_{AL-ACERO}}{\rho_{AL-ACERO}} \quad \frac{1}{R_{AL}'} = \frac{S_{AL}}{\rho_{AL}} \quad \frac{1}{R_{ACERO}'} = \frac{S_{ACERO}}{\rho_{ACERO}}$$

$$\frac{S_{AL-ACERO}}{\rho_{AL-ACERO}} = \frac{S_{AL} + S_{ACERO}}{\rho_{AL-ACERO}} = \frac{S_{AL}}{\rho_{AL}} + \frac{S_{ACERO}}{\rho_{ACERO}}$$

$$k = \frac{S_{AL}}{S_{ACERO}}$$

$$\rho_{AL-ACERO} = \frac{k + 1}{\frac{k}{\rho_{AL}} + \frac{1}{\rho_{ACERO}}}$$

4.3.1.2 EJEMPLO

1. DATOS

Conductor: 565-AL1/72-ST1A LA-635

Sección total: 636,60 mm²

Sección Al: 565,00 mm²

Sección acero: 71,6 mm²

Composición: AL=54 Acero=19

$\rho_{AL} = 0,028264 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$

2. COEFICIENTE DE REDUCCIÓN

$$k = \frac{S_{AL}}{S_{ACERO}} = \frac{565,00}{71,60} = 7,89106$$

$$\rho_{AL-ACERO} = \frac{k + 1}{\frac{k}{\rho_{AL}} + \frac{1}{\rho_{ACERO}}} = \frac{7,89 + 1}{\frac{7,89}{0,028264} + \frac{1}{0,192}} = 0,031262568 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$$

$$\rho_{AL-ACERO} = 0,031262568 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{10^6 \mu\Omega}{1\Omega} \cdot \frac{10^{-2} \text{cm}^2}{1\text{mm}^2} \cdot \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} = 3,126256864 \mu\Omega \cdot \text{cm}$$

$$\text{Coeficiente de reducción} = \sqrt{\frac{\rho_{AL}}{\rho_{AL-ACERO}}} = \sqrt{\frac{0,028264}{0,031262568}} = 0,95083351$$

3. INTERPOLACIÓN

Aluminio 500mm².....1,80A/mm²

Aluminio 600mm².....1,65A/mm²

$$\delta_{636,60\text{mm}^2} = 1,65 \text{ A/mm}^2 + (636,6 - 600) \left(\frac{1,65 - 1,80}{600 - 500} \right) = 1,5951 \text{ A/mm}^2$$

4. DENSIDAD ADMISIBLE

$$\delta_{(LA-635)} = \delta_{636,60\text{mm}^2} \cdot \text{Coeficiente Reducción} = 1,5951 \text{ A/mm}^2 \cdot 0,95083351 = 1,51667 \text{ A/mm}^2$$

5. INTENSIDAD ADMISIBLE

$$I_{ADMISIBLE (LA-635)} = S_{LA-635} \cdot \delta_{(LA-635)} = 636,60 \cdot 1,51667 \text{ A/mm}^2 = 965,5150159 \text{ A}$$

4.3.1.3 INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES DE FASE

AL1-ST1A				LARL				Cu		
TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	COEFICIENTE DE REDUCCIÓN	DENSIDAD DEL CONDUCTOR [A/mm ²]	INTENSIDAD ADMISIBLE [A]	TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182 NI 54.63.02	COEFICIENTE DE REDUCCIÓN	DENSIDAD DEL CONDUCTOR [A/mm ²]	INTENSIDAD ADMISIBLE [A]	TIPO DE CONDUCTOR UNE 207015	DENSIDAD DEL CONDUCTOR [A/mm ²]	INTENSIDAD ADMISIBLE [A]
27-AL1/4-ST1A LA 30	0,937	4,4277935	137,70	LARL 30	0,937	4,4277935	137,70	C 10	8,7500	87,50
47-AL1/8-ST1A LA 56	0,937	3,6510205	199,35	LARL 56	0,937	3,6510205	199,35	C 16	7,5625	115,71
67-AL1/11-ST1A LA 78	0,937	3,2135352	252,58	LARL 78	0,937	3,2135352	252,58	C 25	6,3380	159,72
100-AL1/17-ST1A	0,937	2,795071	326,18					C 35	5,7560	200,88
94-AL1/22-ST1A LA 110	0,916	2,737008	318,04					C 50	5,1217	253,52
119-AL1/28-ST1A LA 145	0,916	2,540722286	373,74	LARL 145	0,916	2,540722286	373,74	C 70	4,4946	315,97
107-AL1/18-ST1A LA 125 PENGUIN	0,937	2,716764571	339,87	LARL 125 PENGUIN	0,937	2,716764571	339,87	C 95	4,0536	384,28
152-AL1/25-ST1A LA 175 OSTRICH	0,937	2,4516605	433,21	LARL 175 OSTRICH	0,937	2,4516605	433,21	C 120	3,7443	453,81
147-AL1/34-ST1A LA 180	0,916	2,374272	431,17	LARL 180	0,916	2,374272	431,17	C 150	3,5106	516,41
242-AL1/39-ST1A LA 280 HAWK	0,937	2,0676779	581,22	LARL HAWK	0,937	2,0676779	581,22	C 185	3,2775	604,70
337-AL1/44-ST1A LA 380 GULL	0,950	1,8886	719,56	LARL GULL	0,950	1,8886	719,56	C 235	2,9840	704,22
402-AL1/52-ST1A LA 455 CONDOR	0,950	1,7748375	806,66	LARL CONDOR	0,950	1,7748375	806,66	C 300	2,7395	833,36
483-AL1/33-ST1A LA 510 RAIL	0,970	1,721556	889,70	LARL 510 RAIL	0,970	1,721556	889,70	C 400	2,5273	983,35
485-AL1/63-ST1A LA 545 CARDINAL	0,950	1,6425975	898,99	LARL CARDINAL	0,950	1,6425975	898,99	C 500	2,3188	1137,60
806-AL1/56-ST1A LA 860 LAPWING	0,951	1,516674546	965,52	LARL 600 (BLUEJAY)	0,970	1,596135	962,47			
565-AL1/72-ST1A LA 635 FINCH	0,951	1,516674546	965,52	LARL FINCH	LARL FINCH	1,516674546	965,52			
				LARL 820 (PLOVER)	LARL 820 (PLOVER)	1,259371755	1028,91			

AL1			AL3			AL3-ST1A			
TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	DENSIDAD DEL CONDUCTOR [A/mm ²]	INTENSIDAD ADMISIBLE [A]	TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	DENSIDAD DEL CONDUCTOR [A/mm ²]	INTENSIDAD ADMISIBLE [A]	TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	DENSIDAD DEL CONDUCTOR [A/mm ²]	DENSIDAD DEL CONDUCTOR [A/mm ²]	INTENSIDAD ADMISIBLE [A]
28-AL1 (L 28)	4,8740	135,50	28-AL3 (D 28)	4,5380	126,16	27-AL3/4-ST1A (DA 30)	0,937	4,1284	128,39
43-AL1 (L 40)	4,2530	183,30	43-AL3 (D 40)	3,9530	170,37				
55-AL1 (L 56)	3,8965	212,75	55-AL3 (D 56)	3,6080	197,00	47-AL3/8-ST1A (DA 56)	0,937	3,3807	184,59
76-AL1 (L 80)	3,4538	260,76	76-AL3 (D 80)	3,2175	242,92	67-AL3/11-ST1A (DA 78)	0,937	2,9954	235,44
117-AL1 (L 110)	2,9800	348,66	117-AL3 (D 110)	2,7800	325,26	94-AL3/22-ST1A (DA 110)	0,916	2,5538	296,75
148-AL1 (L 145)	2,7680	409,94	148-AL3 (D 145)	2,5680	380,32	119-AL3/28-ST1A (DA 145)	0,916	2,3575	346,79
188-AL1 (L 180)	2,5595	481,44	188-AL3 (D 180)	2,3595	443,82	147-AL3/34-ST1A (DA 180)	0,916	2,1911	397,90
279-AL1 (L 280)	2,2121	617,84	279-AL3 (D 280)	2,0621	575,94	226-AL3/53-ST1A (DA 280)	0,916	1,8889	527,57
381-AL1 (L 400)	1,9880	757,43	381-AL3 (D 400)	1,8380	700,28				
454-AL1 (L 450)	1,8683	849,12	454-AL3 (D 450)	1,7455	793,33				
547-AL1 (L 550)	1,7291	946,31	547-AL3 (D 550)	1,6291	891,58				
638-AL1 (L 630)	1,5926	1016,52	638-AL3 (D 630)	1,4926	952,69				

4.3.2 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE POR TRANSFERENCIA DE CALOR EN RÉGIMEN PERMANENTE

El nuevo RLAT, en el punto 4.2 de la ITC-LAT-07 “Capacidad de la corriente en los conductores”, permite dos enfoques alternativos para el cálculo de la intensidad máxima admisible en los conductores:

- Aplicando el punto 4.2.1 “Densidad admisible” con la tabla 11 de densidades de corriente máxima en régimen permanente.
- Aplicando el punto 4.2.2 “Intensidad de los conductores” , realizando un estudio de la temperatura alcanzada por los conductores, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y de la carga de la línea.

En el punto 4.2.2.1 “Intensidad máxima admisible” se indica:

“Se realizará, mediante un sistema de cálculo contrastado y conforme a la normativa vigente, el estudio de la intensidad máxima admisible que puede circular por los conductores de la línea. Este estudio se documentará en el proyecto, indicándose, si procede, las condiciones climatológicas consideradas en los cálculos y en el diseño.

La sección de los conductores de fase deberá ser elegida de forma tal, que no se exceda la temperatura máxima para la que se ha calculado el material del conductor, bajo unas condiciones específicas definidas en las especificaciones del proyecto.”

En el punto 2.1.2.3 “Temperaturas de servicio del conductor” se indica:

“La máxima temperatura de servicio de conductores de aluminio bajo diferentes condiciones operativas deberá ser indicada en las especificaciones del proyecto. Estas Especificaciones darán algunos o todos los requisitos, bajo las siguientes condiciones:

- a) La temperatura máxima de servicio bajo carga normal en la línea, que no sobrepasará los 85 °C.*
- b) a temperatura máxima de corta duración para momentos especificados, bajo diferentes cargas en la línea, superiores al nivel normal, que no sobrepasará los 100 °C.*
- c) La temperatura máxima debida a un fallo especificado del sistema eléctrico, que no sobrepasará los 100 °C.*

...”

Por otro lado, en el punto 3.2.3 “Flechas máximas de los conductores y cables de tierra” se indica:

“...b) Hipótesis de temperatura.- Sometidos a la acción de su peso propio, a la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y de servicio de la línea. Para las líneas de categoría especial, esta temperatura no será en ningún caso inferior a + 85 °C para los conductores de fase ni inferior a + 50 °C para los cables de tierra. Para el resto de líneas, tanto para los conductores de fase como para los cables de tierra, esta temperatura no será en ningún caso inferior a + 50 °C.”

En la bibliografía [1] se explica cómo calcular la temperatura o la corriente del conductor con unas condiciones ambientales determinadas, en función de la potencia generada y evacuada. El cálculo ha sido estudiado también los trabajos de [9] CIGRE 207 WORKING GROUP 22.12 y en [10] IEEE Std 738TM-2012 STANDARD FOR CALCULATING THE CURRENT-TEMPERATURE RELATIONSHIP OF BARE OVERHEAD CONDUCTORS.

En esta última reseña [10] se incluye el código de programación BASIC para realizar una aplicación que calcule cuatro tipos de caso.

Los cuatro tipos de cálculo que se pueden dar, en función de las condiciones ambientales:

1. Cálculo de la temperatura del conductor en régimen permanente, en función de una corriente determinada.
2. Cálculo de la corriente del conductor en régimen permanente, en función de una temperatura determinada.
3. Cálculo de la temperatura del conductor en régimen transitorio de corta duración (no cortocircuito).
4. Cálculo de la corriente del conductor en régimen transitorio de corta duración (no cortocircuito).

Con estos cuatro cálculos podemos atender las exigencias del RLAT respecto al régimen permanente.

4.3.3 DATOS NECESARIOS

Los datos de condiciones ambientales se pueden encontrar en la página web de la Agencia Estatal de Meteorología. Existe una sección para buscar los valores extremos de cada estación meteorológica por Comunidad Autónoma.

Generalmente, en función del sistema de cálculo, los datos serán los siguientes:

- Temperatura ambiente [°C].
- Velocidad del viento [m/s]. A mayor velocidad del viento, menor temperatura del conductor.
- Ángulo entre el viento y el eje del conductor [° sexagesimal].
- Diámetro del conductor [mm].
- Resistencia eléctrica alterna a la temperatura indicada [Ω /km].
- Coeficiente de emisión solar [0,5].
- Coeficiente de absorción solar [0,23 Al brillante, hasta 0,95 en ambiente degradado industrial].
- Coeficiente de elevación sobre el nivel del mar.
- Dirección relativa al norte [°].
- Latitud en grados.
- Horas solares y días al año.
- Claridad del aire [Claro (0), Industrial (1)].

4.3.4 PROBLEMAS DE FLECHA POR NO TENER EN CUENTA LAS CONDICIONES AMBIENTALES

En la bibliografía [1] se indica que mediante el cálculo de la temperatura por transferencia de calor aplicado a los valores de corriente calculados con la tabla 11 del punto 4.2.1 “Densidad admisible”, corresponden a una temperatura de servicio de unos 85°C, considerando en otras condiciones, una temperatura ambiente de unos 20°C. Eso implica que cuando la temperatura ambiente sea mayor de 20°C, y fácilmente puede llegar en meses de verano a ser superiores a 40°C, la temperatura del conductor

superará enormemente la temperatura de 85°C si la carga de la línea está cerca de su límite.

Si a esto sumamos que el apartado b) “Hipótesis de temperatura” de flechas máximas, donde se indica que para las líneas que no son de categoría especial la temperatura mínima puede ser de 50°C, podemos proyectar una línea que no cumpla las distancias de seguridad al terreno ni las temperaturas de servicio.

Por tanto, se puede dar el caso de construir una línea, calculando una intensidad máxima para una temperatura de unos 85°C (y como hemos dicho anteriormente si se utiliza la tabla de densidades de corriente pueden ser muy superiores a 85°C-Problema 1), y considerar una flecha a 50°, y tener periodos de tiempo transportando la intensidad máxima e incumpliendo la distancia reglamentaria del conductor al terreno (Problema 2). Y todo esto por no considerar las condiciones ambientales y realizar el cálculo de intensidad de corriente por el método de transferencia de calor. Se agrava todo lo anterior, si no se tiene en cuenta el proceso de fluencia en caliente (creep) del conductor.

Los dos problemas explicados anteriormente son una realidad que se está produciendo actualmente en una gran cantidad de líneas aéreas, y sobre todo en la Comunidad de Andalucía.

Como ejemplo, tenemos que la intensidad máxima calculada según la tabla 11 de densidades de corriente del conductor LA-110, es de 318,04 A. Este conductor se instala con mucha frecuencia en líneas que no son de categoría especial, y por tanto se suele calcular la flecha máxima de temperatura a 50°C. Teniendo en cuenta unas condiciones ambientales normales, con una temperatura ambiente de 40°C, utilizando el cálculo por transferencia de calor, nos sale una temperatura de conductor de 79,8°C. Aquí se evidencia el problema si la flecha se calculado a 50°C. Si encima no se tiene en cuenta el proceso de fluencia, el problema se agrava más.

4.3.5 VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE CONDUCTORES EXISTENTES (REPOTENCIACIÓN)

En líneas aéreas construidas, puede verificarse la capacidad de transporte considerando las condiciones ambientales y el cálculo por transferencia de calor. También se tendría que comprobar flechas, mediante la toma de datos de la catenaria con instrumentos topográficos y la medida de la temperatura del conductor utilizando cámaras termográficas. Si la línea se hubiera calculado para una intensidad máxima a 50°C, podemos tener una repotenciación de la línea, hasta llegar a una temperatura de 85°C, siempre que le aumento de flecha sea posible.

Para la repotenciación anterior no sería necesario realizar una modificación de la línea. Pero si no fuera posible, se puede buscar una repotenciación, modificando la línea, ya sea con un **refuerzo** de los apoyos al sustituir los conductores actuales por otros de mayor sección y aumentado los tenses de estos, o con un **recrecido**, aumentando la altura de los apoyos, sustituyendo los conductores por otros de mayor sección, y manteniendo los tenses existentes.

Otra solución alternativa para la repotenciación de una línea puede ser la instalación de conductores tipo GAP de baja flecha.

5.ELECCIÓN DEL TRAZADO



Cuando se proyecta una línea aérea eléctrica lo primero que hemos de determinar es su trazado. El cálculo mecánico de conductores se basa, en un determinado trazado de la línea y en una distribución de apoyos a lo largo del perfil del terreno.

Consideraciones en la elección del trazado de la línea:

- Posibles puntos de toma de energía.
- Situaciones de paralelismos y cruzamientos, intentando reducir al mínimo indispensable las situaciones reguladas por las prescripciones especiales del apartado 5.3 ITC-LAT 07 y apartado 6.2 ITC-LAT 08 del RLAT:
 - Con otras líneas aéreas (eléctricas o de telecomunicación). Procurar que el punto de cruce sea en donde mayor altura podamos conseguir entre el terreno y la línea a cruzar, intentando que ese punto no sea próximo al medio del vano, que es donde el valor de la flecha varía más.
 - Carreteras. Procurar que el ángulo de cruce sea lo más perpendicular posible y el vano lo más reducido posible. También, para realizar el cruce, hay que intentar buscar los lugares próximos a la carretera de mayor cota que esta (zonas de la carretera donde se ha realizado desmonte), y así los nuevos apoyos serán de menor altura que cruzando por lugares donde la cota del terreno donde se va a instalar el apoyo es igual a la de la carretera. Atendiendo a esto último, será más sencillo cumplir la distancia reglamentaria del conductor a la carretera, e incluso poder ser mucho más elevada aumentando enormemente la seguridad.
 - Caminos y sendas.
 - Ferrocarriles, tranvías y trolebuses.
 - Teleféricos y cables transportadores.
 - Ríos y canales.
 - Bosques, árboles y masas de arbolado.
 - Edificios, construcciones y zonas urbanas. Intentar evitar que la traza pase por encima, rectificando el trazado si fuera necesario (5 m más la oscilación de los conductores por el viento).
 - Proximidad a aeropuertos.
 - Proximidad a parques eólicos.
 - Proximidad a obras.
 - Antenas receptoras.
- Posibilidades de paso por terrenos ajenos, que pueden representar derechos de paso demasiados costosos.
- Estudiar se el trazado atraviesa parcelas incluidas en planes urbanísticos.
- Condicionamientos impuestos por los propietarios de los terrenos.
- Situación de linderos de fincas.
- Accesos a los apoyos, para la **construcción o mantenimiento**, sobre todo en los apoyos con elementos de maniobra y/o protección (accesibilidad media al trazado de la línea para el acopio de los materiales).

- Situación de laderas (Incluir en perfil topográfico). En las regiones montañosas es conveniente no montar las líneas en los flancos de costado o vertientes, donde los aludes, desplomes y avalanchas podrían destruirlas.
- Atendiendo al punto anterior, es preferible seguir las crestas o cumbres, de modo que los conductores salven libremente los barrancos, vaguadas y toda clase de depresiones.
- Siempre que sea posible, procurar que la traza discurra por terrenos con desniveles inferiores al 20 %.
- Se evitarán los ángulos de desviación de la traza (α) pronunciados para que los esfuerzos sobre los apoyos sean los menores posibles (punto 1.5.1 ITC-LAT 07).
- En consideración del punto anterior, procurar que la traza tenga el menor número de alineaciones, y por consiguiente de vértices.
- Aprovechamiento de las infraestructuras de las vías públicas, que facilitan la instalación, así como la conservación y vigilancia de las líneas.
- Zonas donde se produzcan fuertes vientos (lugares altos por zonas despejadas de difícil acceso).
- Procurar que la traza se aparte de la costa, al menos 5 km, para evitar la contaminación salina.
- Evitar que la traza discurra por terrenos pantanosos o cenagosos, terrenos deslizantes, terrenos de relleno, zonas donde se ha depositado escombros,...para no tener problemas a la hora de realizar las cimentaciones de los apoyos.
- Distancias de los apoyos a los caminos. Los ayuntamientos suelen tener normativa donde marcan la distancia mínima de los apoyos a los caminos. Suele ser más exigente en zonas de tierra de labranza, donde discurre maquinaria de gran anchura. Como mínimo se suele considerar una distancia de 3 m entre el eje del apoyo y el camino, pudiéndose aumentar a 5 m para evitar lo anterior. Hay que tener en cuenta que si aumentamos estas distancias, posiblemente estemos perjudicando más al propietario del terreno.

Con todos los puntos anteriores y previo reconocimiento del terreno, se estará en condiciones de fijar el trazado más idóneo.

Será normal que existan diversas **alternativas** (muy aconsejable realizar, tantear multitud de alternativas, evaluando cada una de ellas y valorando cada uno de los puntos indicados anteriormente, para ayudarnos a elegir la más conveniente), que habrá que estudiar y comparar, para decidirnos por la que nos parezca más favorable.

Se tendrá que informar al Departamento de Medio Ambiente, de la Comunidad Autónoma afectada, de las diferentes alternativas elegidas, mediante un Informa Ambiental. Los requisitos exigidos en la Resolución serán de obligado cumplimiento en el proyecto, en especial las medidas de protección a la avifauna. Por tanto habrá que informarse si la traza discurre por:

- Parque nacionales
- Montes Públicos
- Zonas de interés ambiental
- LIC (Lugar de Importancia Comunitaria)
- ZEPA

- Vías Pecuarías

- ...

Una vez elegido el trazado de la línea, es necesario efectuar su replanteo sobre el terreno, marcando sobre su recorrido los puntos más singulares que lo identifiquen.

A continuación se procede al levantamiento del perfil topográfico del terreno. En el caso de líneas que discurren por una ladera, ha de incluirse el perfil correspondiente al terreno a una distancia del eje de la línea, para comprobar, en su caso, las alturas de los distintos conductores laterales.

6. DISTRIBUCIÓN DE APOYOS



6.1 CONSIDERACIONES EN LA DISTRIBUCIÓN DE APOYOS

Se situarán primeramente aquellos apoyos que se consideren como ubicación fija, que vendrán determinados por:

- El trazado de la línea (donde se incluyen los cambios de alineación).
- Puntos de mayor altura.
- Próximos a otras instalaciones existentes (consideración de cruzamientos y paralelismos).
- Posibles esfuerzos verticales ascendentes. Intentar evitar valores de pendiente (N) negativos. Evitaremos que los conductores puedan voltear las cadenas de suspensión o arrancar el apoyo del terreno.

A continuación se sitúan el resto de los apoyos, teniendo en cuenta:

- Vano máximo admisible (de valor aproximado).

Dividiremos la longitud del cantón en estudio, por este valor de vano máximo admisible, y nos dará el número mínimo de apoyos (siempre que no tengamos fijado la ubicación de algún apoyo). Ejemplo:

Cantón: 1000 m Vano máximo admisible: 150 m

$$1000 / 150 = 6,666$$

Si el cociente no es entero, cogeremos el entero superior, y nos dará en número mínimo de apoyos.

El número de apoyos será 7, con un vano medio de $1000 / 7 = 142,86$ m.

A continuación dibujaremos la línea en el perfil del terreno y comprobaremos que se cumplen las distancias de seguridad del conductor al terreno. Puede que por la orografía del terreno nos obligue a añadir otro apoyo y reducir el vano medio. Volveremos a dividir el cantón por el siguiente número entero y a obtener otro vano medio menor, comprobando a continuación la distancia del conductor al terreno. Y así hasta llegar a un número mínimo de apoyos.

El número de apoyos sería 8, con un vano medio de $1000 / 8 = 125,00$ m, que tendremos que comprobar la distancia de los conductores al terreno.

- Una catenaria de parámetro constante provisional, función de la zona, condiciones de tendido y longitudes del vano. $h = \frac{T_0}{p}$. El parámetro constante definitivo no puede ser calculado con exactitud hasta que se conoce la situación exacta de los apoyos, que definen las longitudes y desniveles de los vanos.
- Ubicación preferible de apoyos con aislamiento suspendido a apoyos con aislamiento en amarre. Con aislamiento suspendido los esfuerzos que tienen que soportar los apoyos son menores que con cadenas de amarre, y además, hace que el sistema de fijación de los conductores al apoyo sea más dinámico y menos rígido que con aislamiento en amarre.
- Lindes de parcelas.

6.2 VANO MÁXIMO ADMISIBLE

El vano máximo admisible es función del conductor, de las dimensiones del armado del apoyo, la zona y de las condiciones de tendido. Al no estar fijadas todas las variables, el cálculo del vano máximo será aproximado, pero nos será de ayuda para buscar una ubicación provisional de los nuevos apoyos.

6.2.1 CONDUCTORES DESNUDOS

La separación mínima entre conductores desnudos de fase es:

$$D = K \cdot \sqrt{f + L} + K' \cdot D_{pp} \quad \text{Punto 5.4.1. ITC-LAT 07}$$

El valor de D está limitado por las dimensiones del armado, que determina la separación máxima entre conductores.

$$f_{\max} = \left(\frac{D - K' \cdot D_{pp}}{K} \right)^2 - L$$

La flecha se calcula en función de la longitud del vano con la siguiente expresión:

$$f = \frac{T_m}{p} \cdot \left(\text{Cosh} \left(\frac{a}{2 \cdot h} \right) - 1 \right)$$

Como lo que buscamos es un valor de vano máximo aproximado, podemos sustituir $h = \frac{T_m}{p}$ por $h = \frac{T_0}{p}$.

$$\text{Por tanto } f = h \cdot \left(\text{Cosh} \left(\frac{a}{2 \cdot h} \right) - 1 \right)$$

Con el valor de f_{\max} , calculado anteriormente, y resolviendo la ecuación

$$f_{\max} - h \cdot \left(\text{Cosh} \left(\frac{a_{\max}}{2 \cdot h} \right) - 1 \right) = 0$$

nos dará un a_{\max} , vano máximo admisible. Con este valor podremos distribuir los apoyos sobre el perfil. Cada apoyo tendrá una tabla con los valores máximos de vano, para un vano de regulación y un ángulo de la traza diferente.

Para resolver esta ecuación se ha realizado la aplicación Vano Máximo Admisible.xlsm.

Otra forma de calcular a_{\max} , de forma aproximada es utilizando la ecuación de la parábola

$$f = \frac{a^2 \cdot p}{8 \cdot T_0} \quad a_{\max} = \sqrt{\frac{f \cdot 8 \cdot T_0}{p}} = \sqrt{f \cdot 8 \cdot h}$$

Para las dos formas hay que utilizar un valor de h constante y aproximado $h = \frac{T_0}{p}$.

Los valores de T_0 y p serán los de la hipótesis de flecha máxima de temperatura (p sin sobrecarga y temperatura de 85°C). También estos valores dependerán de un vano de regulación determinado.

6.2.2 CONDUCTORES RECUBIERTOS

La separación mínima entre conductores recubiertos es:

$$D = \frac{1}{3} \cdot \left[K \cdot \sqrt{f+L} + 0,75 \cdot D_{pp} \right] \quad \text{Punto 6.3.2. ITC-LAT 08}$$

$$f_{\max} = \left(\frac{3 \cdot D - 0,75 \cdot D_{pp}}{K} \right)^2 - L$$

$$f = h \cdot \left(\text{Cosh} \left(\frac{a}{2 \cdot h} \right) - 1 \right)$$

Resolvemos la ecuación:

$$f_{\max} - h \cdot \left(\text{Cosh} \left(\frac{a_{\max}}{2 \cdot h} \right) - 1 \right) = 0$$

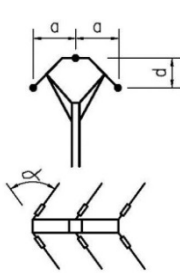
6.2.3 VALORES DE “D” (SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES)

En los apoyos en los que el ángulo de desviación de la traza es igual a cero, los diferentes valores de D estarán determinados por las dimensiones y disposición del armado.

Cuando el ángulo de desviación de la traza (α) sea diferente de cero, habrá que estudiar con detalle el armado.

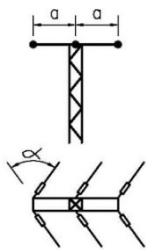
De los diferentes valores de “D” que pueden existir en un apoyo se elegirá el menor de todos.

Armado de bóveda



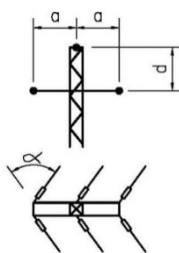
$$D_{\text{vertical}}=0 \quad D_{\text{horizontal}} = \sqrt{d^2 + \left(a \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right)^2}$$

Armado recto (en capa)



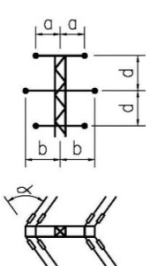
$$D_{\text{vertical}}=0 \quad D_{\text{horizontal}} = a \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Armado en triángulo



$$D_{\text{vertical}}=0 \quad D_{\text{horizontal}} = \sqrt{d^2 + \left(a \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right)^2}$$

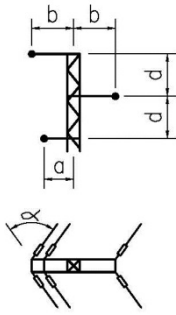
Armado de doble circuito



$$D_{\text{vertical}} = \sqrt{\left[(b-a) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2 + d^2} \quad D_{\text{horizontal}} = 2 \cdot a \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Si $D_{\text{vertical}} < D_{\text{horizontal}}$ entonces $D = D_{\text{vertical}}$

Si $D_{\text{vertical}} > D_{\text{horizontal}}$ entonces $D = D_{\text{horizontal}}$

Armado a tresbolillo

$$D_1 = \sqrt{\left[2 \cdot b \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + d^2}$$

$$D_2 = \sqrt{\left[(a+b) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + d^2}$$

$$D_3 = \sqrt{\left[(b-a) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + (2 \cdot d)^2}$$

$$D = \min (D_1, D_2, D_3)$$

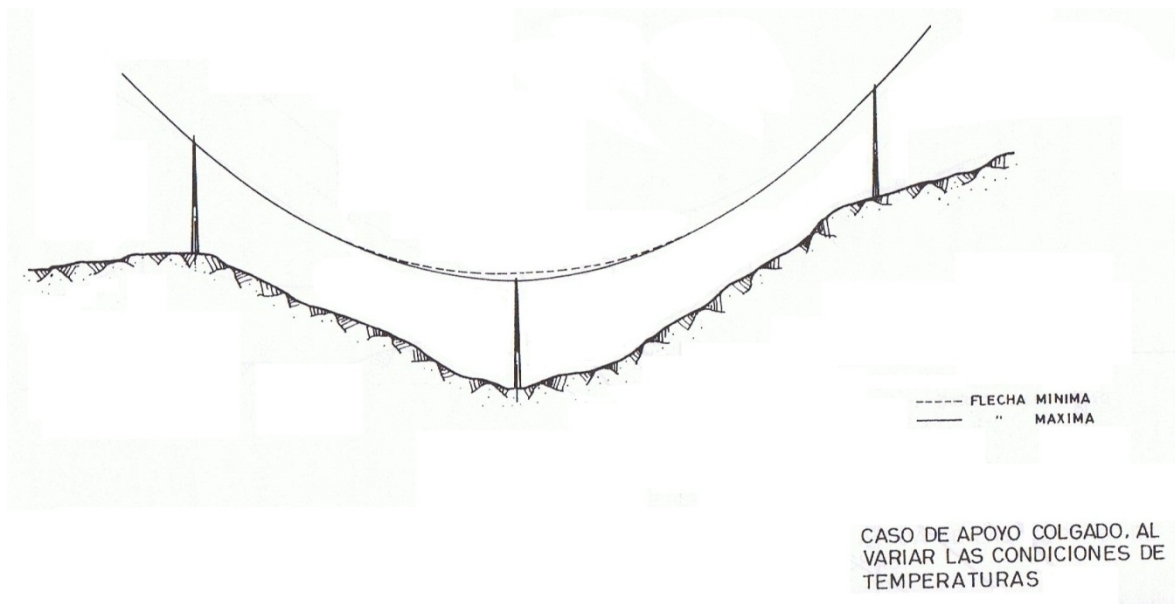
En los ejemplos anteriores el valor de D es dependiente del ángulo de desviación de la traza. Para cada valor del ángulo tendremos un valor de D.

6.3 COMPROBACIÓN EN APOYOS DE ALINEACIÓN CON AISLAMIENTO SUSPENDIDO

En este tipo de apoyos hay que realizar dos comprobaciones:

- a) Que el apoyo no quede colgado (ahorcado). Cuando varían las condiciones de temperatura, puede que el conductor tire hacia arriba del apoyo, en vez de apoyar sobre el mismo. Esto se da a bajas temperaturas, cuando la tensión en el conductor es mayor. Para comprobar que esto no se produce, se utilizarán las curvas de flechas mínimas (conductor sin sobrecarga a la temperatura de -5°C , -15°C y -20°C según se trate de zona A, B o C, apartado 5.6.1. ITC-LAT 07). Se traza la curva entre los puntos de sujeción del conductor de los apoyos contiguos al que se considera, debiendo quedar por debajo del punto de apoyo en el poste intermedio. Inicialmente se realizará con la curva de flechas mínimas el tendido del vano contiguo de la izquierda del apoyo y posteriormente el tendido del vano contiguo de la derecha del apoyo. Como medidas adecuadas para evitarlo ver el punto 0.

Lo que se busca, haciendo la catenaria entre los apoyos contiguos, es encontrar el límite donde el conductor no va a transmitir esfuerzos verticales al apoyo (ni ascendentes ni descendentes). Ese límite es el vértice de la catenaria donde la tensión del conductor es igual a la tensión horizontal. Esto es aproximado, porque lo más seguro es que el apoyo a estudiar no esté en el medio del cantón (estamos suponiendo cadenas de suspensión), y también haya diferentes desniveles. Se puede dar el error al utilizar tablas de cálculo mecánico de conductores con diferentes vanos ideales de regulación, y el elegir el parámetro del v.i.r. de longitud entre apoyos contiguos. En ese caso la tensión horizontal es diferente y por tanto errónea.



- b) Desviación del aislamiento suspendido por la acción del viento. Habrá que comprobar que la posible desviación máxima no sea superior a la admisible. Las condiciones de cálculo se indican en el apartado 5.4.2. de la ITC-LAT 07. En el punto 0 se incluye el procedimiento de cálculo.

6.4 COMPROBACIÓN DE LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD

El RLAT establece una distancia mínima preceptiva de los conductores al terreno o a otros tipos de servicios como líneas de telecomunicación, eléctricas, carreteras, ferrocarriles, etc. Para comprobar que se cumplen estas distancias así como las alturas requeridas por el conductor en los apoyos, el procedimiento que se suele emplear consiste en reproducir en el perfil de la línea la situación de los conductores en las condiciones más desfavorables, según el caso que estudiemos.

Para comprobar distancia por debajo del conductor se utilizará la catenaria de flecha máxima. Se suele añadir una distancia de seguridad, y así se tiene en cuenta las imprecisiones de cálculo y la deformación plástica (fluencia) de los conductores a lo largo de la vida útil de la línea [7.4 y 7.8].

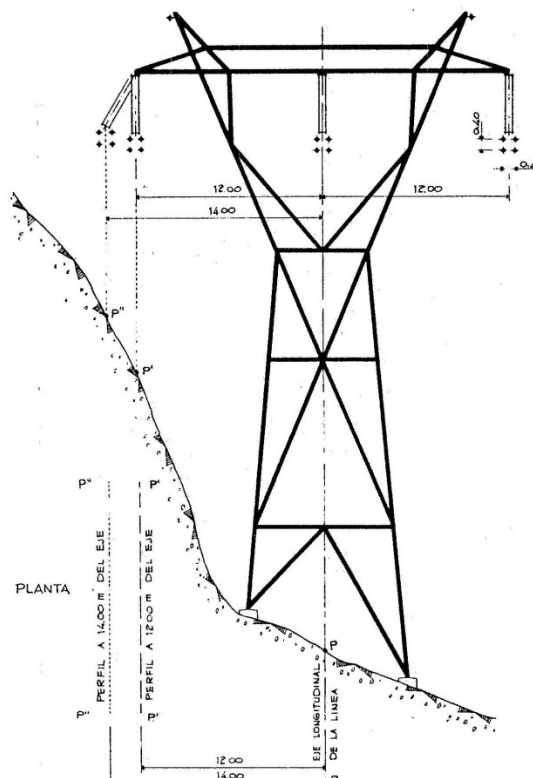
Para comprobar distancias por encima del conductor o revisar que el apoyo no se quede colgado (ahorcado), se utilizará la catenaria de flecha mínima.

La catenaria debe dibujarse tocando a los apoyos por el punto de sujeción de los conductores. Normalmente solo se dibuja un conductor.

6.4.1 APOYOS EN LADERAS

En el caso de líneas que discurran por laderas, se tendrá en cuenta la parte del terreno más desfavorable, que puede que no coincida con el eje de la línea. Si los conductores laterales no están situados al mismo nivel (apoyos a tresbolillo), se procurará colocar el más alto coincidiendo con la parte ascendente del terreno.

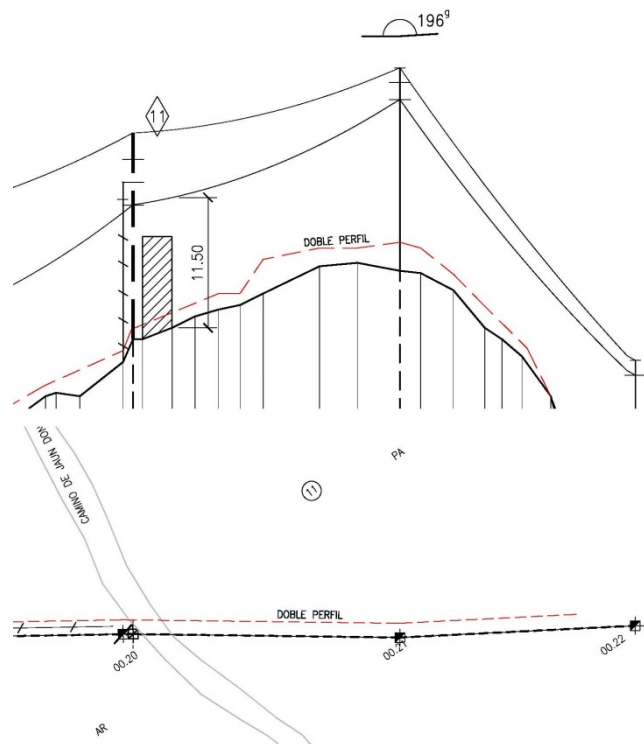
Además, bajo la acción del viento, las cadenas de aisladores de suspensión se desvían transversalmente, tomando posiciones como la dibujada en la figura siguiente



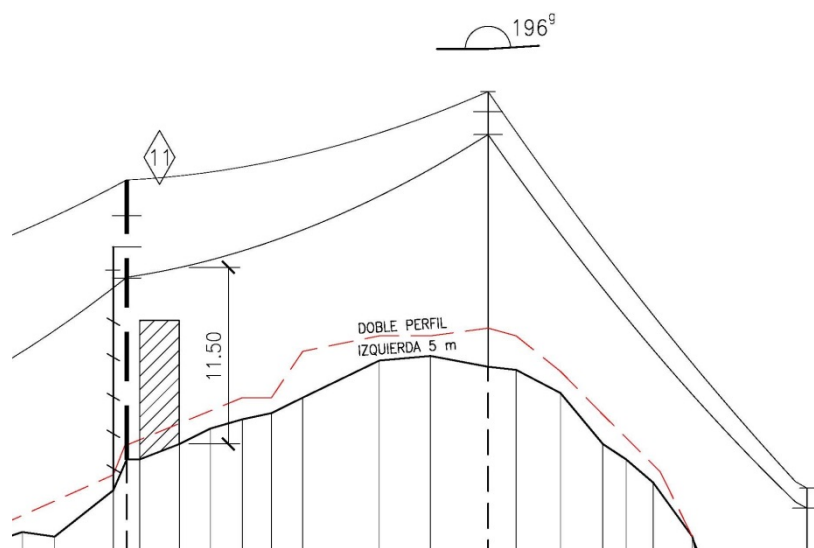
Por esto no basta con limitarse a hacer el levantamiento topográfico según el eje longitudinal de la línea, sino que es absolutamente necesario hacerlo en una franja de terreno, mayor que el ancho de la línea y que incluya la ladera, cuando se tenga la sospecha de que cualquier fase pueda quedar a una distancia del terreno menor que la de seguridad. Este ancho debe ser, como mínimo, el existente entre el eje vertical del apoyo y el extremo de la cruceta más larga, aumentada en dos o tres metros (o lo que estime el proyectista), para prever el efecto de las inclinaciones transversales a la línea de las cadenas de aisladores en suspensión.

Es, pues, imprescindible levantar un doble perfil cuando se sospeche que pueda haber aproximaciones indebidas al terreno. En el plano deberá quedar indicado si el perfil lateral ha sido tomado a la derecha o a la izquierda del eje longitudinal de la línea, para un observador que mire desde el origen al final de la línea.

OPCIÓN 1



OPCIÓN 2 (En el caso de que la planta esté muy cargada de información)



7. CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES



7.1 OBJETIVO DEL CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES

1. Determinar la tensión mecánica con que debe ser tendido un conductor (tabla de tendido), según la longitud del vano y el valor de la temperatura en el momento del tendido, de forma que al variar ésta última y sobrecargarse el conductor por efecto del viento o hielo, teniendo en cuenta las condiciones de servicio de la línea (intensidades máximas que circula por los conductores de fase, que puede provocar una flecha mayor que las correspondientes a las sobrecargas de hielo o viento), la tensión del mismo en las condiciones más desfavorables (tabla de cálculo mecánico, según las exigencias del RLAT) no llegue, a lo largo de su vida, a sobrepasar una fracción determinada de la carga de rotura (coeficiente de seguridad), y así evitar la rotura de los conductores por una tracción excesiva o por la fatiga que implica su continuo balanceo por efecto del viento.
2. Obtener las flechas máximas y mínimas en las diferentes hipótesis exigidas en el RLAT, con el fin de prever la distancia necesaria:
 - Entre conductores
 - Al terreno
 - A masa (en especial la desviación de las cadenas de suspensión)
 - A otros elementos o instalaciones.

y así respetar las distancias reglamentarias.

- a) Flecha mínima, según se indica en el apartado 5.6.1 de la ITC-LAT 07 y en el apartado 6.5.1 de la ITC-LAT 08. Se deberá comprobar que en ningún apoyo de suspensión se produce un volteo o inclinación excesiva de las cadenas de aisladores que suponga un riesgo de aproximación de los conductores a partes puestas a tierra (apoyo colgado-ahorcado) [ver punto 0]. También puede ser necesaria en el cruzamiento con otras líneas aéreas en el caso de que cruce por debajo de estas.
 - b) Flechas máximas, según se indica en el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07 y apartado 4.3.3 de la ITC-LAT 08. La intensidad máxima que puede llegar a circular por los conductores de fase, puede llegar a provocar una flecha que puede resultar ser, a menudo, mayor que la correspondiente a las sobrecargas de hielo o viento.
3. Obtener las tracciones en el conductor a emplear para el cálculo de los apoyos.
 4. Tener en cuenta el proceso de fluencia, como se indica en el punto 2.1.1 y 3.2.3 de la ITC-LAT 07 del RLAT.
 5. Tener en consideración en los cálculos la existencia de errores fortuitos.

7.1.1 TENSIÓN MÁXIMA EN LA CATENARIA. COEFICIENTE DE SEGURIDAD

El RLAT exige un coeficiente de seguridad mínimo en el conductor, que evidentemente ha de referirse al punto más desfavorable, es decir, aquel en el cual la tensión es máxima.

$$T_Y = T_H + p \cdot d$$

En vanos cortos y con inclinaciones pequeñas, el producto $p \cdot d$ es normalmente pequeño, por lo que no existe gran diferencia entre la tensión en el conductor en el punto más desfavorable y la componente horizontal ($T_V - T_H \approx 0$).

Esto no ocurre en vanos largos e inclinados, donde el coeficiente de seguridad debe adoptarse en el punto más desfavorable, en uno de los dos puntos extremos de amarre.

En el cálculo mecánico de conductores de líneas aéreas deberemos adoptar un valor máximo en los extremos y determinar a continuación la componente horizontal (T_H) en el vano. En las tablas de cálculo mecánico y de tendido de los conductores, el valor de la tensión que aparece es tal tensión horizontal, ya que es la que se utiliza para calcular los esfuerzos de los apoyos.

7.2 FLUENCIA

La fluencia (creep en inglés, flauge en francés) en los conductores o cables aéreos, es el alargamiento no elástico (deformación irre recuperable) que experimenta en su vida, y que se manifiesta por adquirir una mayor flecha que la de cálculo, comprometiendo con ello las alturas libres reglamentarias. Se puede clasificar como un error sistemático. Podemos considerar, en los conductores o cables de líneas aéreas, que se producen dos procesos de fluencia:

1. **FLUENCIA INICIAL** (a corto plazo, Módulo de Elasticidad Inicial, $E_{INICIAL}$). Cuando a un conductor nuevo se le aplica un esfuerzo de tracción, la distribución del mismo entre los hilos de aluminio y acero va variando en función de la magnitud de dicho esfuerzo, a la vez que se producen fenómenos de asentamiento de los diversos hilos, giro de las capas externas, etc. Cuando se realiza el tendido de una línea y tensamos por primera vez un conductor nuevo, a medida que aumenta el esfuerzo aplicado se va produciendo una variación en el módulo de elasticidad, que será tanto mayor cuanto más grande sea el esfuerzo al que sometemos el conductor.
2. **FLUENCIA EN CALIENTE. CREEP** (a largo plazo, Módulo de Elasticidad Final, E_{FINAL}). Los conductores o cables de líneas aéreas se ven obligados a soportar severas sollicitaciones de sobrecarga (hielo y viento) durante tiempos prolongados. En tales circunstancias el material del conductor sufre un alargamiento plástico y progresivo de las capas de alambres. Esto provoca que las flechas de los vanos aumenten respecto de las flechas en el momento del tendido y disminuya la tensión. Podemos considerarlo como un efecto del envejecimiento.

El RLAT, en el punto 2.1.1 de la ITC-LAT 07 exige:

“...Cuando en los cálculos mecánicos se tengan en cuenta el proceso de fluencia o de deformaciones lentas, las características que se adopten para estos cálculos deberán justificarse mediante ensayos o utilizando valores comprobados en otras líneas.”

Y en el punto 3.2.3 de la ITC-LAT 07 incluye:

“...En las líneas de categoría especial y de primera categoría, cuando por la naturaleza de los conductores y condiciones del tendido sea preciso prever un importante proceso de fluencia durante la vida de los conductores, será preciso tenerlo en cuenta en el cálculo de las flechas, justificando los datos que sirvan de base para el planteamiento de los cálculos correspondientes.”

Para considerar la fluencia inicial (a corto plazo, $E_{INICIAL}$) se puede:

1. Aplicar a los conductores un esfuerzo de tracción importante, durante unas 24 horas, y a continuación realizar el tendido y regulado.
2. Tender los conductores utilizando la tabla de tendido, como si la temperatura ambiente fuera 15°C menor que la temperatura real. Con el paso de 24 horas el conductor adopta los valores correctos. Esto es aplicado por la empresa Iberdrola en sus Manuales Técnicos, y está demostrado en los artículos [11] y [12]. También habrá que tener en cuenta cuando se regulen vanos donde haya apoyos existentes (desconociendo los esfuerzos que soporta), para que los esfuerzos a los que se les someta, no sean mayores que los esfuerzos a los que estaban trabajando anteriormente.

Para considerar la fluencia en caliente (a largo plazo, E_{FINAL}) se puede:

1. Establecer, en la hipótesis de flecha máxima, un valor de fluencia de 4,55 % sobre el valor teórico de la flecha calculada, como se demuestra en [12]. A partir de esta nueva flecha calculada podemos obtener un valor de temperatura (cuya consideración en la ecuación de cambio de condiciones produciría el mismo aumento de flecha), una tensión horizontal y un parámetro de replanteo. A continuación podremos dibujar la curva en el plano de perfil, con el parámetro de flecha máxima y considerando el proceso de fluencia. En el caso de retensar o transformar vanos existentes, en los cuales ha transcurrido tiempo suficiente para que la fluencia se haya manifestado, podemos olvidarnos de las indicaciones anteriores (4,55 %), siempre que se haya efectuado una revisión veraz de las alturas de los conductores en los puntos de sujeción del apoyo y sobre el terreno.

También habrá que tener en cuenta cuando se regulen vanos donde haya apoyos existentes (desconociendo los esfuerzos que soporta), para que los esfuerzos a los que se les someta, no sean mayores que los esfuerzos a los que estaban trabajando anteriormente.

El valor de fluencia de 4,55% está calculado en [12] sobre valores de flecha en el tendido del conductor. En la indicación anterior, se considera aplicar en la hipótesis de flecha máxima, para incrementar el margen de seguridad, pero queda a criterio del proyectista, aplicar sobre un valor de flecha a una temperatura de tendido, reduciendo el margen de seguridad.

2. Utilizar un modelo plástico del conductor, denominado EPE, del inglés Experimental Plastic Elongation [13], o el denominado SPE, del inglés Simplified Plastic Elongation [14].
3. En el cálculo de la altura libre del apoyo, añadir una distancia de seguridad. En el punto 3.9.1.2. de la bibliografía [1] se indica:

“...En este ejemplo se considerará que el perfil del terreno es llano, de modo que la altura libre de los apoyos se obtendrá sumando la longitud de la cadenas de aisladores de suspensión, la flecha máxima y la altura mínima de los conductores al suelo, añadiendo un metro más de seguridad. Este margen de seguridad tiene en cuenta las imprecisiones de cálculo y la deformación plástica de los conductores a lo largo de la vida útil de la línea.”

7.3 RLAT SOBRE EL CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES

7.3.1 CONDUCTORES DESNUDOS ITC-LAT-07

CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES DESNUDOS ITC-LAT-07

ZONA	TRACCIÓN MÁXIMA ADMISIBLE APARTADO 3.2.1 (APLICADAS EN EL CÁLCULO DE APOYOS APARTADO 3.5.3)			FENÓMENOS VIBRATORIOS APARTADO 3.2.2		FLECHAS MÁXIMAS APARTADO 3.2.3			FLECHA MÍNIMA APARTADO 5.6.1 b)	DISTANCIAS DE CONDUCTORES A PARTES A PUERTAS A TIERRA APARTADO 5.4.2
	HIPÓTESIS DE VIENTO	HIPÓTESIS ADICIONAL CON VIENTO EXCEPCIONAL	HIPÓTESIS DE HIELO	HIPÓTESIS DE HIELO+VIENTO	EDS	CHS	VIENTO	TEMPERATURA		
A	T_{H_MAX} $\theta_1 = -5^\circ\text{C}$ $m_1 = V_{REGLEMENTARIO}$	T_{H_MAX} $\theta_1 = -5^\circ\text{C}$ $m_1 = V_{EXCEPCIONAL}$			Se recomienda $T_{H_MAX} \leq 15\% \cdot \sigma_R$ No estudio estadístico amortiguamiento $T_{H_MAX} \leq 22\% \cdot \sigma_R$ Estudio estadístico amortiguamiento $\theta_1 = 15^\circ\text{C}$ $m_1 = 1$				$T_{Hf} = \dots f_{min}$ $\theta_2 = -5^\circ\text{C}$ $m_2 = 1$	$T_{Hf} = \dots$ $\theta_2 = -5^\circ\text{C}$ $m_2 = V_{120/2}$
B	T_{H_MAX} $\theta_1 = -10^\circ\text{C}$ $m_1 = V_{REGLEMENTARIO}$	T_{H_MAX} $\theta_1 = -10^\circ\text{C}$ $m_1 = V_{EXCEPCIONAL}$	T_{H_MAX} $\theta_1 = -15^\circ\text{C}$ $m_1 = \text{Hielo}$	T_{H_MAX} $\theta_1 = -15^\circ\text{C}$ $m_1 = \text{Hielo} + V_{60}$	Se recomienda $T_{H_MAX} \leq 15\% \cdot \sigma_R$ No estudio estadístico amortiguamiento $T_{H_MAX} \leq 22\% \cdot \sigma_R$ Estudio estadístico amortiguamiento $\theta_1 = 15^\circ\text{C}$ $m_1 = 1$	$T_{Hf} = \dots f_{max}$ $\theta_2 = 15^\circ\text{C}$ $m_2 = V_{120}$	$T_{Hf} = \dots f_{max}$ $\theta_2 = 85^\circ\text{C}$ Cat. Esp. Categoría especial	$T_{Hf} = \dots f_{max}$ $\theta_2 = 0^\circ\text{C}$ $m_2 = \text{Hielo}$	$T_{Hf} = \dots f_{min}$ $\theta_2 = -15^\circ\text{C}$ $m_2 = 1$	$T_{Hf} = \dots$ $\theta_2 = -10^\circ\text{C}$ $m_2 = V_{120/2}$
C	T_{H_MAX} $\theta_1 = -15^\circ\text{C}$ $m_1 = V_{REGLEMENTARIO}$	T_{H_MAX} $\theta_1 = -15^\circ\text{C}$ $m_1 = V_{EXCEPCIONAL}$	T_{H_MAX} $\theta_1 = -20^\circ\text{C}$ $m_1 = \text{Hielo}$	T_{H_MAX} $\theta_1 = -20^\circ\text{C}$ $m_1 = \text{Hielo} + V_{60}$	Se recomienda $T_{H_MAX} \leq 15\% \cdot \sigma_R$ No estudio estadístico amortiguamiento $T_{H_MAX} \leq 22\% \cdot \sigma_R$ Estudio estadístico amortiguamiento $\theta_1 = 15^\circ\text{C}$ $m_1 = 1$				$T_{Hf} = \dots f_{min}$ $\theta_2 = -20^\circ\text{C}$ $m_2 = 1$	$T_{Hf} = \dots$ $\theta_2 = -15^\circ\text{C}$ $m_2 = V_{120/2}$

- T_H , [daN] tensión horizontal del conductor.
- T_{H_MAX} , [daN] tensión máxima horizontal, función de la tensión máxima en el extremo del vano. $T_{EXTREMO} = \sigma_R / c_s$.
- σ_R , [daN] carga de rotura del conductor.
- c_s , [daN] coeficiente de seguridad igual a 2,5 para conductores cableados, y 3 para conductores de un solo alambre.
- $V_{REGLAMENTARIO}$, [km/h] sobrecarga de viento reglamentario.
 - $V_{REGLAMENTARIO} = 140$ km/h en Categoría especial
 - $V_{REGLAMENTARIO} = 120$ km/h en el resto de categorías
- $V_{EXCEPCIONAL}$, [km/h] sobrecarga con viento excepcional. Consultar estaciones meteorológicas.
 - $V_{EXCEPCIONAL} > 140$ km/h en Categoría especial
 - $V_{EXCEPCIONAL} > 120$ km/h en el resto de categorías
- V_{120} , [km/h] sobrecarga con viento de 120 km/h.
- $V_{120/2}$, [km/h] sobrecarga con viento a una presión mitad definida en el apartado 3.1.2 ITC-LAT-07 con una velocidad de viento de 120 km/h.
 - $q = 30$ daN/m² para $d \leq 0,016$ m. $q = 25$ daN/m² para $d > 0,016$ m
- V_V , [km/h] velocidad del viento.
- V_{60} , [km/h] sobrecarga en la hipótesis de hielo+viento de 60 km/h.
- Sobrecarga de viento [daN/m]:
 - Para $d \leq 0,016$ m $60 \cdot (V_V / 120)^2 \cdot d$ [daN/m]
 - Para $d > 0,016$ m $50 \cdot (V_V / 120)^2 \cdot d$ [daN/m].
- Hielo, sobrecarga de hielo:
 - Zona B $0,18 \cdot (d \cdot 1000)^{(1/2)}$ [daN/m]
 - Zona C $0,36 \cdot (d \cdot 1000)^{(1/2)}$ [daN/m]
 - Zona C > 1500 m. $((0,18 \cdot (d \cdot 1000)^{(1/2)}) \cdot H) / 500$ [daN/m]
- m_1 y m_2 , coeficientes de sobrecarga del conductor en las condiciones inicial y final.
 - Coeficiente de sobrecarga = (peso propio más sobrecarga) / (peso propio).
- θ , [°C] temperatura del conductor.
- (1) Se utiliza el 22% o el 15% según que se realice o no un estudio de amortiguamiento y se instalen dispositivos especiales para evitarlo.
- d , [m], diámetro del conductor.
- H , altura sobre el nivel del mar mayor de 1500 m.

Recordar, que como se indica en el punto [3.5.1], si en los datos del conductor se distingue entre módulo de elasticidad inicial y final, el que aplica utilizar en la tabla de cálculo mecánico es el **módulo de elasticidad FINAL**.

7.3.2 LÍNEAS AÉREAS TENSADAS CON CABLES UNIPOLARES AISLADOS REUNIDOS EN HAZ DE UN ≤ 30 KV ITC-LAT-08

CÁLCULO MECÁNICO DE LÍNEAS AÉREAS TENSADAS CON CABLES UNIPOLARES AISLADOS REUNIDOS EN HAZ DE UN ≤ 30kV

ZONA	TRACCIÓN MÁXIMA ADMISIBLE APARTADO 4.3.1 (APLICADAS EN EL CÁLCULO DE APOYOS APARTADO 4.4.3)			FENÓMENOS VIBRATORIOS APARTADO 4.3.2		FLECHAS MÁXIMAS APARTADO 4.3.3			FLECHA MÍNIMA APARTADO 4.4.3
	HIPÓTESIS DE VIENTO	HIPÓTESIS ADICIONAL CON VIENTO EXCEPCIONAL	HIPÓTESIS DE HIELO	EDS	CHS	VIENTO	TEMPERATURA	HIELO	
A	T_{H_MAX} $\theta_1 = -5^\circ C$ $m_1 = V_{REGlamentario}$	T_{H_MAX} $\theta_1 = -5^\circ C$ $m_1 = V_{EXcepcional}$		Se recomienda $T_{H_MAX} \leq 21\% \cdot \sigma_R$ $\theta_1 = 15^\circ C$ $m_1 = 1$	Se recomienda $T_{H_MAX} \leq 20\% \cdot \sigma_R$ No estudio estadístico amortiguamiento $\theta_1 = -5^\circ C$ $m_1 = 1$	T_{H_MAX} $\theta_1 = -5^\circ C$ $m_1 = 1$			T_{H_MAX} $\theta_2 = -5^\circ C$ $m_2 = 1$
B	T_{H_MAX} $\theta_1 = -10^\circ C$ $m_1 = V_{REGlamentario}$	T_{H_MAX} $\theta_1 = -10^\circ C$ $m_1 = V_{EXcepcional}$	T_{H_MAX} $\theta_1 = -15^\circ C$ $m_1 = \text{Hielo}$	T_{H_MAX} $\theta_1 = 15^\circ C$ $m_1 = 1$	Se recomienda $T_{H_MAX} \leq 20\% \cdot \sigma_R$ No estudio estadístico amortiguamiento $\theta_1 = -5^\circ C$ $m_1 = 1$	T_{H_MAX} $\theta_1 = -10^\circ C$ $m_1 = V_{120}$	T_{H_MAX} $\theta_2 = 50^\circ C$ $m_2 = 1$	T_{H_MAX} $\theta_2 = 0^\circ C$ $m_2 = \text{Hielo}$	T_{H_MAX} $\theta_2 = -15^\circ C$ $m_2 = 1$
C	T_{H_MAX} $\theta_1 = -15^\circ C$ $m_1 = V_{REGlamentario}$	T_{H_MAX} $\theta_1 = -15^\circ C$ $m_1 = V_{EXcepcional}$	T_{H_MAX} $\theta_1 = -20^\circ C$ $m_1 = \text{Hielo}$	T_{H_MAX} $\theta_1 = 15^\circ C$ $m_1 = 1$	Se recomienda $T_{H_MAX} \leq 20\% \cdot \sigma_R$ No estudio estadístico amortiguamiento $\theta_1 = -5^\circ C$ $m_1 = 1$	T_{H_MAX} $\theta_1 = -15^\circ C$ $m_1 = 1$	T_{H_MAX} $\theta_2 = -20^\circ C$ $m_2 = 1$	T_{H_MAX} $\theta_2 = -20^\circ C$ $m_2 = \text{Hielo}$	T_{H_MAX} $\theta_2 = -20^\circ C$ $m_2 = 1$

- T_H , [daN] tensión horizontal del conductor.
- T_{H_MAX} , [daN] tensión máxima horizontal, función de la tensión máxima en el extremo del vano. $T_{EXTREMO} = \sigma_R / c_s$.
- σ_R , [daN] carga de rotura del conductor.
- c_s , [daN] coeficiente de seguridad igual a 3.
- $V_{REGLAMENTARIO}$, [km/h] sobrecarga de viento reglamentario.
 $V_{REGLAMENTARIO} = 120$ km/h en el resto de categorías
- $V_{EXCEPCIONAL}$, [km/h] sobrecarga con viento excepcional. Consultar estaciones meteorológicas.
 $V_{EXCEPCIONAL} > 120$ km/h en el resto de categorías
- V_{120} , [km/h] sobrecarga con viento de 120 km/h.
- V_V , [km/h] velocidad del viento.
- Sobrecarga de viento [daN/m]. $50 \cdot (V_V / 120)^2 \cdot d$ [daN/m]. Válido hasta 40 m del terreno circundante.
- Hielo, sobrecarga de hielo:
 - Zona B $0,06 \cdot (d \cdot 1000)^{(1/2)}$ [daN/m]
 - Zona C $0,12 \cdot (d \cdot 1000)^{(1/2)}$ [daN/m]
 - Zona C > 1500 m. $((0,06 \cdot (d \cdot 1000)^{(1/2)}) \cdot H) / 500$ [daN/m]
- m_1 y m_2 , coeficientes de sobrecarga del conductor en las condiciones inicial y final.
 Coeficiente de sobrecarga = (peso propio más sobrecarga) / (peso propio).
- θ , [°C] temperatura del conductor.
- d , [m], diámetro del conductor.
- H , altura sobre el nivel del mar mayor de 1500 m.

7.4 TABLA DE TENDIDO

Una vez efectuadas las diferentes hipótesis de cálculo mecánico es necesario establecer la tracción que hay que dar al conductor el día de tendido para no sobrepasar en el mismo, en las condiciones adversas (temperatura, hielo, viento, etc.) que se puedan presentar en cualquier otro día y en cualquier época del año, la carga de rotura dividida por coeficiente de seguridad.

La tabla de tendido se calcula para las diferentes temperaturas sin sobrecarga (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45). Se calculará la flecha para cada vano del cantón.

La empresa instaladora que realice el montaje de la línea tendrá que tender el conductor con las flechas indicadas en la tabla. La temperatura de la tabla teóricamente es la que tendría que tener el conductor en el momento del tendido, y no la temperatura ambiente. Para esto puede ayudar la utilización de **cámaras termográficas**, que han reducido su coste en los últimos años.

En el punto anterior se ha explicado la fluencia inicial. Para tener en cuenta este problema, se puede considerar un fluencia de 15 °C, que supone elegir una temperatura de 15°C menor que la que exista. También, como se indica en el punto [3.5.1], si en los datos del conductor se distingue entre módulo de elasticidad inicial y final, el que aplica utilizar en la tabla de tendido es el **módulo de elasticidad INICIAL**.

7.5 TABLAS DE CÁLCULO

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA TÉRMINO MUNICIPAL (PROVINCIA) TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR Y/O CABLE DE TIERRA ZONA C

Viento, coeficiente sobrecarga viento (Vv)
Hielo, coeficiente sobrecarga hielo
V_{120p.2}, coeficiente sobrecarga hip. Presión-ritad Vv=20 km/h
V_{120p}, coeficiente sobrecarga deviento Vv=20 km/h
Hielo+V_{60p}, coeficiente sobrecarga hielo+viento Vv=60 km/h

T_{1n} [daN] Tensión horizontal del conductor
Ecuaciones: Catenaria / Parábola / Método de Truxa
¿Consideración del desvío de la curva por la acción del viento? : SI

T	R	A	M	O	C	A	T	O	N	V	[m]	[m]	[m]	[m]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	%	FLECHAS MÁXIMAS APARTADO 3.2.3			FLECHA MÍNIMA APARTADO 5.6.1	DISTANCIAS DE CONDUCTORES A PARTES PUESTAS A TIERRA APARTADO 5.4.2	PARÁMETROS DE LA CURVA	
																					VIENTO	TEMPERATURA	HIELO				T _{1n}
1-2		1	4250	4250	4250	4250	282	2879.0	565-AL/172-ST1A LA	6335 FINCH					2576.0	2678.0	102.0	17.28			12.25	13.96	12.12	7.90	1520.0	h-f, min	5897.9

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA
TÉRMINO MUNICIPAL (PROVINCIA)
TABLA DE TENDIDO DEL CONDUCTOR Y/O CABLE DE TIERRA
ZONA C

T_H [daN] Tensión horizontal del conductor
Ecuaciones: Catenaria / Parábola / Método de Truxa

		FLUJENCIA: 15 °C MENOS																											
T	A	C	V	D	V	C	-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		
							T _H [daN]	flecha [m]	T _H [daN]	flecha [m]	T _H [daN]	flecha [m]	T _H [daN]	flecha [m]	T _H [daN]	flecha [m]	T _H [daN]	flecha [m]	T _H [daN]	flecha [m]	T _H [daN]	flecha [m]	T _H [daN]	flecha [m]	T _H [daN]	flecha [m]	T _H [daN]	flecha [m]	T _H [daN]
1-2	1	425.0	425.0	425.0	425.0	425.0	1654.0	12.28	1412.0	1187	1318.0	10.40	1290.0	9.50	1200.0	9.00	1150.0	8.70	1050.0	7.90	1010.0	7.10	968.0	6.50	890.0	5.90	810.0	5.10	
						565-AL172-ST1A LA																							
						635 FINCH																							

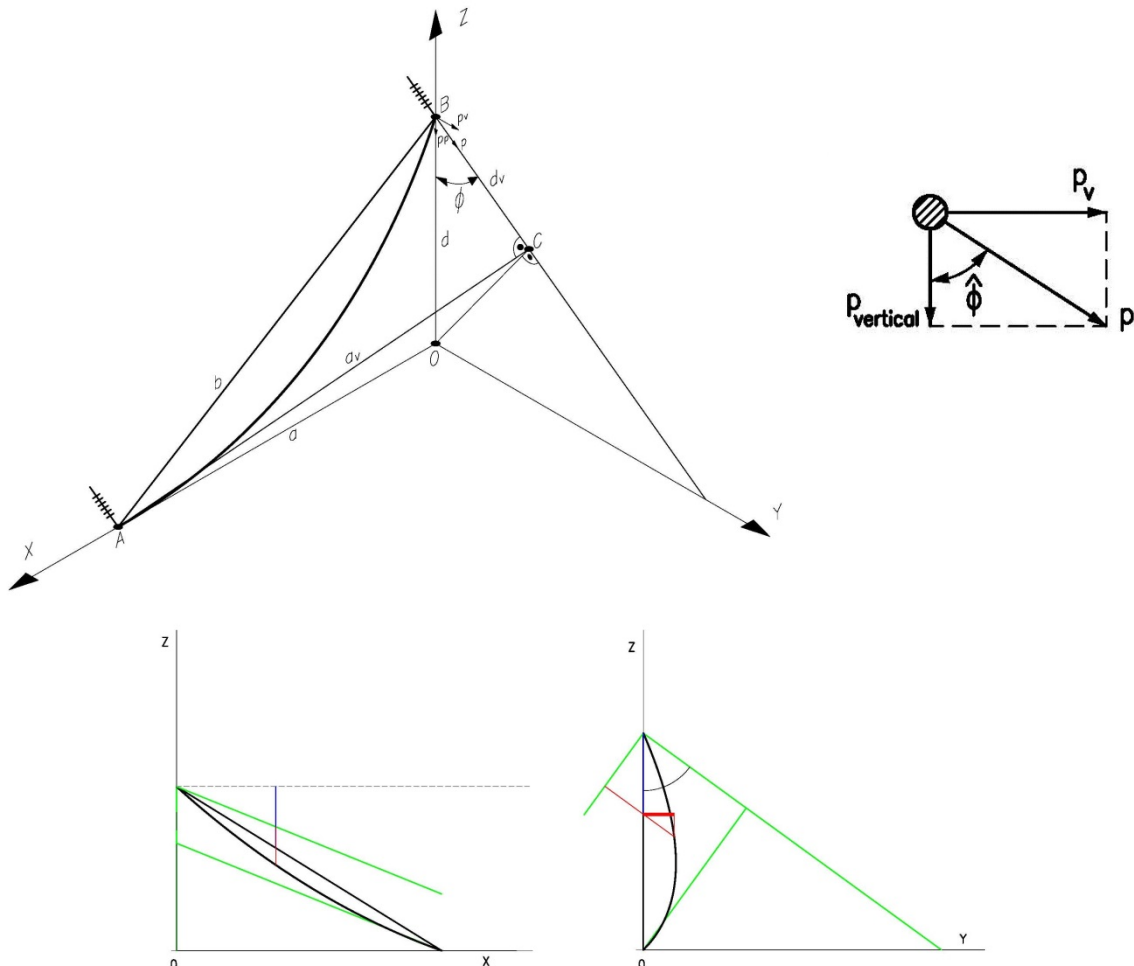
7.6 CONSIDERACIÓN EN EL CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO DE LA CURVA DE EQUILIBRIO DEL CONDUCTOR DEBIDO A LA ACCIÓN DEL VIENTO

Se aplicará una carga p_v [daN/m] horizontal en dirección normal al conductor, como caso más desfavorable, actuando con la misma intensidad a lo largo de todo el vano.

La curva equilibrio formada por el conductor estará contenida en un plano definido por la recta de unión de los puntos de sujeción en los apoyos (b), y la dirección de la resultante p (peso aparente).

El desplazamiento de la curva del plano vertical por la acción del viento, lleva consigo un alargamiento de la longitud proyectada ($a \uparrow$, entonces a_v) y una disminución del desnivel entre apoyos ($d \downarrow$, entonces d_v).

$$d_v = d \cdot \cos(\phi) \quad a_v = \sqrt{b^2 - d_v^2} \quad b = \sqrt{a^2 + d^2} \quad \cos(\phi) = \frac{p_{\text{vertical}}}{p}$$



Según todo lo anterior, en general bastaría sustituir a por a_v y d por d_v , en las distintas ecuaciones (ecuación de cambio de condiciones, ecuaciones de las flechas, cálculo de cargas verticales, etc.) en las hipótesis con sobrecarga de viento. En las aplicaciones realizadas se ha incluido la consideración de la acción del viento.

La flecha calculada, teniendo en cuenta la desviación del viento, es mayor que la flecha calculada sin la consideración del viento. Pero hay que considerar, respecto a las distancias al terreno, que esta flecha calculada no está contenida en el plano vertical, si no en el plano oblicuo. Esto último no suele considerarse para aumentar el margen de seguridad de las distancias al terreno.

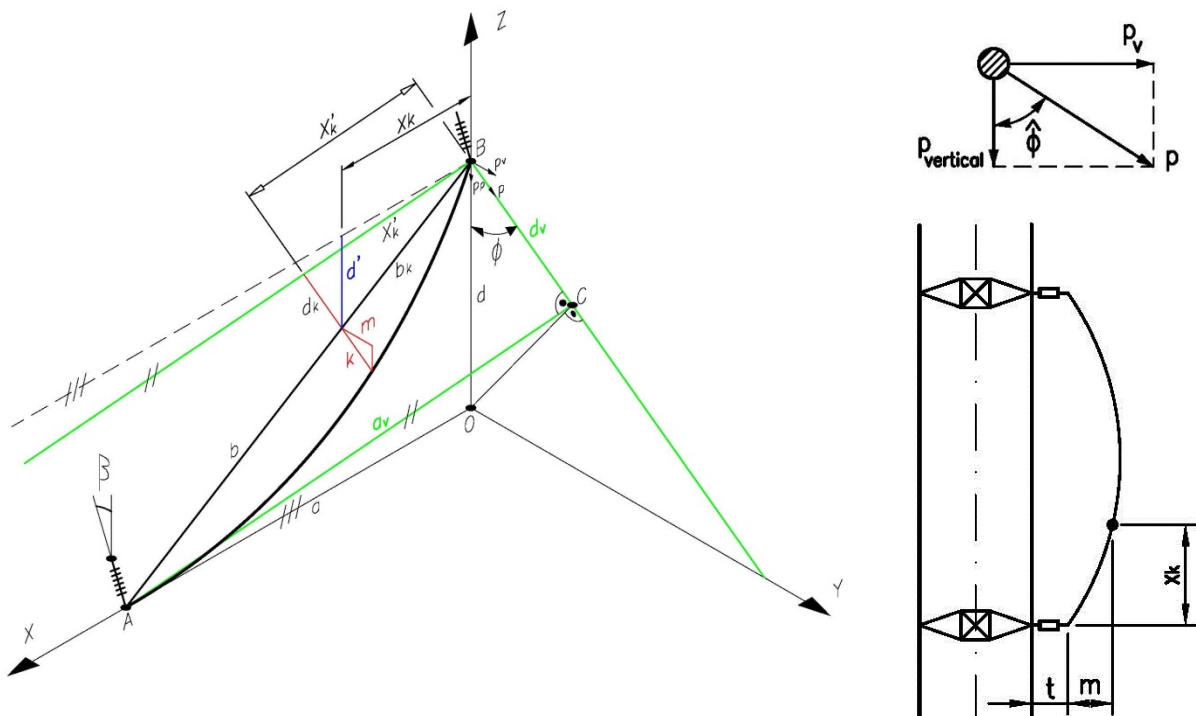
Sin embargo, la realidad es que la acción del viento no es estática. La curva de equilibrio del conductor no es, en la práctica, una curva contenida en el plano que pasa por los puntos de sujeción del apoyo, y es paralela a la fuerza actuante sobre dicho conductor. El viento agita por ráfagas, y ello hace salir a la curva de dicho plano. Por consiguiente, las ecuaciones que se obtienen no nos darán soluciones exactas.

Utilizar estas consideraciones en el caso de un viento reglamentario de 120 km/h no produce diferencias significativas. En el caso de aplicar un viento excepcional, como se realiza en el punto 2.7.3. de la bibliografía [1], las diferencias si son considerables e interesa realizar el cálculo teniéndolas en cuenta.

7.6.1 CÁLCULO DE DISTANCIAS EN CONDUCTORES DESVIADOS POR EL VIENTO

En el RLAT se contemplan situaciones en las que se establecen determinadas distancias mínimas entre los conductores y otros elementos o instalaciones, en las condiciones más desfavorables, supuestos los conductores desviados por la acción del viento (proximidad a edificios o en cruzamientos).

En tales casos, interesa conocer las distancias en proyección horizontal de puntos de la catenaria desviada por el viento, al plano vertical que contiene la recta de unión de los puntos de fijación del conductor. A esta distancia habría que sumar la desviación de la cadena, en el caso de que fueran apoyos de suspensión.



$$m = k \cdot \text{sen}(\phi)$$

$$k = Y X_B - Y X'_K - d_K$$

$$d_k = d' \cdot \cos(\phi) = \frac{d}{a} \cdot X_k \cdot \cos(\phi) \quad Y(X_B) = h \cdot \cosh\left(\frac{X_m + \frac{a_v}{2}}{h}\right) \quad Y(X_{K'}) = h \cdot \cosh\left(\frac{X_m + \frac{a_v}{2} - X_{K'}}{h}\right)$$

$$h = \frac{T_v}{p} \quad p = \sqrt{p_p^2 + p_v^2} \quad X_m = h \cdot \ln\left|z + \sqrt{z^2 + 1}\right| \quad z = \frac{d_v}{2 \cdot h \cdot \sinh\left(\frac{a_v}{2 \cdot h}\right)}$$

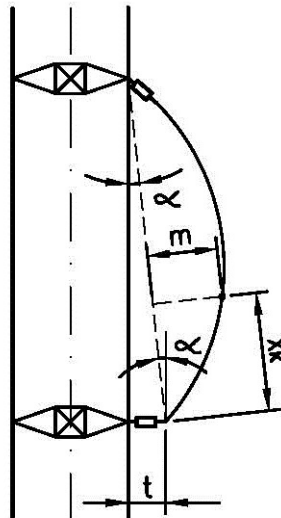
$$d_v = d \cdot \cos(\phi) \quad a_v = \sqrt{b^2 - d_v^2} \quad X_B = X_m + \frac{a}{2} \quad X_{K'} = \sqrt{b_{K'}^2 - d_{K'}^2} \quad d' = \frac{d}{a} \cdot X_k \cdot \cos(\phi)$$

$$b_{K'} = \sqrt{d'^2 - X_{K'}^2}$$

$$m = \left[h \cdot \cosh\left(\frac{X_m + \frac{a_v}{2}}{h}\right) - h \cdot \cosh\left(\frac{X_m + \frac{a_v}{2} - X_{K'}}{h}\right) - \frac{d}{a} \cdot X_k \cdot \cos(\phi) \right] \cdot \sin(\phi)$$

Si el vano está entre apoyos de suspensión, al valor calculado **m** habrá que sumar la proyección horizontal de la cadena de aisladores $t = L_{CADENA} \cdot \sin(\beta)$. La distancia total desde el punto de la catenaria desviado hasta el punto de sujeción del apoyo (ver dibujo superior), a una distancia **X_k** del apoyo, será **t+m**.

Si el vano está entre un apoyo con cadenas de amarre y un apoyo con cadenas de suspensión:



entonces habrá que tener en cuenta el ángulo α , entre la cadena de amarre y la cadena de suspensión, para calcular sus coordenadas exactas.

7.7 MODELOS DE CAMBIO DE LONGITUD DEL CONDUCTOR

El cálculo mecánico de conductores tiene por objeto prever las flechas y tensiones del conductor en las condiciones de temperatura, hielo y/o viento, exigidas en el RLAT. Para realizar esto se necesita un modelo de cambio de longitud del conductor con la tensión, la temperatura y el paso del tiempo.

Existen diferentes modelos que se indican a continuación:

1. **MODELO DE DEFORMACIÓN LINEAL.** Está basado en la ecuación de cambio de condiciones. La elongación del conductor con la tensión o la temperatura se considera totalmente elástica y reversible. Este modelo permite soluciones algebraicas para el cálculo mecánico, sin embargo, al ignorarse la elongación plástica del conductor, la tensión del conductor sobre los apoyos se sobredimensiona, mientras que las flechas calculadas resultan inferiores a las que tendrían considerando el alargamiento plástico (fluencia) de los conductores. Por tanto es necesario utilizar un cierto margen de seguridad en el cálculo de la flecha para tener en cuenta los procesos de alargamiento plástico (fluencia). Este modelo de deformación lineal es el que se ha aplicado en el proyecto y en el punto [3], "Estudio de la curva que adopta un conductor entre apoyos", con tres tipos de ecuaciones diferentes (catenaria, parábola y método de Truxa).
2. **MODELO SIMPLIFIED PLASTIC ELONGATION (SPE).** Es más sofisticado que el anterior. Suma a las deformaciones elásticas un valor típico de elongación basado en la experiencia y que tiene en cuenta la elongación plástica del conductor esperada a lo largo de toda la vida útil de la línea. Para los conductores tipo LA utiliza un 0,05 % [14].
3. **MODELO EXPERIMENTAL PLASTIC ELONGATION (EPE).** Este modelo es más preciso que los dos anteriores, permitiendo un cálculo más exacto de las tensiones de los conductores sobre los apoyos y de las flechas, especialmente en el caso de la hipótesis de temperatura máxima en el conductor. Calcula la elongación plástica utilizando los resultados de múltiples ensayos de laboratorio sobre los conductores [13]. La elongación plástica del conductor se calcula mediante ecuaciones no lineales que dependen de las situaciones previas de alta sobrecarga de los conductores, y de los años de servicio de la línea. Su resolución requiere de métodos gráficos o numéricos. En este modelo los conductores se deforman plásticamente bajo una tensión inicial, T_1 , de tendido cuando se construye la línea, siendo esta deformación mayor cuanto mayor es T_1 . A partir de este momento el conductor se deforma linealmente siempre que la tensión no supere el valor de T_1 . Si la tensión supera este valor hasta una tensión T_2 se produce un alargamiento plástico adicional y así sucesivamente durante la vida útil de la línea. Adicionalmente se produce un tercer tipo de alargamiento plástico que es progresivo con el paso de los años de servicio de la línea, aunque no se produzcan sobrecargas mecánicas importantes y el conductor trabaje a una tensión habitual entre el 15 % y el 25 % de la carga de rotura del conductor. El alargamiento acumulado del conductor por este tercer motivo entre las 10 y 100 horas de servicio de la línea será del mismo orden que el acumulado entre las 100 y 1000 horas de servicio, ya que la tasa de elongación disminuye en un factor de 10 cuando el tiempo de servicio aumenta en el mismo factor.

7.8 ERRORES FORTUITOS

Los errores fortuitos más importantes suelen ser:

1. Levantamiento topográfico del perfil de la línea.
2. Estaquillado de apoyos en el replanteo.
3. Errores de regulado, debidos:
 - a. Diferencias en la apreciación de la temperatura del conductor en su despliegue o tendido.
 - b. Errores en la medición de las flechas.
 - c. Diferencia entre la temperatura ambiente en el terreno, que es donde se efectúan las mediciones con el termómetro, y la real del conductor, que por estar a determinada altura, viene a ser del orden de 5 a 10 °C más baja.

La probabilidad de que se produzcan errores fortuitos en el montaje de la línea está estudiada en el artículo [12], y se presentan en la siguiente tabla:

ERROR EN LA FLECHA [m]	PROBABILIDAD DE QUE SE PRODUZCA EL ERROR FORTUITO EN EL MONTAJE [%]
0,20 m	39,36 %
0,40 m	29,81 %
0,60 m	21,48 %
0,80 m	14,46 %
1,00 m	9,50 %
1,20 m	5,59 %
1,40 m	3,50 %
1,60 m	1,70 %
1,80 m	0,84 %
2,00 m	0,45 %

Se puede admitir como razonable una tolerancia de 1 m, con una probabilidad de 9,5 % [12]. Este valor nos sirve para fijar las alturas libres al terreno del conductor. Así podremos establecer un nuevo valor de flecha máxima, sumando al valor de flecha máxima calculado 1 m. Después podemos obtener un valor de temperatura [°C] (cuya consideración en la ecuación de cambio de condiciones producirá el mismo aumento de flecha), una tensión horizontal y un parámetro de replanteo. A continuación podremos dibujar la curva en el plano de perfil, con el parámetro de flecha máxima y considerando los errores fortuitos.

En el caso de retensar o transformar vanos existentes, se podría considerar reducir el error fortuito a 0,50 m, siempre que se haya efectuado una revisión veraz de las alturas de los conductores en los puntos de sujeción del apoyo y sobre el terreno.

7.9 CONSIDERACIONES SOBRE LA EXACTITUD DE LOS RESULTADOS

Para la realización del cálculo mecánico del conductor se han estudiado tres tipos de ecuaciones diferentes (las ecuaciones de la catenaria, las ecuaciones de la parábola y las ecuaciones de la parábola aplicando el método de Truxa), considerando un modelo de deformación lineal. Estas ecuaciones calculan las flechas, las longitudes del vano, tensiones horizontales, tensiones en los extremos del conductor y se ha establecido una ecuación de cambio de condiciones que relaciona dos estados diferentes del mismo conductor y que es la base fundamental de todo el cálculo mecánico.

Pero todo este conjunto de expresiones, deducidas con mayor o menor rigor matemático, no es en realidad más que el punto de apoyo de las comprobaciones para determinar la amplitud de los coeficientes de seguridad utilizados.

Por tanto, no debe nunca olvidarse que el fin de todos estos cálculos es la comprobación del suficiente margen de seguridad empleado. No son valores críticos los que tenemos que determinar para los esfuerzos y flechas calculados, basta con definir unas cotas límites. Por eso no debe llevarse demasiado lejos la complejidad de las expresiones y desarrollos matemáticos.

Además hay una serie de inexactitudes que estamos cometiendo y que reducen la precisión de los cálculos realizados, como son:

1. Se ha considerado un hilo ideal, perfectamente flexible, con puntos de amarre articulados en los apoyos y que se ajusta exactamente a la ecuación teórica de la catenaria o de la parábola. Por el contrario, el conductor en la realidad tiene una rigidez que puede ser importante y está en cierto modo empotrado por las grapas de sujeción en los puntos de amarre, donde la curva toma una posición horizontal para el caso de cadenas de aisladores en suspensión.
2. Se ha supuesto fija y conocida la distancia entre los dos puntos de amarre. Por el contrario esta distancia es variable debido a las oscilaciones de las cadenas de aisladores de suspensión, por lo que la longitud del vano sufre ciertas variaciones. En el caso de cadenas de amarre estas variaciones también aparecen ya que los apoyos sufren flexiones, afectando al cálculo de la flecha, provocando que el valor calculado sea algo inferior, del orden del 1%, según el tipo de apoyo y su grado de elasticidad.
3. Consideramos que el conductor homogéneo o constituido por varios materiales (como el caso de los conductores de aluminio-acero), tiene un módulo de elasticidad E perfectamente fijo y conocido. Sin embargo, este módulo de elasticidad varía con las circunstancias del tendido. En primer lugar hay una dilatación inicial (fluencia inicial) debida al prensado de los hilos que constituyen el conductor (en el caso de que este se halle cableado), en el instante que éste se somete a tracción por primera vez. Luego, cuando se ha logrado un perfecto apriete de todos los hilos, comienza la dilatación propiamente elástica. Además, el propio envejecimiento del conductor (fluencia en caliente) puede provocar modificaciones de esta constante, y esto sin hablar de las diferencias que pueden encontrarse para conductores análogos de diferentes fabricantes, o incluso del mismo fabricante, en función de las condiciones aleatorias introducidas en el proceso de fabricación y los materiales empleados.
4. Tampoco el coeficiente de dilatación lineal (α) del conductor con la temperatura puede considerarse perfectamente constante y definido. Variará de unos conductores a otros enteramente análogos e incluso para un mismo conductor variará algo con la temperatura.

5. La incertidumbre en el peso del conductor por unidad de longitud, ya que los valores utilizados son los pesos mínimos aceptables, pero en la realidad es habitual que se exceda tal valor entre el 0,2% y el 0,6%. Además durante la vida útil de la línea la tendencia es que el conductor aumente su peso por efecto de la polución y de la humedad.
6. La realidad del tendido de la línea, con las cuadrillas de operarios trabajando en el campo, donde la concordancia de la realidad con el proyecto está sometida a las inexactitudes inherentes a este tipo de montajes.
7. Errores en el levantamiento topográfico del perfil de la línea.
8. Errores de dibujo en los métodos gráficos.
9. Errores en el estaquillado de apoyos en el replanteo.
10. Errores en el regulado, debidos a:
 - a. Diferencias en la apreciación de la temperatura del conductor en su despliegue o tendido
 - b. Medición de las flechas.
 - c. Diferencia entre la temperatura ambiente en el suelo, que donde se efectúan las mediciones con el termómetro, y la real del conductor, que por estar a determinada altura, viene a ser del orden de 5 a 10°C más baja.

Por eso hay que observar estos cálculos con espíritu crítico y real, hay que sopesar certeramente las aproximaciones realizadas y los coeficientes de seguridad utilizados, no dudando en aumentar estos por encima de los valores que indica el RLAT, para que la seguridad de la línea no se vea nunca comprometida.

En el año 1935, el ingeniero francés Sergio Alber [4], presentó en la Conferencia Internacional de Grandes Redes Eléctricas, una ponencia que llevaba el número 216, en la que exponía con todo detalle un método analítico de cálculo mecánico de conductores. En ella resaltaba que era superfluo buscar una precisión que no pudiera ser conservada en la realización práctica de lo calculado. También admitía que no hay interés práctico alguno en calcular la flecha y la tensión con una precisión superior al 1 o al 1,5%. En resumen, determinaba que los errores sitúan a los cálculos en un simple afinamiento del problema. Y por tanto, concluía, que la opinión que parecía más unánime entre los especialistas de líneas de Francia, era la de que el valor del coeficiente de seguridad sea el adecuado, más bien que proceder a realizar los cálculos muy minuciosos.

8. CÁLCULO DE APOYOS



8.1 INTRODUCCIÓN

Los cálculos mecánicos de los apoyos empleados en líneas aéreas con conductores desnudos o recubiertos, se deben de realizar siguiendo las indicaciones especificadas en el apartado 3.5.3 ITC-LAT-07 “Hipótesis de cálculo” [6]. Para los cables unipolares aislados reunidos en haz se seguirá lo indicado en el Apartado 4.4.3 ITC-LAT-08 “Hipótesis de cálculo”. En dichos apartados se especifican las cuatro hipótesis de cálculo que han de cumplir cada uno de los apoyos a emplazar en la línea con sus coeficientes de seguridad correspondientes.

Hipótesis 1ª. Viento. Normal.

Hipótesis 2ª. Hielo. Normal.

Hipótesis 3ª. Desequilibrio de tracciones. Anormal.

Hipótesis 4ª. Rotura de conductores. Anormal.

Los coeficientes de seguridad son los indicados en el Apartado 3.5.4 ITC-LAT-07 para conductores desnudos recubiertos, y cables aislados unipolares reunidos en haz.

Para cada una de las hipótesis, se especifican los esfuerzos que se deben considerar aplicadas sobre el apoyo, y que dependiendo del tipo de apoyo y de la hipótesis pueden ser:

V= esfuerzos verticales debidos a las cargas permanentes.

L= esfuerzos longitudinales a la línea.

T= esfuerzos transversales a la línea, debido al viento o por ser un apoyo de ángulo.

Mt= Momento torsor.

Para la instalación de un apoyo de una línea de alta tensión, primeramente tenemos que realizar un proyecto. Este proyecto tiene que realizarse según la ITC-LAT-09 del RLAT. En el apartado c) del punto 3.2 “Directrices”, se indica que hay que evidenciar el cumplimiento de las prescripciones técnicas impuestas por el RLAT sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad. En el apartado f) del punto 3.3.1 “Memoria”, se debe incluir los cálculos mecánicos que justifiquen que el conjunto de la línea y sus elementos cumplen los requisitos reglamentarios.

Para justificar un apoyo, el proyectista de la línea debe calcular los esfuerzos que se darán sobre los apoyos según especifican las Hipótesis de cálculo (para conductores desnudos y recubiertos, apartado 3.5.3 ITC-LAT-07; para cables unipolares aislados reunidos en haz, apartado 4.4.3 ITC-LAT-08), y elegir, de entre la gama de apoyos ofertada por los fabricantes, aquellos que soporten los esfuerzos calculados, con los coeficientes de seguridad superiores a los prescritos en el apartado 3.5.4 ITC-LAT-07. También es necesario comprobar que los apoyos y armados satisfacen las distancias de seguridad reglamentarias, tanto internas como externas.

Existen multitud de particularidades para calcular y justificar un apoyo de alta tensión (diferentes tipos de apoyos, diferentes configuraciones de armado, instalación de cable de tierra, las consideraciones a aplicar del RLAT,...). Para ayudar y facilitar la labor del cálculo del apoyo, se han desarrollado los siguientes apartados en este capítulo, y que se resumen en:

1. Proceso de cálculo y justificación
2. RLAT

3. Esfuerzos que actúan sobre el apoyo
4. Datos necesarios (recopilación).
5. Tablas de cálculo para los diferentes tipos de apoyos según su aplicación.
6. Tablas de resultados, para incluir en el proyecto de ejecución.
7. Tipos de apoyos y sus particularidades para líneas de alta tensión.
8. Listado de consideraciones para el cálculo y justificación de apoyos (chequeo).
9. Errores frecuentes.

8.2 HERRAMIENTAS PARA EL CÁLCULO DE APOYOS

8.2.1 PROCESO DE CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN DE APOYOS

1) DATOS NECESARIOS

- a) Datos del apoyo
 - i) Número de conductores
 - ii) Puntos de sujeción de los conductores
 - iii) Armado
 - iv) Número del apoyo
 - v) Ángulo de desviación de la traza
 - vi) ...
- b) RLAT
 - i) Tensión de la línea ¿ $U > 66$ kV?
 - ii) ¿Categoría especial?
 - iii) Tipo de cálculo (Por punto de sujeción / Sobre el apoyo / con Derivación)
 - iv) Zona
 - v) ¿Hipótesis de Hielo+Viento?
 - vi) Temperatura flecha máxima hipótesis de temperatura
 - vii) Clasificación del apoyo (Suspensión / Amarre / Anclaje / Fin de línea)
 - viii) ¿Aplicación de prescripciones especiales?
 - ix) ¿Prescindir de la hipótesis 4ª?
 - x) Velocidad del viento para la hipótesis 1ª
 - xi) Velocidad del viento para la hipótesis 2ª Hielo+Viento
- c) Cable de tierra
- d) Cadenas de aisladores
- e) Distancias de seguridad
- f) Conductores
- g) Cálculo hipótesis 3ª
- h) Cálculo hipótesis 4ª
- i) Cálculo esfuerzo equivalente en apoyos rectangulares
- j) Esfuerzo sobre la cara del apoyo no libre de viento
- k) Esfuerzo de exceso sobre el apoyo por $V_v > 120$ km/h
- l) Elementos adicionales (antiescalos, herrajes, contrapesos, cables, trafos,...)
- m) Momentos torsores adicionales
- n) Derivación

- 2) TENSIONES MÁXIMAS POR HIPÓTESIS Y VANO
- 3) CÁLCULO DE ESFUERZOS
 - a) Esfuerzos en el punto de sujeción del conductor de fase (punta cruceta)
 - b) Esfuerzos a soporta por el apoyo
 - i) Cálculo de esfuerzos en el punto de aplicación del fabricante
 - (1) Por encima de cogolla
 - (2) Por debajo de cogolla
 - ii) Tipo de apoyo (C / HV / HVH / CH / Presilla / Otros)
 - c) Esfuerzos en el punto de sujeción del cable de tierra (cúpula/casquillete)
 - d) Eolovanos y Gravivanos
 - e) Esfuerzos mecánicos en las cadenas de aisladores
- 4) COMPROBACIÓN DE LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD
 - a) Cálculo del ángulo de oscilación transversal de la cadena de suspensión
 - b) Cálculo del ángulo de oscilación longitudinal de la cadena de suspensión
 - c) Distancia de los conductores al terreno
 - d) Distancia entre conductores
 - e) Distancia entre conductores y cables de tierra
 - f) Distancia entre conductores y partes puestas a tierra
 - g) Cruzamientos
 - h) Paralelismos y paso por zonas
- 5) CIMENTACIONES. COEFICIENTES DE SEGURIDAD
- 6) LECTURA DE CONSIDERACIONES (CHEQUEO)
- 7) LECTURA DE ERRORES FRECUENTES
- 8) TABLAS DE RESULTADOS
 - a) Características de los apoyos
 - b) Condiciones del RLAT en el apoyo
 - c) Eolovanos y gravivanos
 - d) Esfuerzos en el punto de sujeción del conductor de fase (punta de cruceta)
 - e) Esfuerzos a soportar por el apoyo
 - f) Esfuerzos en el punto de sujeción del cable de tierra (cúpula/casquillete)
 - g) Esfuerzos mecánicos en las cadenas de aisladores
 - h) Cimentaciones
 - i) Distancias de seguridad
 - i) Distancia de los conductores al terreno
 - ii) Distancia entre conductores

- iii) Distancia entre conductores y cables de tierra
- iv) Distancia entre conductores y partes puestas a tierra
 - (1) Apoyo con cadenas de suspensión
 - (2) Apoyo con cadenas de amarre
- v) Cruzamientos
- vi) Paralelismos y paso por zonas

8.2.2 DATOS NECESARIOS

TIPO	DESCRIPCIÓN	VARIABLES	VALOR	UNIDAD	COMENTARIO
APOYO	Número de apoyo	Número_apoyo		Sin unidad	Texto
	Ángulo de desviación de la traza	Ángulo_traza	0,00	°, centesimal	
	Fecha	Fecha		Sin unidad	
	Tipo de apoyo	Tipo_apoyo		Sin unidad	A.T.(por fase) Sobre APOYO Derivación
	¿Aislamiento Suspendido o Amarre?	Tipo_cadenas		Sin unidad	Suspensión / Amarre
	Instalación de cable de tierra en la línea principal	CT_LP		Sin unidad	SI / NO
	Instalación de cable de tierra en la derivación	CT_DER		Sin unidad	SI / NO
	Tipo de ecuaciones a utilizar en los cálculos de esfuerzos verticales	Ecuaciones		Sin unidad	Catenaria Parábola Aproximación 2 Más desfavorable
	Altura libre del apoyo	Altura_libre	0,00	m	
	Altura del punto de aplicación de los esfuerzos a cogolla	Altura_Aplicación_Esfuerzos	0,00	m	C=0,00m HV=0,25m HVH=0,25m CH=0,25m PRESILLA=0,00m
	Distancia de la sección más debil a cogolla	SecciónDébil	0,00	m	C=4,20 m HV=0,00 m HVH=2,45 m CH=5,00 m PRESILLA=6,00 m
	¿Apoyo de base rectangular?	Apoyo_Base_Rectangular		Sin unidad	SI / NO
¿Simple o doble circuito?	n_circuitos		Sin unidad	Simple o Doble circuito	

TIPO	DESCRIPCIÓN	VARIABLES	VALOR	UNIDAD	COMENTARIO
RLAT	Categoría de la línea	Categoría		Sin unidad	Especial Primera Segunda Tercera
	Tensión nominal de la línea, Un	Un		kV	Un
	Zona	Zona		Sin unidad	A B C
	Altitud (cota del apoyo). Para cotas mayores de 1500 m	Altitud	0	m	Si altitud > 1500 m
	Clasificación del apoyo	Clasificación		Sin unidad	Suspensión Amarre Anclaje Fin de línea
	Temperatura de flecha máxima en la hipótesis de temperatura	Temperatura_fmax	85	°C	Categoría especial min 85°C Resto min 50°C
	Velocidad del viento (H1 ^º). Consultar Estación Meteorológica	Vw_H1	0	km/h	Categoría especial min 140 km/h Resto min 120 km/h Consultar estación meteorológica
	Aplicación de hipótesis de HIELO+VIENTO	Hipótesis_HV		Sin unidad	SI / NO
	Velocidad del viento (H2 ^º Hielo+Viento). Consultar Estación Meteorológica	Vw_H2	0	km/h	min 60 km/h Consultar estación meteorológica
	¿Prescindimos de la Hipótesis 4 ^º ?	H4		Sin unidad	SI / NO
	¿Se aplican Prescripciones Especiales?	PE		Sin unidad	SI / NO
	Dpp, distancia reglamentaria de aislamiento entre fases (Tabla 15 ITC-LAT-07)	Dpp	0,00	m	Para el cálculo de distancia entre conductores y cables de tierra
	Del, distancia reglamentaria entre fase y una parte puesta a tierra	Del	0,00	m	Para la distancia entre conductores y partes puestas a tierra

TIPO	DESCRIPCIÓN	VARIABLES	VALOR	UNIDAD	COMENTARIO
ARMADO	Tipo de armado	Tipo_Armado		Sin unidad	Bóveda Bóveda HV Recto (en capa) Triángulo Doble circuito Tresbolillo Bandera Cuadruple circuito
	Altura conductores 1 (a tierra)	h1	0,00	m	En orden de arriba abajo
	Altura conductores 2 (a tierra)	h2	0,00	m	En orden de arriba abajo
	Altura conductores 3 (a tierra)	h3	0,00	m	En orden de arriba abajo
	Altura conductores DERIVACIÓN (a tierra)	h_derivación	0,00	m	En el caso de cruceta independiente. Porque si se deriva directamente de la cruceta de fase, no aplica utilizar este valor.
	Altura punto de sujeción CABLE DE TIERRA LÍNEA PRINCIPAL (a tierra)	h_Altura_CT_LP	0,00	m	
	Altura punto de sujeción CABLE DE TIERRA DERIVACIÓN (a tierra)	h_Altura_CT_DER	0,00	m	
	Peso del armado (por unidad, para doble circuito multiplicar por 3)	V_cruceta	0,00	daN	
	Peso del armado derivación	V_cruceta_derivación	0,00	daN	
	Esfuerzo transversal armado hipótesis 1ª viento	T_cruceta_V	0,00	daN	
	Esfuerzo transversal armado DERIVACIÓN hipótesis 1ª viento	T_cruceta_V_derivación	0,00	daN	
	Esfuerzo transversal armado hipótesis 2ª Hielo+Viento	T_cruceta_HV	0,00	daN	
	Esfuerzo transversal armado DERIVACIÓN hipótesis 2ª Hielo+Viento	T_cruceta_HV_derivación	0,00	daN	
Altura de la cruceta (a tierra)	h_cruceta	0,00	m	En caso de bóvedas, ya que punto de aplicación NO coincide con punto de engrape.	

TIPO	DESCRIPCIÓN	VARIABLES	VALOR	UNIDAD	COMENTARIO		
CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA (LÍNEA PRINCIPAL)	n	n, número de conductores por punto de sujeción	n	Unidades			
	VANO 1 (IZQUIERDO) (ANTERIOR)	CONDUCTOR DE FASE 1	Longitud vano 1	a1	0,00	m	
			Desnivel vano 1. Conductor de fase	d1	0,00	m	Considerar ubicado al lado DERECHO
			Tipo de conductor 1	Tipo_Conductor_1		Sin unidad	Elegir de tipo
			Conductor 1	Conductor_1		Sin unidad	Elegir conductor
			Peso propio 1. Conductor de fase	pp_1	0,00000	daN/m	No aplica rellenar si utilizamos macro
			Peso aparente 1. Conductor de fase con sobrecarga de viento (H1 ^a)	pv_1	0,00000	daN/m	
			Peso aparente 1. Conductor de fase con sobrecarga de hielo (H2 ^a)	ph_1	0,00000	daN/m	
			Peso aparente 1. Conductor de fase con sobrecarga de hielo+viendo (H2 ^a)	phv_1	0,00000	daN/m	
			Peso aparente 1. Conductor de fase con sobrecarga deviendo-MITAD	pv_MITAD	0,00000	daN/m	
			Diámetro 1. Conductor de fase	Diámetro_fase_1	0,00000	m	
			Espesor del manguito de hielo conductor de fase 1	e_1	0,00000	m	
			Coefficiente Kht_fase1 (distancia entre conductores)	Kht_fase1	0,00	Sin unidad	
			Coefficiente Kv_fase1 (distancia entre conductores)	Kv_fase1	0,00	Sin unidad	
			Tensión Horizontal 1 del conductor de fase Hipótesis 1 ^a Viento	Tv1	0,00	daN	
			Tensión Horizontal 1 del conductor de fase Hipótesis 2 ^a Hielo	TH_1	0,00	daN	
	Tensión Horizontal 1 del conductor de fase Hipótesis 2 ^a Hielo+Viento	THV_1	0,00	daN			
	Tensión Horizontal 1 del conductor de fase Hipótesis VIENTO-MITAD	Tv_MITAD	0,00	daN			
	Flecha máxima 1 conductor hipótesis VIENTO	Fmax_fase1_VIENTO	0,00	m	Para cálculo de distancia entre conductores		
	Flecha máxima 1 conductor hipótesis TEMPERATURA	Fmax_fase1_TEMPERATURA	0,00	m			
	Flecha máxima 1 conductor hipótesis HIELO	Fmax_fase1_HIELO	0,00	m			
	VANO 1 (DERECHO) (POSTERIOR)	CABLE DE TIERRA 1	Desnivel vano 1. Cable de tierra	dCT_1	0,00	m	Considerar ubicado al lado DERECHO
			Tipo de cable de tierra 1	Tipo_CT_1		Sin unidad	
			cable de tierra 1	CableTierra_1		Sin unidad	
			Peso propio 1. Cable de tierra	pp_CT_1	0,00000	daN/m	No aplica rellenar si utilizamos macro
			Peso aparente 1. Cable de tierra con sobrecarga de viento (H1 ^a)	pct_v_1	0,00000	daN/m	
			Peso aparente 1. cable de tierra con sobrecarga de hielo (H2 ^a)	pct_h_1	0,00000	daN/m	
			Peso aparente 1. cable de tierra con sobrecarga de hielo+viendo (H2 ^a)	pct_hv_1	0,00000	daN/m	
			Diámetro 1. Cable de tierra	Diámetro_CT_1	0,00000	m	
			Espesor del manguito de hielo cable de tierra 1	ect_1	0,00000	m	
Coefficiente Kht_ct1 (distancia entre conductores)			Kht_ct1	0,00	Sin unidad		
Coefficiente Kv_ct1 (distancia entre conductores)			Kv_ct1	0,00	Sin unidad		
Tensión Horizontal 1 del cable de tierra Hipótesis 1 ^a Viento			Tct_v1	0,00	daN		
Tensión Horizontal 1 del cable de tierra Hipótesis 2 ^a Hielo			Tct_H_1	0,00	daN		
Tensión Horizontal 1 del cable de tierra Hipótesis 2 ^a Hielo+Viento			Tct_HV_1	0,00	daN		
Flecha máxima 1 cable de tierra hipótesis VIENTO			Fmax_CT1_VIENTO	0,00	m	Para cálculo de distancia entre conductores	
Flecha máxima 1 cable de tierra hipótesis TEMPERATURA	Fmax_CT1_TEMPERATURA	0,00	m				
Flecha máxima 1 cable de tierra hipótesis HIELO	Fmax_CT1_HIELO	0,00	m				

TIPO		DESCRIPCIÓN	VARIABLES	VALOR	UNIDAD	COMENTARIO		
C O N D U C T O R E S Y C A B L E S D E T I E R R A (L Í N E A	V A N O 2 (D E R E C H O)	C O N D U C T O R D E F A S E 2	Longitud vano 2	a2	0,00	m		
			Desnivel vano 2. Conductor de fase	d2	0,00	m	Considerar ubicado al lado IZQUIERDO	
			Tipo de conductor 2	Tipo_Conductor_2		Sin unidad		
			Conductor 2	Conductor_2		Sin unidad		
			Peso propio 2. Conductor de fase	pp_2	0,00000	daN/m	No aplica rellenar si utilizamos macro	
			Peso aparente 2. Conductor de fase con sobrecarga de viento (H1ª)	pv_2	0,00000	daN/m		
			Peso aparente 2. Conductor de fase con sobrecarga de hielo (H2ª)	ph_2	0,00000	daN/m		
			Peso aparente 2. Conductor de fase con sobrecarga de hielo+viendo (H2ª)	phv_2	0,00000	daN/m		
			Diámetro 2. Conductor de fase	Diámetro_fase_2	0,00000	m		
			Espesor del manguito de hielo conductor de fase 2	e_2	0,00000	m		
			Coefficiente Kht_fase2 (distancia entre conductores)	Kht_fase2	0,00	Sin unidad		
			Coefficiente Kv_fase2 (distancia entre conductores)	Kv_fase2	0,00	Sin unidad		
			Tensión Horizontal 2 del conductor de fase Hipótesis 1ª Viento	Tv2	0,00	daN		
			Tensión Horizontal 2 del conductor de fase Hipótesis 2ª Hielo	TH_2	0,00	daN		
	Tensión Horizontal 2 del conductor de fase Hipótesis 2ª Hielo+Viento	THV_2	0,00	daN				
	Flecha máxima 2 conductor hipótesis VIENTO	Fmax_fase2_VIENTO	0,00	m	Para cálculo de distancia entre conductores			
	Flecha máxima 2 conductor hipótesis TEMPERATURA	Fmax_fase2_TEMPERATURA	0,00	m				
	Flecha máxima 2 conductor hipótesis HIELO	Fmax_fase2_HIELO	0,00	m				
	C A B L E D E T I E R R A 2	(P O S T E R I O R)	C A B L E D E T I E R R A 2	Desnivel vano 2. Cable de tierra	dCT_2	0,00	m	
				Tipo de cable de tierra 2	Tipo_CT_2		Sin unidad	Considerar ubicado al lado IZQUIERDO
				cable de tierra 2	CableTierra_2		Sin unidad	
				Peso propio 2. Cable de tierra	pp_CT_2	0,00000	daN/m	No aplica rellenar si utilizamos macro
				Peso aparente 2. Cable de tierra con sobrecarga de viento (H1ª)	pct_v_2	0,00000	daN/m	
				Peso aparente 2. cable de tierra con sobrecarga de hielo (H2ª)	pct_h_2	0,00000	daN/m	
				Peso aparente 2. cable de tierra con sobrecarga de hielo+viendo (H2ª)	pct_hv_2	0,00000	daN/m	
				Diámetro 2. Cable de tierra	Diámetro_CT_2	0,00000	m	
				Espesor del manguito de hielo cable de tierra 2	ect_2	0,00000	m	
				Coefficiente Kht_ct2 (distancia entre conductores)	Kht_ct2	0,00	Sin unidad	
Coefficiente Kv_ct2 (distancia entre conductores)				Kv_ct2	0,00	Sin unidad		
Tensión Horizontal 2 del cable de tierra Hipótesis 1ª Viento				Tct_v2	0,00	daN		
Tensión Horizontal 2 del cable de tierra Hipótesis 2ª Hielo				Tct_H_2	0,00	daN		
Tensión Horizontal 2 del cable de tierra Hipótesis 2ª Hielo+Viento				Tct_HV_2	0,00	daN		
Flecha máxima 2 cable de tierra hipótesis VIENTO	Fmax_CT2_VIENTO	0,00	m	Para cálculo de distancia entre conductores				
Flecha máxima 2 cable de tierra hipótesis TEMPERATURA	Fmax_CT2_TEMPERATURA	0,00	m					
Flecha máxima 2 cable de tierra hipótesis HIELO	Fmax_CT2_HIELO	0,00	m					

TIPO	DESCRIPCIÓN	VARIABLES	VALOR	UNIDAD	COMENTARIO
C A D E N A S D E S	Peso de la cadena de suspensión (por unidad)	V_cadena_Suspensión	0,00	daN	Valor utilizado también para el cálculo del ángulo de oscilación transversal
	Peso de la cadena de amarre (por unidad)	V_cadena_Amarre	0,00	daN	
	Esfuerzo transversal cadena suspensión (por unidad) Hipótesis de viento	T_cadena_Suspensión_V	0,00	daN	
	Esfuerzo transversal cadena amarre (por unidad) Hipótesis de viento	T_cadena_Amarre_V	0,00	daN	
	Esfuerzo transversal cadena suspensión (por unidad) Hipótesis de Hielo+Viento	T_cadena_Suspensión_HV	0,00	daN	
	Esfuerzo transversal cadena amarre (por unidad) Hipótesis de Hielo+viento	T_cadena_Amarre_HV	0,00	daN	
	Esfuerzo transversal cadena suspensión (por unidad) Hipótesis de VIENTO-MITAD	T_cadena_Suspensión_VMITAD	0,00	daN	

TIPO	DESCRIPCIÓN	VARIABLES	VALOR	UNIDAD	COMENTARIO
A D E L I C I O N E S	ELEMENTO 1	Peso elemento 1	V_Elemento_1	0,00	daN
		Esfuerzo transversal elemento 1 Hipótesis 1ª Viento	T_Elemento_1_V	0,00	daN
		Esfuerzo transversal elemento 1 Hipótesis 1ª Hielo+Viento	T_Elemento_1_HV	0,00	daN
		Altura elemento 1 (a tierra)	Altura_Elemento_1	0,00	m
	ELEMENTO 2	Peso elemento 2	V_Elemento_2	0,00	daN
		Esfuerzo transversal elemento 2 Hipótesis 1ª Viento	T_Elemento_2_V	0,00	daN
		Esfuerzo transversal elemento 2 Hipótesis 1ª Hielo+Viento	T_Elemento_2_HV	0,00	daN
		Altura elemento 2 (a tierra)	Altura_Elemento_2	0,00	m
	ELEMENTO 3	Peso elemento 3	V_Elemento_3	0,00	daN
		Esfuerzo transversal elemento 3 Hipótesis 1ª Viento	T_Elemento_3_V	0,00	daN
		Esfuerzo transversal elemento 3 Hipótesis 1ª Hielo+Viento	T_Elemento_3_HV	0,00	daN
		Altura elemento 3 (a tierra)	Altura_Elemento_3	0,00	m
	ELEMENTO 4	Peso elemento 4	V_Elemento_4	0,00	daN
		Esfuerzo transversal elemento 4 Hipótesis 1ª Viento	T_Elemento_4_V	0,00	daN
		Esfuerzo transversal elemento 4 Hipótesis 1ª Hielo+Viento	T_Elemento_4_HV	0,00	daN
		Altura elemento 4 (a tierra)	Altura_Elemento_4	0,00	m
PESO OPERARIO	Peso de operario en labores de mantenimiento o reparación	V_persona	0,00	daN	98 daN

TIPO	DESCRIPCIÓN	VARIABLES	VALOR	UNIDAD	COMENTARIO
PARA EL CÁLCULO DEL ÁNGULO DE OSCILACIÓN TRANSVERSAL	Longitud de la cadena de suspensión	Longitud_cadena_suspensión	0,00	m	Para el cálculo del ángulo de oscilación transversal y distancia entre conductores
	Peso de los herrajes	V_Herrajes	0,00	daN	Para el cálculo del ángulo de oscilación transversal
	Peso contrapeso	V_Contrapeso	0,00	daN	

TIPO	DESCRIPCIÓN	VARIABLES	VALOR	UNIDAD	COMENTARIO	
C Á L C U L O S D E	ESFUERZO EQUIVALENTE EN APOYOS RECTANGULARES	Esfuerzo nominal principal del apoyo	F_Apoyo	0,00	daN	Para HV, HVH Y CH o cualquier otro de base rectangular
		Esfuerzo nominal secundario del apoyo	FS_Apoyo	0,00	daN	Para HV, HVH Y CH o cualquier otro de base rectangular
	ESFUERZO SOBRE LA CARA DEL APOYO NO LIBRE DE VIENTO	Esfuerzo del viento sobre la cara del apoyo (Hipótesis 1ª viento)	Esfuerzo_Viento_CaraApoyo_V	0,00	daN	En el punto de aplicación del fabricante o norma
		Esfuerzo del viento sobre la cara del apoyo (Hipótesis 2ª hielo+viento)	Esfuerzo_Viento_CaraApoyo_HV	0,00	daN	En el punto de aplicación del fabricante o norma
	ESFUERZO DE EXCESO SOBRE EL APOYO POR Vv>120km/h	Esfuerzo de exceso sobre el apoyo por Vv>120km/h o Vv>140km/h	T_VientoExceso_apoyo_V	0,00	daN	En el punto de aplicación del fabricante o norma

TIPO	DESCRIPCIÓN	VARIABLES	VALOR	UNIDAD	COMENTARIO
CÁLCULO HIPÓTESIS 3ª	Modo de cálculo hipótesis 3ª	H3_Cálculo		Sin unidad	1) Tmax-%des 2) Tmax1-Tmax2 3) Tmayor-Tmenor-%des 4) Tmayor_otraH-Tmenor_otraH 5) Tmayor_otraH-Tmenor_otraH-%des 6) Más desfavorable
	Tensión Horizontal del conductor otra hipótesis 1	H3_otraH_cond_1	0,00	daN	
	Tensión Horizontal del conductor otra hipótesis 2	H3_otraH_cond_2	0,00	daN	
	Tensión Horizontal del cable de tierra otra hipótesis 1	H3_otraH_CT_1	0,00	daN	
	Tensión Horizontal del cable de tierra otra hipótesis 2	H3_otraH_CT_2	0,00	daN	
CÁLCULO HIPÓTESIS 4ª	Longitud de la cruceta del conductor de fase (Esfuerzo excéntrico)	Longitud_Cruceta_Fase	0,00	m	Cálculo de Mt
	Punto de aplicación del esfuerzo torsor	punto_Mt		Sin unidad	Texto, para tabla de H4ª
	Número de brazos que producen esfuerzos torsores	Número_Brazos_Mt		Brazos	1 / 2 / 3 / 4. Si fdl+tresb=2
MOMENTOS TORSORES ADICIONALES	Momento torsor Adicional Hipótesis 1ª	MIFase_H1	0,00	daN·m	Ej. Derivación en bandera
	Momento torsor Adicional Hipótesis 2ª Hielo	MIFase_H2_H	0,00	daN·m	Ej. Derivación en bandera
	Momento torsor Adicional Hipótesis 2ª Hielo+Viento	MIFase_H2_HV	0,00	daN·m	Ej. Derivación en bandera
	Momento torsor Adicional Hipótesis 3ª	MIFase_H3	0,00	daN·m	Ej. Derivación en bandera
	Momento torsor Adicional Hipótesis 4ª	MIFase_H4	0,00	daN·m	Ej. Derivación en bandera

TIPO	DESCRIPCIÓN	VARIABLES	VALOR	UNIDAD	COMENTARIO
n-Derivación	n, número de conductores por punto de sujeción de la derivación	n_Der		Unidades	
	TIPO DERIVACIÓN				
	Ubicación de la derivación	Ubicación_Derivación		Sin unidad	-En punta cruceta conductor-fase (Doble cto. y Bandera) -En cruceta independiente (Resto)
	Tipo de derivación	Derivación_Tipo		Sin unidad	CASO 1. Ángulo de la traza=0 CASO 2. Sup. 1. Resultante <-> Der. Viento dirección derivación CASO 2. Sup. 2. Resultante <-> Der. Viento dirección resultante CASO 3. Resultante=Der.
	Longitud del brazo de la cruceta de derivación	Longitud_Cruceta_Derivación	0,00	m	
	Ángulo de la derivación respecto al vano 1 izquierdo (a1)	Ángulo_Derivación	0,00	º, centesimal	
D E R I V A C I Ó N V A N O 3 (D E R I V A C I Ó N)	Longitud vano 3 Derivación	a3	0,00	m	
	Desnivel vano 3 Derivación. Conductor de fase	d3	0,00	m	Considerar ubicado al lado IZQUIERDO
	Tipo de conductor 3 Derivación	Tipo_Conductor_3		Sin unidad	
	Conductor 3 Derivación	Conductor_3		Sin unidad	
	Peso propio 3 Derivación. Conductor de fase	pp_3	0,00000	daN/m	
	Peso aparente 3 Derivación. Conductor de fase con sobrecarga de viento (H1º)	pv_3	0,00000	daN/m	
	Peso aparente 3 Derivación. Conductor de fase con sobrecarga de hielo (H2º)	ph_3	0,00000	daN/m	
	Peso aparente 3 Derivación. Conductor de fase con sobrecarga de hielo+viento (H2º)	phv_3	0,00000	daN/m	No aplica rellenar si utilizamos macro
	Diámetro 3 Derivación. Conductor de fase	Diámetro_fase_3	0,00000	m	
	Espesor del manguito de hielo conductor de fase 3 Derivación	e_3	0,00000	m	
	Coefficiente Kht_fase3 (distancia entre conductores)	Kht_fase3	0,00	Sin unidad	
	Coefficiente Kv_fase3 (distancia entre conductores)	Kv_fase3	0,00	Sin unidad	
	Tensión Horizontal 3 Derivación del conductor de fase Hipótesis 1º Viento	Tv3	0,00	daN	
	Tensión Horizontal 3 Derivación del conductor de fase Hipótesis 2º Hielo	TH_3	0,00	daN	
	Tensión Horizontal 3 Derivación del conductor de fase Hipótesis 2º Hielo+Viento	THV_3	0,00	daN	
	Flecha máxima 3 Derivación conductor hipótesis VIENTO	Fmax_Der_VIENTO	0,00	m	
	Flecha máxima 3 Derivación conductor hipótesis TEMPERATURA	Fmax_Der_TEMPERATURA	0,00	m	Para cálculo de distancia entre conductores
	Flecha máxima 3 Derivación conductor hipótesis HIELO	Fmax_Der_HIELO	0,00	m	
	Desnivel vano 3 Derivación. Cable de tierra	dCT_3	0,00	m	Considerar ubicado al lado IZQUIERDO
	Tipo de cable de tierra 3 Derivación	Tipo_CT_3		Sin unidad	
	cable de tierra 3 Derivación	CableTierra_3		Sin unidad	
	Peso propio 3 Derivación. Cable de tierra	pp_CT_3	0,00000	daN/m	
	Peso aparente 3 Derivación. Cable de tierra con sobrecarga de viento (H1º)	pct_v_3	0,00000	daN/m	
	Peso aparente 3 Derivación. cable de tierra con sobrecarga de hielo (H2º)	pct_h_3	0,00000	daN/m	
	Peso aparente 3 Derivación. cable de tierra con sobrecarga de hielo+viento (H2º)	pct_hv_3	0,00000	daN/m	No aplica rellenar si utilizamos macro
	Diámetro 3 Derivación. Cable de tierra	Diámetro_CT_3	0,00000	m	
	Espesor del manguito de hielo cable de tierra 3 Derivación	ect_3	0,00000	m	
	Coefficiente Kht_ct3 (distancia entre conductores)	Kht_ct3	0,00	Sin unidad	
Coefficiente Kv_ct3 (distancia entre conductores)	Kv_ct3	0,00	Sin unidad		
Tensión Horizontal 3 Derivación del cable de tierra Hipótesis 1º Viento	Tct_v3	0,00	daN		
Tensión Horizontal 3 del cable de tierra Hipótesis 2º Hielo	Tct_H_3	0,00	daN		
Tensión Horizontal 3 del cable de tierra Hipótesis 2º Hielo+Viento	Tct_HV_3	0,00	daN		
Flecha máxima 3 Derivación cable de tierra hipótesis VIENTO	Fmax_CT3_VIENTO	0,00	m		
Flecha máxima 3 Derivación cable de tierra hipótesis TEMPERATURA	Fmax_CT3_TEMPERATURA	0,00	m	Para cálculo de distancia entre conductores	
Flecha máxima 3 Derivación cable de tierra hipótesis HIELO	Fmax_CT3_HIELO	0,00	m		

TIPO		DESCRIPCIÓN	VARIABLES	VALOR	UNIDAD	COMENTARIO	
DISTANCIAS DE SEGURIDAD	DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO	Número de apoyo ANTERIOR	d_Ap_anterior		Sin unidad	Texto	
		Número de apoyo POSTERIOR	d_Ap_posterior		Sin unidad	Texto	
		Flecha máxima del conductor	d_fmax_conductor	0,00	m		
		Distancia mínima conductor-terreno	d_min_conductor_terreno	0,00	m		
			Distancia real conductor-terreno	d_real_conductor_terreno	0,00	m	
	DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES	Distancia real horizontal entre conductores	d_real_h_conductores	0,00	m		
		Distancia real vertical entre conductores	d_real_v_conductores	0,00	m		
		Distancia real horizontal entre conductores (derivación)	d_real_h_cond_der	0,00	m		
		Distancia real vertical entre conductores (derivación)	d_real_v_cond_der	0,00	m		
	DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA	Flecha máxima cable de tierra	d_fmax_CT	0,00	m		
		Flecha máxima cable de tierra (derivación)	d_fmax_CT_der	0,00	m		
		Distancia real horizontal entre conductores-cable de tierra	d_real_h_conductores_ct	0,00	m		
		Distancia real vertical entre conductores-cable de tierra	d_real_v_conductores_ct	0,00	m		
		Distancia real horizontal entre conductores-cable de tierra (derivación)	d_real_h_cond_ct_der	0,00	m		
		Distancia real vertical entre conductores-cable de tierra (derivación)	d_real_v_cond_ct_der	0,00	m		
	DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES Y PARTES PUESTAS A TIERRA	SUSPENSIÓN	Distancia real conductor-cruceta inferior	d_real_conductor_Cruceta_Inf	0,00	m	
			Distancia real conductor-fuste (¿conicidad?)	d_real_conductor_fuste	0,00	m	
			Distancia real conductor-cruceta propia	d_real_conductor_Cruceta_Prop	0,00	m	
			Ángulo de oscilación máxima cadena de suspensión	d_ángulo_max	0,00	°, sexagesimal	
		AMARRE	Distancia real longitud puente	d_real_puente	0,00	m	
Distancia real grapa-cruceta propia			d_real_grapa_cruceta_propia	0,00	m		
Distancia real puente (con ángulo 20°)-Cruceta propia			d_real_puente_cruceta_propia	0,00	m		
Distancia real puente (con ángulo 20°)-Cruceta inferior			d_real_puente_cruceta_inferior	0,00	m		
Distancia real puente (con ángulo 20°)-Fuste (¿conicidad?)			d_real_puente_fuste	0,00	m		

8.2.3 TABLAS DE CÁLCULO DE ESFUERZOS

Se expone en tres tablas diferentes las variables de los esfuerzos necesarias para justificar un nuevo apoyo, exigidas por el RLAT. En estas tablas aparecen las variables descompuestas a su vez en otras variables. Esto permite, de un vistazo, observar como un **mapa** de donde se obtiene el valor de cada variable, ya que su nomenclatura ayuda a su identificación. A continuación, cada variable es explicada, indicando la fórmula si es necesario, en cada una de las hipótesis reglamentarias.

Las tres tablas son las siguientes:

- Esfuerzos a soportar en el punto de sujeción del conductor de fase.

Utilizada para líneas de transporte donde el fabricante da los esfuerzos en la punta de la cruceta, y donde también habrá que utilizar la tabla de esfuerzos del cable de tierra. También puede ser utilizada para comprobar los esfuerzos sobre el armado de los apoyos C, HV, HVH, CH,...

- Esfuerzos a soportar por el apoyo.

Utilizada para apoyos de distribución tipo C, HV, HVH, CH,... donde también habrá que comprobar los esfuerzos sobre el armado.

- Esfuerzos a soportar en el punto de sujeción del cable de tierra (cúpula / casquillete).

Las diferentes variables y su nomenclatura hacen más sencillo de implementar los cálculos en una aplicación informática.

Las siguientes consideraciones, se tienen en cuenta en los datos necesarios y en las fórmulas, pero no en la tabla, para simplificarla:

- V_v , velocidad del viento, tanto en la hipótesis 1ª, como en la hipótesis 2ª hielo+viento.
- Categoría de la línea:
 - Categoría especial. $V_v=140$ km/h en H1ª. $V_v=60$ km/h en H2 hielo+viento.
 - Resto de categoría. $V_v=120$ km/h en H1ª. Hipótesis 2ª hielo.
- Zona (A/B/C). Condiciones de las hipótesis que limitan la tracción máxima admisible. También la sobrecarga de hielo.
- Ángulo de desviación de la traza (α). Todas las fórmulas tienen en cuenta α . Si el apoyo es de alineación $\alpha=0$.
- Tensión horizontal de los conductores y cables de tierra.

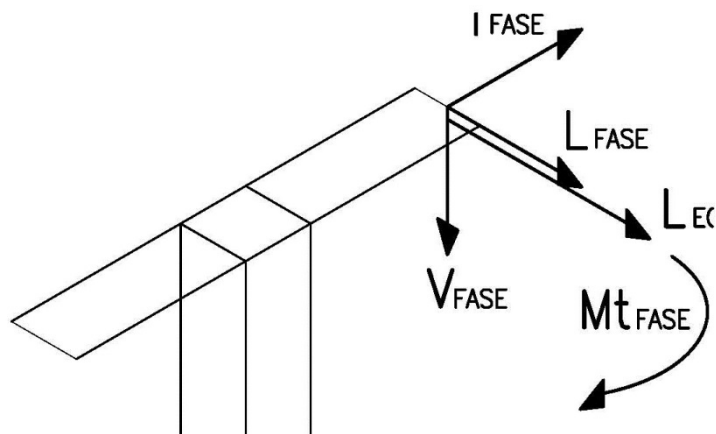
Tampoco la tabla diferencia entre apoyos según su clasificación:

- Suspensión/Amarre/Anclaje. Se diferencia en la tabla en los coeficientes %des y %rot.
- Fin de línea.
 - No hay que calcular los esfuerzos en la hipótesis 3ª, ya que están incluidas en la hipótesis 1ª y 2ª.

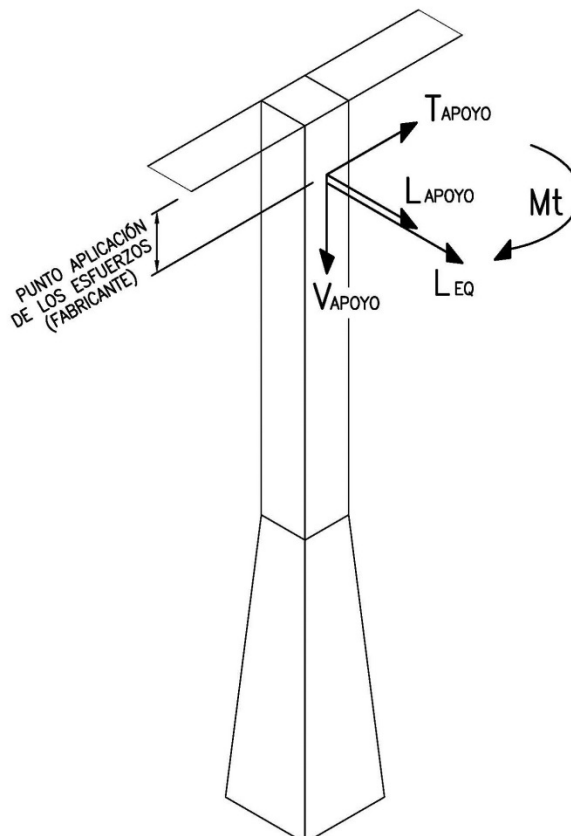
- Si el apoyo es principio de línea, los datos serán los del subíndice 2 (vano posterior); y si el apoyo es final de línea, los datos serán los del subíndice 1 (vano anterior).
- En la hipótesis 4ª, los esfuerzos sobre los conductores rotos son cero.
- El esfuerzo torsor lo producen los conductores donde no se ha considerado la rotura. En el resto (suspensión/amarre/anclaje), los conductores de la fase donde se considera la rotura.

Los esfuerzos calculados en las tablas son los siguientes:

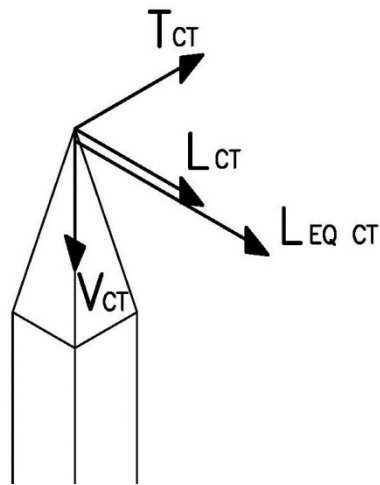
ESFUERZOS A SOPORTAR EN EL PUNTO DE SUJECIÓN DEL CONDUCTOR DE FASE



ESFUERZOS A SOPORTAR POR EL APOYO



ESFUERZOS A SOPORTAR EN EL PUNTO DE SUJECIÓN DEL CABLE DE TIERRA



8.2.3.1 DATOS

El subíndice **1** se refiere al vano anterior (izquierdo), y el subíndice **2** se refiere al vano posterior.

- a, longitud del vano [m]
- d, desnivel del vano (conductor) [m]
- d_{CT} , desnivel del vano (cable de tierra) [m]
- n, número de conductores por punto de sujeción (subconductores haz)
- j, número de puntos de sujeción
- α , ángulo de desviación de la traza [°]
- pp, peso propio del conductor sin sobrecarga [daN/m]
- pv, peso aparente del conductor en la hipótesis 1ª viento [daN/m]
- ph, peso aparente del conductor en la hipótesis 2ª hielo [daN/m]
- phv, peso aparente del conductor en la hipótesis 2ª hielo+viento [daN/m]
- pp_{CT}, peso propio del cable de tierra sin sobrecarga [daN/m]
- pct_v, peso aparente del cable de tierra en la hipótesis 1ª viento [daN/m]
- pct_h, peso aparente del cable de tierra en la hipótesis 2ª hielo [daN/m]
- pct_{hv}, peso aparente del cable de tierra en la hipótesis 2ª hielo+viento [daN/m]
- Tv, tensión horizontal en el conductor, en la H1ª viento, a -5°C, a una Vv según categoría [daN]
- TH, tensión horizontal en el conductor, en la H2ª hielo, a -15°C en zona B o -20°C en zona C [daN]
- THV, tensión horizontal en el conductor, en la H2ª hielo+viento, a -15°C en zona B o -20°C en zona C, a una Vv según categoría [daN]
- Tv_{MITAD}, tensión horizontal en el conductor en la Hipótesis de viento-mitad, para el cálculo del ángulo de oscilación de la cadena de aisladores[daN].
- Tct_v, tensión horizontal en el cable de tierra, en la H1ª viento, a -5°C, a una Vv según categoría [daN]
- Tct_H, tensión horizontal en el cable de tierra, en la H2ª hielo, a -15°C en zona B o -20°C en zona C [daN]
- Tct_{HV}, tensión horizontal en el cable de tierra, en la H2ª hielo+viento, a -15°C en zona B o -20°C en zona C, a una Vv según categoría [daN]
- Vv_{H1}, velocidad del viento en la H1ª viento [km/h]
- Vv_{H2}, velocidad del viento en la H2ª hielo+viento [km/h]
- \emptyset , diámetro del conductor de fase [m]
- \emptyset_{CT} , diámetro del cable de tierra [m]
- e, espesor del manguito de hielo en el conductor [m]
- ect, espesor del manguito de hielo en el cable de tierra [m]

- F, esfuerzo nominal principal del apoyo (cálculo Leq ap. rectangulares) [daN]
- FS, esfuerzo nominal secundario del apoyo (cálculo Leq ap. rectangulares) [daN]
- V_{CADENA} , peso de la cadena de aisladores [daN]. En el caso de esfuerzos en el punto de sujeción, será de una cadena de suspensión, de una cadena de amarre o de dos cadenas de amarre, según el caso. En el caso de esfuerzos en el apoyo, se considera el esfuerzo total de todas las cadenas de aisladores que tiene instaladas el apoyo.
- $V_{CRUCETA}$, peso total de las crucetas [daN]
- $V_{ELEMENTO}$, peso total de otros elementos (antiescalo, elemento de maniobra, trafo,...) [daN]
- $V_{PERSONA}$, 98 daN, peso de un trabajador en labores de mantenimiento o reparación [daN]
- $T_{CRUCETA_V}$, esfuerzo transversal que provoca el viento en la cruceta en la H1ª viento [daN]
- $T_{ELEMENTO_V}$, esfuerzo transversal que provoca el viento en algún elemento (antiescalo, elemento de maniobra, trafo,...) en la H1ª viento [daN]
- T_{CADENA_HV} , esfuerzo transversal que provoca el viento en la cadena de aisladores en la H2ª hielo+viento [daN]
- $T_{CRUCETA_HV}$, esfuerzo transversal que provoca el viento en la cruceta en la H2ª hielo+viento [daN]
- $T_{ELEMENTO_HV}$, esfuerzo transversal que provoca el viento en algún elemento (antiescalo, elemento de maniobra, trafo,...) en la H2ª hielo+viento [daN]
- Longitud_Cruceta_Fase, longitud de la cruceta que se considera produce el esfuerzo torsor en la H4ª
- Número_Brazos_Mt, número de brazos que provocan esfuerzos torsores, debidos a los conductores de fase. Se aplica en el cálculo de la H4ª.
- %des, coeficiente de desequilibrio para el apoyo en H3ª

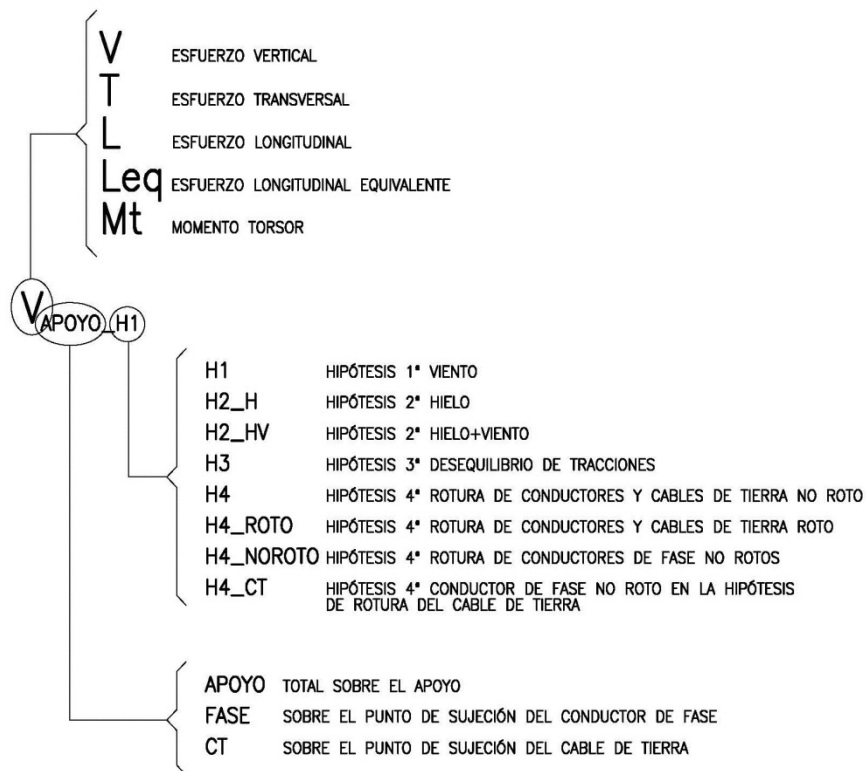
%des				
	Suspensión	Amarre	Anclaje	Fin de línea
U > 66 kV	15%	25%	50%	100%
U ≤ 66 kV	8%	15%	50%	100%

- %rot, coeficiente de rotura para el apoyo en H4ª

CLASIFICACIÓN DEL APOYO	Nº DE CONDUCTORES QUE SE ROMPEN	Nº DE CONDUCTORES POR FASE	%rot
Suspensión	1 de fase	1	0,5
		2	0,5
		3	0,75

		≥ 4	1
	1 de tierra	Cualquiera	1
Amarre	1 de fase o 1 de tierra	Cualquiera	1
Anclaje	1 de fase o 1 de tierra	1	1
		2	0,5
	Todos los conductores del haz	3	0,5
		4	0,5
Fin de línea	Todos los conductores del haz	Cualquiera	1

8.2.3.2 NOMENCLATURA DE LAS VARIABLES CALCULADAS EN LAS TABLAS



8.2.3.3 LOCALIZAR VALORES PARA EL CÁLCULO DE LA HIPÓTESIS 3ª Y 4ª

Se necesitan localizar los siguientes valores para los cálculos de las hipótesis 3ª y 4ª:

CONDUCTOR DE FASE

- T_{MAX} , tracción máxima del conductor considerando todas las hipótesis y teniendo en cuenta a qué lado le corresponde (anterior / posterior).

$$T_{MAX} = \text{máximo}(T_{V1}, T_{V2}, T_{H_1}, T_{H_2}, T_{HV_1}, T_{HV_2})$$

- T_{menor} , Tracción del conductor en la hipótesis de T_{MAX} , y correspondiente al vano contrario (anterior o posterior) de T_{MAX} .

- Hipótesis de T_{MAX} , V(viento), H(hielo), HV(hielo+viento).
- Vano de T_{MAX} = 1 o 2. 1, vano anterior (izquierdo). 2, vano posterior (derecho).
- p_{MAX} , peso aparente del conductor del lado de la hipótesis de T_{MAX} .
- p_{menor} , peso aparente del conductor en la hipótesis de T_{MAX} y lado contrario.
- Pp_{max} , peso propio del conductor de la hipótesis y vano que T_{MAX} .
- Pp_{menor} , peso propio del conductor de la hipótesis y vano contrario que T_{MAX} .
- a_{MAX} , longitud del vano de T_{MAX} .
- a_{menor} , longitud lado contrario de T_{MAX} .
- d_{MAX} , desnivel del vano de T_{MAX} .
- d_{menor} , desnivel lado contrario de T_{MAX} .

CABLE DE TIERRA

- T_{CT_MAX} , tracción máxima del cable de tierra considerando todas las hipótesis y teniendo en cuenta a qué lado le corresponde (anterior / posterior).
- $$T_{CT_MAX} = \text{máximo}(T_{CT_V1}, T_{CT_V2}, T_{CT_H_1}, T_{CT_H_2}, T_{CT_HV_1}, T_{CT_HV_2})$$
- Hipótesis de T_{CT_MAX} , V(viento), H(hielo), HV(hielo+viento).
 - Vano de T_{CT_MAX} = 1 o 2. 1, vano anterior (izquierdo). 2, vano posterior (derecho).
 - p_{CT_MAX} , peso aparente del conductor de lado e hipótesis de T_{CT_MAX} .
 - a_{CT_MAX} , longitud del vano de T_{CT_MAX} .
 - d_{CT_MAX} , desnivel del vano de T_{CT_MAX} .

8.2.3.4 PRESIÓN DEL VIENTO REGLAMENTARIO SOBRE LOS CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA

Se considera q , la presión del viento reglamentario sobre los conductores y cables de tierra.

$$\text{Para } d \leq 0,016 \text{ m} \quad q = 60 \cdot \left(\frac{Vv}{120} \right)^2 \text{ daN/m}^2$$

$$\text{Para } d > 0,016 \text{ m} \quad q = 50 \cdot \left(\frac{Vv}{120} \right)^2 \text{ daN/m}^2$$

Siendo d , diámetro del conductor o cable de tierra [m].

Para la hipótesis 1ª viento y categoría especial, $Vv \text{ min} \geq 140 \text{ km/h}$

Para la hipótesis 1ª viento y resto de categorías, $Vv \text{ min} \geq 120 \text{ km/h}$

Para la hipótesis 2ª hielo+viento, $Vv \text{ min} \geq 60 \text{ km/h}$

$q_{\text{fase_V}}$, presión del viento sobre el conductor de fase en la H1ª [daN/m²]

$q_{\text{fase_HV}}$, presión del viento sobre el conductor de fase en la H2ª [daN/m²]

$q_{\text{ct_V}}$, presión del viento sobre el cable de tierra en la H1ª [daN/m²]

$q_{\text{ct_HV}}$, presión del viento sobre el cable de tierra en la H2ª [daN/m²]

ESFUERZOS A SOPORTAR EN EL PUNTO DE SUJECIÓN DEL CONDUCTOR DE FASE (PUNTA DE CRUCETA)

ESFUERZOS	HIPÓTESIS 1ª VIENTO	HIPÓTESIS 2ª		HIPÓTESIS 3ª (Desequilibrio de tracciones)	HIPÓTESIS 4ª	
		HIELO	HIELO+ VIENTO		ROTURA DEL CONDUCTOR DE FASE	ROTURA DEL CABLE DE TIERRA
V Vertical [daN]	$V_{FASE_H1} = V_{COND_H1} + V_{CADENA} + V_{PERSONA}$	$V_{FASE_H2_H} = V_{COND_H2_H} + V_{CADENA} + V_{PERSONA}$	$V_{FASE_H2_HV} = V_{COND_H2_HV} + V_{CADENA} + V_{PERSONA}$	Valor hipótesis tracción máxima horizontal conductor ($V_{FASE_H1} / V_{FASE_H2_H} / V_{FASE_H2_HV}$)	$V_{FASE_H4_ROTO} = V_{COND_H4_ROTO} + V_{CADENA} + V_{PERSONA}$ $V_{FASE_H4_NOROTO} = V_{COND_H4} + V_{CADENA} + V_{PERSONA}$	$V_{FASE_H4_CT} =$ Valor hipótesis rotura del cable de tierra ($V_{FASE_H1} / V_{FASE_H2_H} / V_{FASE_H2_HV}$)
T Transversal [daN]	$T_{FASE_H1} = T_{COND_V} + T_{CADENA_V}$	$T_{FASE_H2_H} = T_{COND_H}$	$T_{FASE_H2_HV} = T_{COND_HV} + T_{CADENA_HV}$	$T_{FASE_H3} = T_{COND_H3}$	$T_{FASE_H4_ROTO} = T_{COND_H4_ROTO}$ $T_{FASE_H4_NOROTO} = T_{COND_H4_NOROTO}$	$T_{FASE_H4_CT} = T_{COND_H4_CT}$
L Longitudinal [daN]	$L_{FASE_H1} = L_{COND_V}$	$L_{FASE_H2_H} = L_{COND_H}$	$L_{FASE_H2_HV} = L_{COND_HV}$	$L_{FASE_H3} = L_{COND_H3}$	$L_{FASE_H4_ROTO} = L_{COND_H4_ROTO}$ $L_{FASE_H4_NOROTO} = L_{COND_H4_NOROTO}$	$L_{FASE_H4_CT} = L_{COND_H4_CT}$
Leq Longitudinal equivalente [daN]	Leq_{FASE_H1}	$Leq_{FASE_H2_H}$	$Leq_{FASE_H2_HV}$	Leq_{FASE_H3}	$Leq_{FASE_H4_ROTO}$ $Leq_{FASE_H4_NOROTO}$	$Leq_{FASE_H4_CT}$
Armados de celosía: $Leq = L + T$						
Mt Momento torsor [daN·m]	Mt_{FASE_H1}	$Mt_{FASE_H2_H}$	$Mt_{FASE_H2_HV}$	Mt_{FASE_H3}	$Mt_{FASE_H4_ROTO}$	Mt_{FASE_H4}

$$V_{COND_H1} = n \cdot \left[pp_{-1} \cdot \frac{a_1}{2} + pp_{-2} \cdot \frac{a_2}{2} + \frac{T_{V1}}{p_v_{-1}} \cdot \frac{d_1}{a_1} \cdot pp_{-1} - \frac{T_{V2}}{p_v_{-2}} \cdot \frac{d_2}{a_2} \cdot pp_{-2} \right]$$

$$V_{COND_H2_H} = n \cdot \left[ph_{-1} \cdot \frac{a_1}{2} + ph_{-2} \cdot \frac{a_2}{2} + \frac{T_{H1}}{ph_{-1}} \cdot \frac{d_1}{a_1} \cdot ph_{-1} - \frac{T_{H2}}{ph_{-2}} \cdot \frac{d_2}{a_2} \cdot ph_{-2} \right]$$

$$V_{COND_H2_HV} = n \cdot \left[phv_{-1} \cdot \frac{a_1}{2} + phv_{-2} \cdot \frac{a_2}{2} + \frac{T_{HV1}}{phv_{-1}} \cdot \frac{d_1}{a_1} \cdot ph_{-1} - \frac{T_{HV2}}{phv_{-2}} \cdot \frac{d_2}{a_2} \cdot ph_{-2} \right]$$

$$V_{COND_H4_ROTO} =$$

Para apoyos de suspensión y amarre:

Hipótesis de Viento

$$= (n-1) P p_{menor} \cdot \left[\frac{a_{menor}}{2} \pm \frac{T_{menor} \cdot \%rot}{p_{menor}} \cdot \frac{d_{menor}}{a_{menor}} \right] + n \cdot P p_{MAX} \cdot \left[\frac{a_{MAX}}{2} \pm \frac{T_{MAX} \cdot \%rot}{p_{MAX}} \cdot \frac{d_{MAX}}{a_{MAX}} \right]$$

Hipótesis de Hielo

$$= (n-1) p_{menor} \cdot \left[\frac{a_{menor}}{2} \pm \frac{T_{menor} \cdot \%rot}{p_{menor}} \cdot \frac{d_{menor}}{a_{menor}} \right] + n \cdot p_{MAX} \cdot \left[\frac{a_{MAX}}{2} \pm \frac{T_{MAX} \cdot \%rot}{p_{MAX}} \cdot \frac{d_{MAX}}{a_{MAX}} \right]$$

Hipótesis de Hielo+Viento

$$= (n-1) p_{MAX(VERTICAL)} \cdot \left[\frac{a_{menor}}{2} \pm \frac{T_{menor} \cdot \%rot}{p_{menor}} \cdot \frac{d_{menor}}{a_{menor}} \right] + n \cdot p_{MAX(VERTICAL)} \cdot \left[\frac{a_{MAX}}{2} \pm \frac{T_{MAX} \cdot \%rot}{p_{MAX}} \cdot \frac{d_{MAX}}{a_{MAX}} \right]$$

Para apoyos de anclaje:

Hipótesis de Viento = $n \cdot P p_{MAX} \cdot \left[\frac{a_{MAX}}{2} \pm \frac{T_{MAX} \cdot \%rot}{p_{MAX}} \cdot \frac{d_{MAX}}{a_{MAX}} \right]$

Hipótesis de Hielo = $n \cdot p_{MAX} \cdot \left[\frac{a_{MAX}}{2} \pm \frac{T_{MAX} \cdot \%rot}{p_{MAX}} \cdot \frac{d_{MAX}}{a_{MAX}} \right]$

Hipótesis de Hielo+Viento = $n \cdot p_{VERTICAL} \cdot \left[\frac{a_{MAX}}{2} \pm \frac{T_{MAX} \cdot \%rot}{p_{MAX}} \cdot \frac{d_{MAX}}{a_{MAX}} \right]$

Para apoyos es fin de línea = 0

+, si es el vano anterior (izquierdo) (1)

-, si es el vano posterior (derecho) (2)

V_{COND_H4} = valor del esfuerzo vertical en la hipótesis de la tracción que produce la rotura del conductor de fase ($V_{COND_H1}/V_{COND_H2_H}/V_{COND_H2_HV}$)

$$T_{COND_V} = \left[T_{V1} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + T_{V2} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q_{fase_V_1} \cdot \varnothing_1 \cdot \left(\frac{a_1}{2}\right) \cdot \text{cos}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q_{fase_V_2} \cdot \varnothing_2 \cdot \left(\frac{a_2}{2}\right) \cdot \text{cos}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right] \cdot n$$

$$T_{COND_H} = \left[T_{H_1} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + T_{H_2} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right] \cdot n$$

$$T_{COND_HV} = \left[T_{HV_1} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + T_{HV_2} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q_{fase_HV_1} \cdot (\varnothing_1 + 2 \cdot e_{-1}) \cdot \left(\frac{a_1}{2}\right) \cdot \text{cos}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q_{fase_HV_2} \cdot (\varnothing_2 + 2 \cdot e_{-2}) \cdot \left(\frac{a_2}{2}\right) \cdot \text{cos}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right] \cdot n$$

$$T_{COND_H3} = (2 - \%des) \cdot T_{MAX} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot n \quad \text{Opción común de cálculo. Existen otras posibles.}$$

Existe la posibilidad de que la hipótesis de tracción máxima en la que se considere que se rompe el cable de tierra sea diferente que la rotura del conductor de fase. Por eso hay que calcular los siguientes esfuerzos con las tracciones máximas del conductor, con la hipótesis de la rotura del cable de tierra:

$T_{\text{MayorFASE_CT}}$, tracción máxima mayor del conductor en la hipótesis de rotura del cable de tierra.

$T_{\text{menorFASE_CT}}$, tracción máxima menor del conductor en la hipótesis de rotura del cable de tierra.

$$T_{\text{COND_H4_CT}} = \left[T_{\text{MayorFASE_CT}} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + T_{\text{menorFASE_CT}} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right] \cdot n$$

$$T_{\text{COND_H4_NOROTO}} = \left[T_{\text{MAX}} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + T_{\text{menor}} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right] \cdot n$$

$$T_{\text{COND_H4_ROTO}} =$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Para apoyos de suspensión y amarre} \\ = \%rot \cdot T_{\text{MAX}} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot n + \%rot \cdot T_{\text{menor}} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot (n-1) \\ \text{Para apoyos de anclaje} = \%rot \cdot T_{\text{MAX}} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot n \\ \text{Para apoyos fin de línea} = 0 \end{array} \right.$$

$$L_{\text{COND_V}} = n \cdot \left| (T_{V1} - T_{V2}) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q_{\text{fase_V_2}} \cdot \varnothing_2 \cdot \left(\frac{a_2}{2}\right) \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) - q_{\text{fase_V_1}} \cdot \varnothing_1 \cdot \left(\frac{a_1}{2}\right) \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right|$$

$$L_{\text{COND_H}} = n \cdot \left| (T_{H_1} - T_{H_2}) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right|$$

$$L_{\text{COND_HV}} = n \cdot \left| (T_{\text{HV_1}} - T_{\text{HV_2}}) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q_{\text{fase_HV_2}} \cdot (\varnothing_2 + 2 \cdot e_{-2}) \cdot \left(\frac{a_2}{2}\right) \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) - q_{\text{fase_HV_1}} \cdot (\varnothing_1 + 2 \cdot e_{-1}) \cdot \left(\frac{a_1}{2}\right) \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right|$$

$$L_{\text{COND_H3}} = \%des \cdot T_{\text{MAX}} \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad \text{Opción común de cálculo. Existen otras posibles.}$$

$$L_{\text{COND_H4_CT}} = \left[T_{\text{MayorFASE_CT}} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) - T_{\text{menorFASE_CT}} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right] \cdot n$$

$$L_{\text{COND_H4_NOROTO}} = \left[T_{\text{MAX}} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) - T_{\text{menor}} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right] \cdot n$$

$$L_{\text{COND_H4_ROTO}} =$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Para apoyos de suspensión y amarre} \\ = \%rot \cdot T_{\text{MAX}} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot n - \%rot \cdot T_{\text{menor}} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot (n-1) \\ \text{Para apoyos de anclaje} = \%rot \cdot T_{\text{MAX}} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot n \\ \text{Para apoyos fin de línea} = 0 \end{array} \right.$$

$M_{\text{tFASE_H1}}$, $M_{\text{tFASE_H2_H}}$, $M_{\text{tFASE_H2_HV}}$, $M_{\text{tFASE_H3}}$ y $M_{\text{tFASE_H4}}$: Esfuerzos torsores adicionales a añadir debidos al tipo de armado, diferentes conductores en apoyos con cadenas de amarre, aplicación de diferentes tenses (tenses reducidos), desequilibrio de tracciones en $U > 66\text{kV}$,...

$Mt_{FASE_H4_ROTO} =$

para apoyos de Suspensión, Amarre y Anclaje

$$Mt_{FASE_H4_ROTO} = L_{COND_H4_ROTO} \cdot Longitud_Cruceta_Fase$$

para apoyos de Fin de línea

$$Mt_{FASE_H4_ROTO} = L_{COND_H4_NOROTO} \cdot Longitud_Cruceta_Fase \cdot Número_Brazos_Mt$$

Nota: Hay que estudiar si hay que sumarle o restarle (caso de tresbolillo en amarre) esfuerzos torsores adicionales.

ESFUERZOS A SOPORTAR POR EL APOYO

ESFUERZOS	HIPÓTESIS 1ª VIENTO	HIPÓTESIS 2ª		HIPÓTESIS 3ª (Desequilibrio de tracciones)	HIPÓTESIS 4ª ROTURA DEL CONDUCTOR DE FASE
		HIELO	HIELO+ VIENTO		
V Vertical [daN]	$V_{APOYO_H1} = j \cdot V_{COND_H1} + V_{CT_H1} + V_{CRUCETA} + V_{CADENA} + V_{PERSONA} + V_{ELEMENTO} + V_{DERIVACION_H1}$	$V_{APOYO_H2_H} = j \cdot V_{COND_H2_H} + V_{CT_H2_H} + V_{CRUCETA} + V_{CADENA} + V_{PERSONA} + V_{ELEMENTO} + V_{DERIVACION_H2_H}$	$V_{APOYO_H2_HV} = j \cdot V_{COND_H2_HV} + V_{CT_H2_HV} + V_{CRUCETA} + V_{CADENA} + V_{PERSONA} + V_{ELEMENTO} + V_{DERIVACION_H2_HV}$	Valor hipótesis tracción máxima horizontal conductor $(V_{APOYO_H1} / V_{APOYO_H2_H} / V_{APOYO_H2_HV})$	$V_{APOYO_H4} = V_{COND_H4_ROTO} + V_{COND_H4} \cdot (j-1) + V_{CT_H4} + V_{CRUCETA} + V_{CADENA} + V_{PERSONA} + V_{ELEMENTO} + V_{DERIVACION_H4}$
T Transversal [daN]	$T_{APOYO_H1} = \left[\begin{matrix} T_{COND_V} \cdot j \\ T_{CT_H1} \\ T_{CADENA_V} \\ T_{CRUCETA_V} \\ T_{ELEMENTO_V} \\ T_{DER_H1} \end{matrix} \right]$ Calcular esfuerzo en punto de aplicación	$T_{APOYO_H2_H} = \left[\begin{matrix} T_{COND_H} \cdot j \\ T_{CT_H2_H} \\ T_{DER_H2_H} \end{matrix} \right]$ Calcular esfuerzo en punto de aplicación	$T_{APOYO_H2_HV} = \left[\begin{matrix} T_{COND_HV} \cdot j \\ T_{CT_H2_HV} \\ T_{CADENA_HV} \\ T_{CRUCETA_HV} \\ T_{ELEMENTO_HV} \\ T_{DER_H2_HV} \end{matrix} \right]$ Calcular esfuerzo en punto de aplicación	$T_{APOYO_H3} = \left[\begin{matrix} T_{COND_H3} \cdot j \\ T_{CT_H3} \\ T_{DER_H3} \end{matrix} \right]$ Calcular esfuerzo en punto de aplicación	$T_{APOYO_H4} = \left[\begin{matrix} T_{COND_H4_ROTO} \\ T_{COND_H4_NOROTO} \cdot (j-1) \\ T_{CT_H4} \\ T_{DER_H4} \end{matrix} \right]$ Calcular esfuerzo en punto de aplicación
L Longitudinal [daN]	$L_{APOYO_H1} = \left[\begin{matrix} L_{COND_V} \cdot j \\ L_{CT_H1} \\ L_{DER_H1} \end{matrix} \right]$ Calcular esfuerzo en punto de aplicación	$L_{APOYO_H2_H} = \left[\begin{matrix} L_{COND_H} \cdot j \\ L_{CT_H2_H} \\ L_{DER_H2_H} \end{matrix} \right]$ Calcular esfuerzo en punto de aplicación	$L_{APOYO_H2_HV} = \left[\begin{matrix} L_{COND_HV} \cdot j \\ L_{CT_H2_HV} \\ L_{DER_H2_HV} \end{matrix} \right]$ Calcular esfuerzo en punto de aplicación	$L_{APOYO_H3} = \left[\begin{matrix} L_{COND_H3} \cdot j \\ L_{CT_H3} \\ L_{DER_H3} \end{matrix} \right]$ Calcular esfuerzo en punto de aplicación	$L_{APOYO_H4} = \left[\begin{matrix} L_{COND_H4_ROTO} \\ L_{COND_H4_NOROTO} \cdot (j-1) \\ L_{CT_H4} \\ L_{DER_H4} \end{matrix} \right]$ Calcular esfuerzo en punto de aplicación
Leq Longitudinal equivalente [daN]	Leq_{APOYO_H1}	$Leq_{APOYO_H2_H}$	$Leq_{APOYO_H2_HV}$	Leq_{APOYO_H3}	Leq_{APOYO_H4}
	En apoyos de celosía (sección cuadrada), HVH y CH (sección cuadrada) $Leq = L + T$ En apoyos HV y CH (sección rectangular). <u>No calcular si T o L son igual a cero.</u> Tipo alineación, ángulo Tipo fin de línea y anclaje $Leq = T + L \cdot \frac{F}{FS}$ $Leq = L + T \cdot \frac{F}{FS - \text{EsfuerzoVentoCara}}$				
Mt Momento torsor [daN·m]	$Mt_{APOYO_H1} = Mt_{FASE_H1}$	$Mt_{APOYO_H2_H} = Mt_{FASE_H2_H}$	$Mt_{APOYO_H2_HV} = Mt_{FASE_H2_HV}$	$Mt_{APOYO_H3} = Mt_{FASE_H3}$	$Mt_{APOYO_H4} = Mt_{FASE_H4} + Mt_{FASE_H4_ROTO}$

Notas:

- El producto $T_{COND} \cdot j$ y $L_{COND} \cdot j$, en cualquiera de las hipótesis, tendrá en cuenta la altura de los puntos de fijación de los conductores, para calcular el esfuerzo en el punto establecido por el fabricante. Igualmente ocurre con los esfuerzos transversales en las cadenas, las crucetas o cualquier otro elemento.
- Para los esfuerzos totales en los apoyos, no aplica la rotura del cable de tierra, ya que es menos exigente que la rotura del conductor de fase.
- Si el apoyo tiene instalado una derivación, hay que valorar si la rotura del conductor de la derivación, puede provocar un esfuerzo torsor mayor que la rotura del conductor de fase de la línea principal.
- Los apoyos rectangulares tipo alineación y ángulo se consideran ubicados transversalmente a la línea. Los tipo fin de línea y anclaje se consideran ubicados longitudinalmente a la línea.

ESFUERZOS A SOPORTAR EN EL PUNTO DE SUJECIÓN DEL CABLE DE TIERRA (CÚPULA / CASQUILLETE)						
ESFUERZOS	HIPÓTESIS 1ª VIENTO	HIPÓTESIS 2ª		HIPÓTESIS 3ª (Desequilibrio de tracciones)	HIPÓTESIS 4ª	
		HIELO	HIELO+ VIENTO		ROTURA DEL CONDUCTOR DE FASE	ROTURA DEL CABLE DE TIERRA
V Vertical [daN]	V_{CT_H1}	$V_{CT_H2_H}$	$V_{CT_H2_HV}$	V_{CT_H3} Valor hipótesis tracción máxima horizontal conductor ($V_{CT_H1}/V_{CT_H2_H}/V_{CT_H2_HV}$)	V_{CT_H4} Valor hipótesis rotura del conductor de fase ($V_{CT_H1}/V_{CT_H2_H}/V_{CT_H2_HV}$)	$V_{CT_H4_ROTO}$
T Transversal [daN]	T_{CT_H1}	$T_{CT_H2_H}$	$T_{CT_H2_HV}$	T_{CT_H3}	T_{CT_H4}	$T_{CT_H4_ROTO}$
L Longitudinal [daN]	L_{CT_H1}	$L_{CT_H2_H}$	$L_{CT_H2_HV}$	L_{CT_H3}	L_{CT_H4}	$L_{CT_H4_ROTO}$
Leq Longitudinal equivalente [daN]	Leq_{CT_H1}	$Leq_{CT_H2_H}$	$Leq_{CT_H2_HV}$	Leq_{CT_H3}	Leq_{CT_H4}	$Leq_{CT_H4_ROTO}$
Cúpula o Casquillote de celosía: $L_{eq} = L + T$						

$$V_{CT_H1} = pp_{CT_1} \cdot \frac{a_1}{2} + pp_{CT_2} \cdot \frac{a_2}{2} + \frac{T_{CT_V1}}{p_{CT_V1}} \cdot \frac{d_{CT_1}}{a_1} \cdot pp_{CT_1} - \frac{T_{CT_V2}}{p_{CT_V2}} \cdot \frac{d_{CT_2}}{a_2} \cdot pp_{CT_2}$$

$$V_{CT_H2_H} = p_{CT_H1} \cdot \frac{a_1}{2} + p_{CT_H2} \cdot \frac{a_2}{2} + \frac{T_{CT_H1}}{p_{CT_H1}} \cdot \frac{d_{CT_1}}{a_1} \cdot p_{CT_H1} - \frac{T_{CT_H2}}{p_{CT_H2}} \cdot \frac{d_{CT_2}}{a_2} \cdot p_{CT_H2}$$

$$V_{CT_H2_HV} = p_{CT_HV1} \cdot \frac{a_1}{2} + p_{CT_HV2} \cdot \frac{a_2}{2} + \frac{T_{CT_HV1}}{p_{CT_HV1}} \cdot \frac{d_{CT_1}}{a_1} \cdot p_{CT_HV1} - \frac{T_{CT_HV2}}{p_{CT_HV2}} \cdot \frac{d_{CT_2}}{a_2} \cdot p_{CT_HV2}$$

$$V_{CT_H4_ROTO} =$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Hipótesis de Viento} = P_{p_{CT_MAX}} \cdot \frac{a_{CT_MAX}}{2} \pm \frac{T_{CT_MAX}}{p_{CT_MAX}} \cdot \frac{d_{CT_MAX}}{a_{CT_MAX}} \\ \text{Hipótesis de Hielo} = p_{CT_MAX} \cdot \frac{a_{CT_MAX}}{2} \pm \frac{T_{CT_MAX}}{p_{CT_MAX}} \cdot \frac{d_{CT_MAX}}{a_{CT_MAX}} \\ \text{Hipótesis de Hielo+Viento} = p_{CT_MAX(VERTICAL)} \cdot \frac{a_{CT_MAX}}{2} \pm \frac{T_{CT_MAX}}{p_{CT_MAX}} \cdot \frac{d_{CT_MAX}}{a_{CT_MAX}} \end{array} \right.$$

+, si es el vano anterior (izquierdo) (1)
 -, si es el vano posterior (derecho) (2)
 Si el apoyo es fin de línea $V_{CT_H4_ROTO} = 0$

$$T_{CT_H1} = \left[T_{CT_V1} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + T_{CT_V2} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q_{ct_V_1} \cdot \emptyset_{CT_1} \cdot \left(\frac{a_1}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q_{ct_V_2} \cdot \emptyset_{CT_2} \cdot \left(\frac{a_2}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]$$

$$T_{CT_H2_H} = \left[T_{CT_H_1} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + T_{CT_H_2} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]$$

$$T_{CT_H2_HV} = \left[T_{CT_HV_1} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + T_{CT_HV_2} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q_{ct_HV_1} \cdot (\emptyset_{CT_1} + 2 \cdot e_{CT_1}) \cdot \left(\frac{a_1}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q_{ct_HV_2} \cdot (\emptyset_{CT_2} + 2 \cdot e_{CT_2}) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]$$

$$T_{CT_H3} = (2 - \%des) \cdot T_{CT_MAX} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad \text{Opción común de cálculo. Existen otras posibles.}$$

Existe la posibilidad de que la hipótesis de tracción máxima en la que se considere que se rompe el conductor de fase sea diferente que la rotura del cable de tierra. Por eso hay que calcular los siguientes esfuerzos con las tracciones máximas del cable de tierra, con la hipótesis de la rotura del conductor de fase:

$T_{MayorCT_fase}$, tracción máxima mayor del cable de tierra en la hipótesis de rotura del conductor de fase.

$T_{menorCT_fase}$, tracción máxima menor del cable de tierra en la hipótesis de rotura del conductor de fase.

$$T_{CT_H4} = \left[T_{MayorCT_fase} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + T_{menorCT_fase} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right] \cdot n$$

$$T_{CT_H4_ROTO} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Para apoyos Suspensión / Amarre / Anclaje} \\ T_{CT_H4_ROTO} = T_{CT_MAX} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \\ \text{Para apoyos Fin de línea} \\ T_{CT_H4_ROTO} = 0 \end{array} \right.$$

$$L_{CT_H1} = \left[(T_{CT_V1} - T_{CT_V2}) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q_{ct_V_2} \cdot \emptyset_{CT_2} \cdot \left(\frac{a_2}{2}\right) \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) - q_{ct_V_1} \cdot \emptyset_{CT_1} \cdot \left(\frac{a_1}{2}\right) \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]$$

$$L_{CT_H2_H} = \left| (T_{CT_H_1} - T_{CT_H_2}) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right|$$

$$L_{CT_H2_HV} = \left| (T_{CT_HV_1} - T_{CT_HV_2}) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q_{ct_HV_2} \cdot (\emptyset_{CT_2} + 2 \cdot e_{CT_2}) \cdot \left(\frac{a_2}{2}\right) \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) - q_{ct_HV_1} \cdot (\emptyset_{CT_1} + 2 \cdot e_{CT_1}) \cdot \left(\frac{a_1}{2}\right) \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right|$$

$$L_{CT_H3} = \%des \cdot T_{CT_MAX} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad \text{Opción común de cálculo. Existen otras posibles.}$$

$$L_{CT_H4} = \left[T_{MayorCT_fase} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) - T_{menorCT_fase} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]$$

$$L_{CT_H4_ROTO} = \begin{cases} \text{Para apoyos Suspensión / Amarre / Anclaje} \\ L_{CT_H4_ROTO} = T_{CT_MAX} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \\ \text{Para apoyos Fin de línea} \\ L_{CT_H4_ROTO} = 0 \end{cases}$$

8.2.4 TABLAS DE RESULTADOS

8.2.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS APOYOS

Nº DE APOYO	APOYO PROYECTADO	TIPO DE ARMADO	ÁNGULO DE DESVIACIÓN DE LA TRAZA [g]	TIPO DE AISLAMIENTO [C.A./C.S.]	CONDUCTOR	n	VANO ANTERIOR [m]	VANO POSTERIOR [m]	CABLE DE TIERRA [m]	Nº DE CIRCUITOS	OBSERVACIONES

8.2.4.2 CONDICIONES DEL RLAT EN EL APOYO

Nº DE APOYO	CLASIFICACIÓN DEL APOYO	ZONA [A / B / C]	COTA (Altitud) [m]	PRESCRIPCIÓN ESPECIAL [SI / NO]	VELOCIDAD DEL VIENTO [km/h]		CATEGORÍA DE LA LÍNEA	¿PRESCINDIR DE LA HIPÓTESIS 4ª?	OBSERVACIONES
					HIPÓTESIS 1ª	HIPÓTESIS 2ª			

8.2.4.3 ESFUERZOS EN EL PUNTO DE SUJECIÓN DEL CONDUCTOR DE FASE (PUNTA DE CRUCETA)

V_{FASE} , esfuerzo vertical a soportar del punto de sujeción del conductor

T_{FASE} , esfuerzo transversal a soportar del punto de sujeción del conductor

L_{FASE} , esfuerzo longitudinal a soportar del punto de sujeción del conductor

Leq_{FASE} , esfuerzo longitudinal equivalente a soportar del punto de sujeción del conductor

M_t , momento torsor a soportar

V_{ROTO} , esfuerzo vertical a soportar del punto de sujeción del conductor roto

T_{ROTO} , esfuerzo transversal a soportar del punto de sujeción del conductor roto

L_{ROTO} , esfuerzo longitudinal a soportar del punto de sujeción del conductor roto

Leq_{ROTO} , esfuerzo longitudinal equivalente a soportar del punto de sujeción del conductor roto

Disponible, esfuerzo que soporta el apoyo proyectado

C.S., coeficiente de seguridad

N.A., no aplica

HIPÓTESIS 1ª VIENTO					
Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE	ESFUERZO TORSOR
	V_{FASE} [daN]	T_{FASE} [daN]	L_{FASE} [daN]	Leq_{FASE} [daN]	M_t [daN·m]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN·m]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 2ª HIELO					
Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE	ESFUERZO TORSOR
	V_{FASE} [daN]	T_{FASE} [daN]	L_{FASE} [daN]	Leq_{FASE} [daN]	M_t [daN·m]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN·m]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 2ª HIELO+VIENTO					
Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE	ESFUERZO TORSOR
	V_{FASE} [daN]	T_{FASE} [daN]	L_{FASE} [daN]	Leq_{FASE} [daN]	Mt [daN·m]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN·m]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 3ª DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES					
Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE	ESFUERZO TORSOR
	V_{FASE} [daN]	T_{FASE} [daN]	L_{FASE} [daN]	Leq_{FASE} [daN]	Mt [daN·m]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN·m]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 4ª ROTURA DEL CONDUCTOR DE FASE						
Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL		ESFUERZO TRANSVERSAL		ESFUERZO LONGITUDINAL	
	V_{FASE} [daN]	V_{ROTO} [daN]	T_{FASE} [daN]	T_{ROTO} [daN]	L_{FASE} [daN]	L_{ROTO} [daN]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 4ª ROTURA DEL CONDUCTOR DE FASE					
Nº DE APOYO	ESFUERZO EQUIVALENTE		ESFUERZO TORSOR	PUNTO DE APLICACIÓN TORSIÓN [m]	LONGITUD CRUCETA [m]
	Leq_{FASE} [daN]	Leq_{ROTO} [daN]	Mt [daN·m]		
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN·m]		
	C.S.	C.S.	C.S.		

HIPÓTESIS 4ª ROTURA DEL CABLE DE TIERRA					
Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE	ESFUERZO TORSOR
	V_{FASE} [daN]	T_{FASE} [daN]	L_{FASE} [daN]	Leq_{FASE} [daN]	Mt [daN·m]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN·m]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

8.2.4.4 ESFUERZOS EN EL APOYO

V, Esfuerzo vertical a soportar por el apoyo en su punto de aplicación correspondiente

T, Esfuerzo transversal a soportar por el apoyo en su punto de aplicación correspondiente

L, Esfuerzo longitudinal a soportar por el apoyo en su punto de aplicación correspondiente

Leq, Esfuerzo longitudinal equivalente a soportar por el apoyo en su punto de aplicación correspondiente

Mt, momento torsor a soportar por el apoyo

Disponible, esfuerzo que soporta el apoyo proyectado

N.A., no aplica

C.S., coeficiente de seguridad

Nota: En los apoyos con armado a tresbolillo o en bandera (esfuerzos asimétricos), junto con conductores diferentes a cada lado del cantón o aplicación de tenses reducidos, pueden aparecer esfuerzos torsores importantes sobre el apoyo. También en apoyos de doble circuito con la derivación en bandera.

HIPÓTESIS 1ª VIENTO					
Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE	ESFUERZO TORSOR
	V [daN]	T [daN]	L [daN]	Leq [daN]	Mt [daN]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN·m]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 2ª HIELO					
Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE	ESFUERZO TORSOR
	V [daN]	T [daN]	L [daN]	Leq [daN]	Mt [daN]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN·m]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 2ª HIELO+VIENTO

Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE	ESFUERZO TORSOR
	V [daN]	T [daN]	L [daN]	Leq [daN]	Mt [daN]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN.m]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 3ª DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES

Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE	ESFUERZO TORSOR
	V [daN]	T [daN]	L [daN]	Leq [daN]	Mt [daN]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN.m]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 4ª ROTURA DEL CONDUCTOR DE FASE

Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE	ESFUERZO TORSOR	PUNTO DE APLICACIÓN TORSIÓN [m]	LONGITUD CRUCETA [m]
	V [daN]	T [daN]	L [daN]	Leq [daN]	Mt [daN]		
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN.m]		
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.		

8.2.4.5 ESFUERZOS EN EL PUNTO DE SUJECIÓN DEL CABLE DE TIERRA (CÚPULA / CASQUILLETE)

V_{CT} , esfuerzo vertical a soportar del punto de sujeción del cable de tierra

T_{CT} , esfuerzo transversal a soportar del punto de sujeción del cable de tierra

L_{CT} , esfuerzo longitudinal a soportar del punto de sujeción del cable de tierra

Leq_{CT} , esfuerzo longitudinal equivalente a soportar del punto de sujeción del cable de tierra

Disponible, esfuerzo que soporta el apoyo proyectado

C.S., coeficiente de seguridad

N.A., no aplica

HIPÓTESIS 1ª VIENTO				
Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE
	V_{CT} [daN]	T_{CT} [daN]	L_{CT} [daN]	Leq_{CT} [daN]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 2ª HIELO				
Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE
	V_{CT} [daN]	T_{CT} [daN]	L_{CT} [daN]	Leq_{CT} [daN]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 2ª HIELO+VIENTO

Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE
	V_{CT} [daN]	T_{CT} [daN]	L_{CT} [daN]	Leq_{CT} [daN]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 3ª DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES

Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE
	V_{CT} [daN]	T_{CT} [daN]	L_{CT} [daN]	Leq_{CT} [daN]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 4ª ROTURA DEL CONDUCTOR DE FASE

Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE
	V_{CT} [daN]	T_{CT} [daN]	L_{CT} [daN]	Leq_{CT} [daN]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 4ª ROTURA DEL CABLE DE TIERRA				
Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE
	V_{CT} [daN]	T_{CT} [daN]	L_{CT} [daN]	Leq_{CT} [daN]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

8.2.4.6 ESFUERZOS EN EL PUNTO DE SUJECIÓN DE LA CRUCETA DERIVACIÓN

Se pueden considerar dos tipos de derivaciones:

- Las derivaciones que se realizan desde una cruceta horizontal independiente.
- Las derivaciones que se realizan desde la cruceta de los conductores de fase (en bandera).



En la fotografía podemos observar los dos casos. Las tablas siguientes son para la derivación de la derecha, ya que para la derivación izquierda, los esfuerzos producidos por la derivación, se tienen que sumar a los esfuerzos de los conductores de fase de la línea principal.

Los valores T y L son diferentes (90 °) a los esfuerzos de la línea principal, ya que en este caso, tienen que servir para elegir la cruceta derivación.

V_{DER} , esfuerzo vertical a soportar del punto de sujeción del conductor de la derivación.

T_{DER} , esfuerzo transversal a soportar del punto de sujeción del conductor en la cruceta derivación.

L_{DER} , esfuerzo longitudinal a soportar del punto de sujeción del conductor de la cruceta derivación.

Leq_{DER} , esfuerzo longitudinal equivalente a soportar del punto de sujeción del conductor de la cruceta derivación

M_t , momento torsor a soportar.

$V_{DER-ROTO}$, esfuerzo vertical a soportar del punto de sujeción del conductor roto de la derivación.

$T_{DER-ROTO}$, esfuerzo transversal a soportar del punto de sujeción del conductor roto de la derivación.

$L_{DER-ROTO}$, esfuerzo longitudinal a soportar del punto de sujeción del conductor roto de la derivación.

$Leq_{DER-ROTO}$, esfuerzo longitudinal equivalente a soportar del punto de sujeción del conductor roto de la derivación.

Disponible, esfuerzo que soporta el apoyo proyectado o el armado, según el caso.

C.S., coeficiente de seguridad.

N.A., no aplica.

NOTA: La dirección de T y L es diferente al del resto de tablas (90°), ya que se referencia respecto a la cruceta derivación y no respecto a las crucetas de los conductores de fase.

HIPÓTESIS 1ª VIENTO				
Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE
	V_{DER} [daN]	T_{DER} [daN]	L_{DER} [daN]	Leq_{DER} [daN]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 2ª HIELO				
Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE
	V_{DER} [daN]	T_{DER} [daN]	L_{DER} [daN]	Leq_{DER} [daN]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 2ª HIELO+VIENTO				
Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE
	V_{DER} [daN]	T_{DER} [daN]	L_{DER} [daN]	Leq_{DER} [daN]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 3ª DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES				
Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO TRANSVERSAL	ESFUERZO LONGITUDINAL	ESFUERZO EQUIVALENTE
	V_{DER} [daN]	T_{DER} [daN]	L_{DER} [daN]	Leq_{DER} [daN]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 4ª ROTURA DEL CONDUCTOR DE FASE						
Nº DE APOYO	ESFUERZO VERTICAL		ESFUERZO TRANSVERSAL		ESFUERZO LONGITUDINAL	
	V_{DER} [daN]	$V_{DER-ROTO}$ [daN]	T_{DER} [daN]	$T_{DER-ROTO}$ [daN]	L_{DER} [daN]	$L_{DER-ROTO}$ [daN]
	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN]
	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.	C.S.

HIPÓTESIS 4ª ROTURA DEL CONDUCTOR DE FASE				
ESFUERZO EQUIVALENTE		ESFUERZO TORSOR	PUNTO DE APLICACIÓN TORSIÓN [m]	LONGITUD CRUCETA DERIVACIÓN [m]
Leq_{DER} [daN]	$Leq_{DER-ROTO}$ [daN]	M_t [daN·m]		
Disponible [daN]	Disponible [daN]	Disponible [daN·m]		
C.S.	C.S.	C.S.		

8.2.4.7 DISTANCIAS DE SEGURIDAD**8.2.4.7.1 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO**

Nº DE APOYO	APOYO ANTERIOR	APOYO POSTERIOR	FLECHA MÁXIMA [m]	DISTANCIA MÍNIMA CONDUCTOR-TERRENO [m]	DISTANCIA REAL CONDUCTOR-TERRENO [m]

8.2.4.7.2 DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES

DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES (Línea principal)				
Nº DE APOYO	DISTANCIA HORIZONTAL MÍNIMA [m]	DISTANCIA HORIZONTAL REAL [m]	DISTANCIA VERTICAL MÍNIMA [m]	DISTANCIA VERTICAL REAL [m]

DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES (Derivación)				
Nº DE APOYO	DISTANCIA HORIZONTAL MÍNIMA [m]	DISTANCIA HORIZONTAL REAL [m]	DISTANCIA VERTICAL MÍNIMA [m]	DISTANCIA VERTICAL REAL [m]

8.2.4.7.3 DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA

DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA (Línea principal)						
Nº DE APOYO	FLECHA MÁXIMA CONDUCTOR [m]	FLECHA MÁXIMA CABLE DE TIERRA [m]	DISTANCIA HORIZONTAL MÍNIMA [m]	DISTANCIA HORIZONTAL REAL [m]	DISTANCIA VERTICAL MÍNIMA [m]	DISTANCIA VERTICAL REAL [m]

DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA (Derivación)						
Nº DE APOYO	FLECHA MÁXIMA CONDUCTOR [m]	FLECHA MÁXIMA CABLE DE TIERRA [m]	DISTANCIA HORIZONTAL MÍNIMA [m]	DISTANCIA HORIZONTAL REAL [m]	DISTANCIA VERTICAL MÍNIMA [m]	DISTANCIA VERTICAL REAL [m]

Nota: Si el punto de anclaje del cable de tierra a la torre está más alto que el del conductor, la flecha del cable de tierra debe ser igual o inferior a la del conductor. Punto 5.4.1 ITC-LAT-07

8.2.4.7.4 DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES Y PARTES PUESTAS A TIERRA

APOYO CON CADENAS DE SUSPENSIÓN		
DISTANCIA	MÍNIMA [m]	REAL [m]
CONDUCTOR-CRUCETA INFERIOR		
CONDUCTOR-FUSTE (¿CONICIDAD?)		
CONDUCTOR-CRUCETA PROPIA		
ÁNGULO DE OSCILACIÓN DE LA CADENA DE SUSPENSIÓN	MÁXIMO [°]	REAL [°]
Nota: En conductores Duplex, Triplex o Cuadruplex, hay que tener en cuenta la separación (0,20 m) entre ellos, ya que el conductor más cercano al apoyo no se encuentra en la vertical del engrape		
APOYOS CON CADENAS DE AMARRE		
DISTANCIA	MÍNIMA [m]	REAL [m]
LONGITUD PUENTE-LONGITUD CADENA		
GRAPA DE AMARRE-CRUCETA PROPIA		
PUENTE (CON ÁNGULO 20°)-CRUCETA PROPIA		
PUENTE (CON ÁNGULO 20°)-CRUCETA INFERIOR		
PUENTE (CON ÁNGULO 20°)-FUSTE (¿CONICIDAD?)		

8.2.4.7.5 CRUZAMIENTOS

Nº DE CRUZAMIENTO	APOYO ANTERIOR	APOYO POSTERIOR	VANO [m]	TIPO DE CRUZAMIENTO	DISTANCIA AL APOYO MÁS PRÓXIMO [m]	DISTANCIA MÍNIMA AL APOYO MÁS PRÓXIMO [m]	DISTANCIA VERTICAL MÍNIMA [m]	DISTANCIA VERTICAL REAL [m]	ORGANISMOS O PROPIETARIO AFECTADO

8.2.4.7.6 PARALELISMOS Y PASO POR ZONAS

Nº DE PARALELISMO	TIPO DE PARALELISMO	APOYO INICIAL	APOYO FINAL	LONGITUD AFECCIÓN [m]	DISTANCIA MÍNIMA HORIZONTAL [m]	DISTANCIA REAL HORIZONTAL [m]	ORGANISMO O PROPIETARIO AFECTADO

8.2.4.8 EOLOVANOS Y GRAVIVANOS

Nº DE APOYO	EOLOVANO [m]	GRAVIVANO [m]			
		HIPÓTESIS 1ª		HIPÓTESIS 2ª	
		CONDUCTOR	CABLE DE TIERRA	CONDUCTOR	CABLE DE TIERRA

8.2.4.9 CIMENTACIONES

Nº DE APOYO	CIMENTACIÓN MONOBLOQUE [m]			CIMENTACIÓN FRACCIONADA [m]		V EXCAVACIÓN [m³]	V EXCAVACIÓN [m³]
	a	b	h	a	H		

8.2.4.10 ESFUERZOS MECÁNICOS EN LAS CADENAS DE AISLADORES

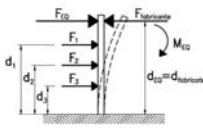
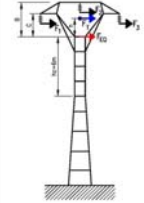
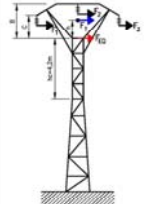
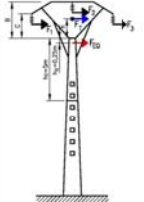
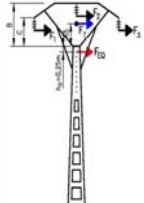
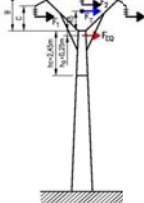
NÚMERO DE APOYO	¿CARGA MÍNIMA DE ROTURA COMPROBADA A SISTEMÁTICA MEDIANTE ENSAYO? [SI/NO]	APLICACIÓN DE PRESCRIPCIONES ESPECIALES [SI/NO]	TIPO DE AISLAMIENTO	AISLADORES					HERRAJES										
				ESFUERZO A SOPORTAR [daN]	CARGA DE ROTURA [daN]		COEFICIENTE DE SEGURIDAD		ESFUERZO A SOPORTAR [daN]	CARGA DE ROTURA [daN]		COEFICIENTE DE SEGURIDAD							
					MÍNIMA A SOPORTAR	DEL AISLADOR	DEL AISLADOR	REGLAMENTARIO		MÍNIMA A SOPORTAR	DE LOS HERRAJES	DE LOS HERRAJES	REGLAMENTARIO						

8.2.5 CONSIDERACIONES EN EL CÁLCULO DE APOYOS (CHEQUEO)

Se presenta a continuación un listado con diferentes consideraciones a tener en cuenta en el cálculo de apoyos. En los siguientes puntos del capítulo se desarrollarán los más importantes.

TIPO	Nº	DESCRIPCIÓN											
TIPOS DE APOYO	1	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2">TIPOS DE APOYO PARA LINEAS DE ALTA TENSIÓN</td> <td>APOYO METÁLICOS</td> <td> PRESILLA RU 6704 A Armado de bóveda por encima de cogolla CELOSÍA UNE 207017 -Ecuación resistente. Mayorización de las cargas verticales -Leq= L + T -Ármado de bóveda APOYOS NO REGULADOS POR UNA NORMA DE PRODUCTO -Sección poligonal / rectangular -Leq(alineación/ángulo)=T+L·P/S CHAPA UNE 207018 -Leq(fd/ancilaje)=L+T·P/(S·Esf.VientoCara). No calcular si T o L =0 -Ármado de bóveda. Cálculo de coeficiente K -¿Cara libre de viento? -Disposición del apoyo: Ángulo-Alineación / Fin de línea-Ancilaje APOYOS NO REGULADOS POR UNA NORMA DE PRODUCTO -¿Cara libre de viento? -Ármado de bóveda. Cálculo de coeficiente K -Disposición del apoyo: Ángulo-Alineación / Fin de línea-Ancilaje -Leq(alineación/ángulo)=T+L·P/S -Leq(fd/ancilaje)=L+T·P/(S·Esf.VientoCara). No calcular si T o L =0 -¿Cara libre de viento? HVH -Leq= L + T -Ármado de bóveda. Cálculo de coeficiente K -Mt: Coeficiente de seguridad </td> </tr> <tr> <td>APOYOS DE HORMIGÓN (UNE 207016)</td> <td> HV -¿Cara libre de viento? -Ármado de bóveda. Cálculo de coeficiente K -Disposición del apoyo: Ángulo-Alineación / Fin de línea-Ancilaje -Leq(alineación/ángulo)=T+L·P/S -Leq(fd/ancilaje)=L+T·P/(S·Esf.VientoCara). No calcular si T o L =0 -¿Cara libre de viento? HVH -Leq= L + T -Ármado de bóveda. Cálculo de coeficiente K -Mt: Coeficiente de seguridad </td> </tr> </table>	TIPOS DE APOYO PARA LINEAS DE ALTA TENSIÓN	APOYO METÁLICOS	PRESILLA RU 6704 A Armado de bóveda por encima de cogolla CELOSÍA UNE 207017 -Ecuación resistente. Mayorización de las cargas verticales -Leq= L + T -Ármado de bóveda APOYOS NO REGULADOS POR UNA NORMA DE PRODUCTO -Sección poligonal / rectangular -Leq(alineación/ángulo)=T+L·P/S CHAPA UNE 207018 -Leq(fd/ancilaje)=L+T·P/(S·Esf.VientoCara). No calcular si T o L =0 -Ármado de bóveda. Cálculo de coeficiente K -¿Cara libre de viento? -Disposición del apoyo: Ángulo-Alineación / Fin de línea-Ancilaje APOYOS NO REGULADOS POR UNA NORMA DE PRODUCTO -¿Cara libre de viento? -Ármado de bóveda. Cálculo de coeficiente K -Disposición del apoyo: Ángulo-Alineación / Fin de línea-Ancilaje -Leq(alineación/ángulo)=T+L·P/S -Leq(fd/ancilaje)=L+T·P/(S·Esf.VientoCara). No calcular si T o L =0 -¿Cara libre de viento? HVH -Leq= L + T -Ármado de bóveda. Cálculo de coeficiente K -Mt: Coeficiente de seguridad	APOYOS DE HORMIGÓN (UNE 207016)	HV -¿Cara libre de viento? -Ármado de bóveda. Cálculo de coeficiente K -Disposición del apoyo: Ángulo-Alineación / Fin de línea-Ancilaje -Leq(alineación/ángulo)=T+L·P/S -Leq(fd/ancilaje)=L+T·P/(S·Esf.VientoCara). No calcular si T o L =0 -¿Cara libre de viento? HVH -Leq= L + T -Ármado de bóveda. Cálculo de coeficiente K -Mt: Coeficiente de seguridad						
	TIPOS DE APOYO PARA LINEAS DE ALTA TENSIÓN	APOYO METÁLICOS		PRESILLA RU 6704 A Armado de bóveda por encima de cogolla CELOSÍA UNE 207017 -Ecuación resistente. Mayorización de las cargas verticales -Leq= L + T -Ármado de bóveda APOYOS NO REGULADOS POR UNA NORMA DE PRODUCTO -Sección poligonal / rectangular -Leq(alineación/ángulo)=T+L·P/S CHAPA UNE 207018 -Leq(fd/ancilaje)=L+T·P/(S·Esf.VientoCara). No calcular si T o L =0 -Ármado de bóveda. Cálculo de coeficiente K -¿Cara libre de viento? -Disposición del apoyo: Ángulo-Alineación / Fin de línea-Ancilaje APOYOS NO REGULADOS POR UNA NORMA DE PRODUCTO -¿Cara libre de viento? -Ármado de bóveda. Cálculo de coeficiente K -Disposición del apoyo: Ángulo-Alineación / Fin de línea-Ancilaje -Leq(alineación/ángulo)=T+L·P/S -Leq(fd/ancilaje)=L+T·P/(S·Esf.VientoCara). No calcular si T o L =0 -¿Cara libre de viento? HVH -Leq= L + T -Ármado de bóveda. Cálculo de coeficiente K -Mt: Coeficiente de seguridad									
APOYOS DE HORMIGÓN (UNE 207016)		HV -¿Cara libre de viento? -Ármado de bóveda. Cálculo de coeficiente K -Disposición del apoyo: Ángulo-Alineación / Fin de línea-Ancilaje -Leq(alineación/ángulo)=T+L·P/S -Leq(fd/ancilaje)=L+T·P/(S·Esf.VientoCara). No calcular si T o L =0 -¿Cara libre de viento? HVH -Leq= L + T -Ármado de bóveda. Cálculo de coeficiente K -Mt: Coeficiente de seguridad											
	2	FABRICANTE DE APOYOS. Datos necesario											
RLAT	3	HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS. Punto 3.5.3 ITC-LAT-07											
	4	COEFICIENTES DE SEGURIDAD. Punto 3.5.4 ITC-LAT-07											
	5	PRESCRIPCIONES ESPECIALES. Aplicación Punto 5.3 IT-LAT-07 (Tablas coeficientes de seguridad)											
	6	PRESCINDIR DE LA HIPÓTESIS 4ª. -Coeficiente de seguridad ≥ 3 en conductores y cables de tierra -Carga de rotura < 6600 daN -Coeficiente de seguridad Hipótesis 3ª = Hipótesis normales (en apoyos y cimentaciones) -U ≤ 66 kV -Apoyo de ALINEACIÓN o ÁNGULO -Apoyos de anclaje cada 3 km											
	7	CLASIFICACIÓN DE LOS APOYOS: (Suspensión / Amarre / Anclaje / Fin de línea / Especiales)											
	8	TIPO DE AISLAMIENTO: (Suspensión / Amarre) Prioridad a la instalación de cadenas de suspensión											
	9	CATEGORÍA DE LA LÍNEA Especial: Vv min 140 km/h Hipótesis Hielo+Viento Vv min 60 km/h											
	10	ALTITUD. Si es mayor de 1500 m, entonces cálculo de sobrecargas del conductor dependiente de la altura											
	11	ZONA (A / B / C)											
	12	HIPÓTESIS DE TRACCIÓN MÁXIMA DE HIELO + VIENTO (min 60 km/h) -Categoría especial / Norma empresa distribución / Criterio del proyectista -Peso específico manguito hielo 750 daN/m³ $T_{COND_HV} = \left[T_{HV_1} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + T_{HV_2} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q_{fase_HV_1} \cdot \left(\frac{a_1}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q_{fase_HV_2} \cdot \left(\frac{a_2}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right] \cdot n$ $q = 60 \cdot \left(\frac{Vv}{120}\right)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ para } d \leq 0,016 \text{ m}$ $q = 50 \cdot \left(\frac{Vv}{120}\right)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ para } d > 0,016 \text{ m}$											
	13	VIENTO. Velocidad mínima Hipótesis 1ª 120 km/h para 1ª, 2ª y 3ª categoría. Para categoría especial min 140 km/h											
	14	Consultar ESTACIÓN METEOROLÓGICA. Viento excepcional											
	15	VIENTO. Dirección de aplicación											
	15.1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CATEGORÍA</th> <th>NIVELES DE TENSIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Especial</td> <td>U ≥ 220 kV</td> </tr> <tr> <td>U < 220 kV e a la red de transporte</td> </tr> <tr> <td>1ª</td> <td>66 kV < U < 220 kV</td> </tr> <tr> <td>2ª</td> <td>30 kV < U ≤ 66 kV</td> </tr> <tr> <td>3ª</td> <td>1 kV < U ≤ 30 kV</td> </tr> </tbody> </table>	CATEGORÍA	NIVELES DE TENSIÓN	Especial	U ≥ 220 kV	U < 220 kV e a la red de transporte	1ª	66 kV < U < 220 kV	2ª	30 kV < U ≤ 66 kV	3ª	1 kV < U ≤ 30 kV
	CATEGORÍA	NIVELES DE TENSIÓN											
Especial	U ≥ 220 kV												
	U < 220 kV e a la red de transporte												
1ª	66 kV < U < 220 kV												
2ª	30 kV < U ≤ 66 kV												
3ª	1 kV < U ≤ 30 kV												

TIPO	Nº	DESCRIPCIÓN																																																											
ESFUERZOS	16	<p>ESFUERZOS VERTICALES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Evitar esfuerzos ascendentes -Peso de un operario (Mantenimiento / Reparación) -Ecuaciones de cálculo (Cateneria / Parábola / Aproximación 2) 																																																											
	17	<p>ESFUERZOS TRANSVERSALES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Resultante de ángulo -Viento -Desequilibrio de tracciones -Rotura de conductores 																																																											
	18	<p style="text-align: center;">DESEQUILIBRIOS DE TRACCIONES</p> <p style="text-align: center;">DESEQUILIBRIOS MUY PRONUNCIADOS</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="5">%des</th> </tr> <tr> <th>TENSIÓN [kV]</th> <th>Suspensión</th> <th>Amarre</th> <th>Anclaje</th> <th>Fin de línea</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U > 66 kV</td> <td>15%</td> <td>25%</td> <td>50%</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>U ≤ 66 kV</td> <td>8%</td> <td>15%</td> <td>50%</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>U > 66 kV</p> <ul style="list-style-type: none"> -Esfuerzo en punto de aplicación -Mt H1^a / H2^a / H3^a / H4^a Tenses o conductores diferentes -Esfuerzo de ángulo -Esfuerzo simultáneo Mt+T+L -Leq=L+T Árbol de carga <p>U ≤ 66 kV</p> <ul style="list-style-type: none"> -Esfuerzo distribuido eje apoyo altura punto de fijación -Mt NO -Esfuerzo de ángulo <p>U ≤ 30 kV</p> <ul style="list-style-type: none"> -Esfuerzo eje del apoyo altura punto de fijación -Desequilibrios pronunciados <p>Supuestos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) T_{MAX1}-%des 2) T_{MAX1}-T_{MAX2} 3) T_{MAX1}-T_{MAX2}-%des T_{MAX1} > T_{MAX2} 4) T_{OTRAHIP.1}-T_{OTRAHIP.2} Otra hipótesis 5) T_{OTRAHIP.1}-T_{OTRAHIP.2}-%des 1 > 2 6) La más desfavorable <p>T, solo considerar resultante de ángulo, no esfuerzo de viento FIN DE LÍNEA, no en Hipótesis 3ª, incluida en Hipótesis 1ª y 2ª Apoyos especiales Armado asimétrico Tresbolillo / Bandera Calcular Mt</p> <p style="text-align: center;">ROTURA DE CONDUCTORES</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="4">%rot</th> </tr> <tr> <th>CLASIFICACIÓN DEL APOYO</th> <th>Nº DE CONDUCTORES QUE SE ROMPEN</th> <th>Nº DE CONDUCTORES POR FASE</th> <th>%rot</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">Suspensión</td> <td rowspan="4">1 de fase</td> <td>1</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>≥ 4</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1 de tierra</td> <td>Cualquiera</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Amarre</td> <td>1 de fase o 1 de tierra</td> <td>Cualquiera</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Anclaje</td> <td>1 de fase o 1 de tierra</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Todos los conductores del haz</td> <td>2</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>Fin de línea</td> <td>Todos los conductores del haz</td> <td>Cualquiera</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>-En apoyos de alineación o ángulo, con aislamiento suspendido, previas JUSTIFICACIONES PERTINENTES, se puede aplicar una REDUCCIÓN DE ESFUERZOS: "Desviación de la cadena de aisladores de suspensión"</p> <p>-Considerar, por un lado, rotura del conductor de fase, y por otro, la rotura del cable de tierra</p> <p>-Cable de tierra, SIN REDUCCIÓN alguna de su tracción</p> <p>-FIN DE LÍNEA: Mt provoca los conductores NO ROTOS</p> <p>Resto de apoyos: Mt provocado por los conductores ROTOS</p> <p>-Si los esfuerzos son EXCÉNTRICOS...Mt=Esfx Longitud cruceta</p> <p>-CRITERIO DE ELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES QUE SE ROMPEN</p> <p>1º El esfuerzo de torsión debe ser el mayor posible f(long cruceta y Tmax co</p> <p>2º A igualdad de tensiones, ROMPE el de menor gravivano</p> <p>-ESFUERZO VERTICAL: Descontar el peso del conductor que rompe</p> <p>-ESFUERZO TRANSVERSAL: Solo Resultante de ángulo, y NO viento</p> <p>-ESFUERZO TORSOR: Producido por el conductor o cable de tierra que rompe.</p> <p>No tener en cuenta pequeños desequilibrios. Cuidado con tenses y conductores diferentes</p> <p>-PUNTO DE APLICACIÓN: El más desfavorable. En tresbolillo, dos brazos</p> <p>-Hipótesis 4ª. No se considera si el armado no produce MT</p> <p>-Prescindir de Hipótesis 4ª si se cumplen las condiciones</p>	%des					TENSIÓN [kV]	Suspensión	Amarre	Anclaje	Fin de línea	U > 66 kV	15%	25%	50%	100%	U ≤ 66 kV	8%	15%	50%	100%	%rot				CLASIFICACIÓN DEL APOYO	Nº DE CONDUCTORES QUE SE ROMPEN	Nº DE CONDUCTORES POR FASE	%rot	Suspensión	1 de fase	1	0,5	2	0,5	3	0,75	≥ 4	1	1 de tierra	Cualquiera	1	Amarre	1 de fase o 1 de tierra	Cualquiera	1	Anclaje	1 de fase o 1 de tierra	1	1	Todos los conductores del haz	2	0,5	3	0,5	4	0,5	Fin de línea	Todos los conductores del haz	Cualquiera
%des																																																													
TENSIÓN [kV]	Suspensión	Amarre	Anclaje	Fin de línea																																																									
U > 66 kV	15%	25%	50%	100%																																																									
U ≤ 66 kV	8%	15%	50%	100%																																																									
%rot																																																													
CLASIFICACIÓN DEL APOYO	Nº DE CONDUCTORES QUE SE ROMPEN	Nº DE CONDUCTORES POR FASE	%rot																																																										
Suspensión	1 de fase	1	0,5																																																										
		2	0,5																																																										
		3	0,75																																																										
		≥ 4	1																																																										
	1 de tierra	Cualquiera	1																																																										
Amarre	1 de fase o 1 de tierra	Cualquiera	1																																																										
	Anclaje	1 de fase o 1 de tierra	1	1																																																									
Todos los conductores del haz		2	0,5																																																										
		3	0,5																																																										
		4	0,5																																																										
Fin de línea	Todos los conductores del haz	Cualquiera	1																																																										

TIPO	Nº	DESCRIPCIÓN		
<p>E S F U E R Z O S</p>	<p>19</p>	<p>E S F U E R Z O S E Q U I V A L E N T E S P O R D E B A J O D E P U N T O D E L A C O G O L L A ?</p>	<p>POR DEBAJO DE COGOLLA</p>  $F_{EQ} = \frac{M_{EQ}}{d_{fabricante}} = \frac{F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 + F_3 \cdot d_3 + \dots + F_j \cdot d_j}{d_{fabricante}}$	
			<p>PRESILLA</p>	 $h = \frac{F_1 \cdot c + F_2 \cdot b + F_3 \cdot c}{F_1 + F_2 + F_3}$ <p>Si $F_1 = F_2 = F_3$, entonces $h = \frac{2 \cdot c - b}{3}$</p> $F_{EQ} = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h + 6)}{6}$ <p>$h_c = 6$ m (distancia a cogolla) Punto de aplicación: En cogolla</p>
			<p>CELOSÍA UNE 207017</p>	 $h = \frac{F_1 \cdot c + F_2 \cdot b + F_3 \cdot c}{F_1 + F_2 + F_3}$ <p>Si $F_1 = F_2 = F_3$, entonces $h = \frac{2 \cdot c + b}{3}$</p> $F_{EQ} = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h + 4,2)}{4,2}$ <p>$h_c = 4,2$ m (a cogolla) Punto de aplicación: en cogolla</p>
			<p>CHAPA UNE 207018</p>	 $h = \frac{F_1 \cdot c + F_2 \cdot b + F_3 \cdot c}{F_1 + F_2 + F_3}$ <p>Si $F_1 = F_2 = F_3$, entonces $h = \frac{2 \cdot c + b}{3}$</p> $F_{EQ} = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h + 5)}{4,75}$ <p>$h_c = 5,0$ m (a cogolla) Punto de aplicación: 0,25 de cogolla</p>
			<p>HV</p>	 <p>Pas 1</p> $h_5 = \frac{\sum F_i \cdot d_i}{\sum F_i} = \frac{F_1 \cdot c + F_2 \cdot b + F_3 \cdot c}{F_1 + F_2 + F_3}$ <p>Si $F_1 = F_2 = F_3$, entonces $h_5 = \frac{2 \cdot c + b}{3}$</p> <p>Paso 2. Calculamos K $K = \frac{5,4}{h_5 + 5,25}$</p> <p>Paso 3. $F_{EQ} = \frac{\sum F_i}{K} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{K}$</p> <p>Punto de aplicación: 0,25 de cogolla</p>
<p>HVH</p>	 $h_5 = \frac{\sum F_i \cdot d_i}{\sum F_i} = \frac{F_1 \cdot c + F_2 \cdot b + F_3 \cdot c}{F_1 + F_2 + F_3}$ <p>Si $F_1 = F_2 = F_3$, entonces $h_5 = \frac{2 \cdot c + b}{3}$</p> $K = \frac{2,20}{h_5 + 2,45} \quad F_{EQ} = \frac{\sum F_i}{K} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{K}$ <p>$h_c = 2,45$ m (a cogolla) Punto de aplicación: 0,25 de cogolla</p>			

TIPO	Nº	DESCRIPCIÓN																																																		
E S F U E R Z O S	19	<p>P E U S N F T U O E R D E Z E O S A P D E B E L E Q U I A J O I A V C A I L O D E N T E C O G O L L A ?</p> <p>C A E M N B C I A M N A D O O S P U O R</p>	<p>DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE APLICACIÓN RESPECTO A COGOLLA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ELEMENTOS</th> <th>ESFUERZOS HORIZONTALES</th> <th>DISTANCIA SECCIÓN FALLO (A COGOLLA)</th> <th>MOMENTO SECCIÓN FALLO</th> <th>DISTANCIA A LÍNEA DE TIERRA</th> <th>MOMENTO A LÍNEA DE TIERRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>F₁</td> <td>m₁</td> <td>F₁·m₁</td> <td>t₁</td> <td>F₁·t₁</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>F₂</td> <td>m₂</td> <td>F₂·m₂</td> <td>t₂</td> <td>F₂·t₂</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>F_n</td> <td>m_n</td> <td>F_n·m_n</td> <td>t_n</td> <td>F_n·t_n</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$\sum_{i=1}^n F_i$</td> <td></td> <td>$\sum_{i=1}^n F_i \cdot m_i$</td> <td></td> <td>$\sum_{i=1}^n F_i \cdot t_i$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Punto de aplicación sección de fallo= $\frac{\sum_{i=1}^{i=n} F_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^{i=n} F_i} = h_m$</p> <p>Punto de aplicación a línea de tierra= $\frac{\sum_{i=1}^{i=n} F_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^{i=n} F_i} = h_t$</p> <p>Si punto de aplicación está por encima de cogolla, entonces hay que aplicar momentos respecto a la sección de fallo. (ht > altura libre del apoyo) (hm > altura sección de fallo)</p> $F_{EQUIVALENTE} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} F_i \cdot m_i}{\text{AlturaSecciónFallo}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{i=n} F_i\right) \cdot h_m}{\text{AlturaSecciónFallo}} < \text{EsfuerzoqueSoportaApoyo}$ <p>Si punto de aplicación está por debajo de cogolla, entonces hay que aplicar momentos respecto a la línea de tierra. (ht < altura libre del apoyo) (hm < altura sección de fallo)</p> $F_{EQUIVALENTE} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} F_i \cdot t_i}{\text{AlturaFabricante}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{i=n} F_i\right) \cdot h_t}{\text{AlturaFabricante}} < \text{EsfuerzoqueSoportaApoyo}$	ELEMENTOS	ESFUERZOS HORIZONTALES	DISTANCIA SECCIÓN FALLO (A COGOLLA)	MOMENTO SECCIÓN FALLO	DISTANCIA A LÍNEA DE TIERRA	MOMENTO A LÍNEA DE TIERRA	1	F ₁	m ₁	F ₁ ·m ₁	t ₁	F ₁ ·t ₁	2	F ₂	m ₂	F ₂ ·m ₂	t ₂	F ₂ ·t ₂	N	F _n	m _n	F _n ·m _n	t _n	F _n ·t _n		$\sum_{i=1}^n F_i$		$\sum_{i=1}^n F_i \cdot m_i$		$\sum_{i=1}^n F_i \cdot t_i$
	ELEMENTOS	ESFUERZOS HORIZONTALES	DISTANCIA SECCIÓN FALLO (A COGOLLA)	MOMENTO SECCIÓN FALLO	DISTANCIA A LÍNEA DE TIERRA	MOMENTO A LÍNEA DE TIERRA																																														
	1	F ₁	m ₁	F ₁ ·m ₁	t ₁	F ₁ ·t ₁																																														
	2	F ₂	m ₂	F ₂ ·m ₂	t ₂	F ₂ ·t ₂																																														
																																														
																																														
																																														
	N	F _n	m _n	F _n ·m _n	t _n	F _n ·t _n																																														
		$\sum_{i=1}^n F_i$		$\sum_{i=1}^n F_i \cdot m_i$		$\sum_{i=1}^n F_i \cdot t_i$																																														
	20	n	Número de conductores por punto de sujeción																																																	
	21	j	Número de puntos de sujeción ¿simple circuito o doble circuito?																																																	
	22	DIRECCIÓN DE LOS EJES		Dirección de los esfuerzos calculados (Ejes) L y T																																																
	23	VIENTO SOBRE		-Conductores -Cadenas de aisladores -Crucetas -Cable de tierra -Otros elementos (Antiescalo, elemento de maniobra, trafo, p.a.s., cables,...)																																																
	24	ACCIÓN COMBINADA DE ESFUERZOS		Acción combinada de Mt + (T y/o L)																																																
	25	RESULTANTE DE ÁNGULO		-α, Ángulo de desviación de la traza																																																
	26	ÁNGULO DE OSCILACIÓN LONGITUDINAL DE LA CADENA DE SUSPENSIÓN		-NORMA IBERDROLA (Eílas): DOBLE-SENCILLA x < 2y																																																
	27	ESFUERZO MECÁNICO EN LAS CADENAS DE AISLADORES																																																		
	28	ESFUERZO VIENTO POR Vv>120km/h		-Esfuerzo debido a la presión del viento sobre el apoyo, debido a la diferencia entre un viento excepcional y 120 km/h																																																
	29	TIPO DE ARMADO		-Bóveda -Recta -Triángulo -Tresbolillo -Bandera -Doble circuito																																																
	29.1	ESFUERZO SOBRE LA CARA DEL APOYO NO LIBRE DE VIENTO																																																		
D I S T E A N U C R I A D A D E	30	DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO																																																		
	31	DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES																																																		
	32	DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA																																																		
	33	DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES Y PARTES DE PUESTAS A TIERRA																																																		
	34	CRUZAMIENTOS																																																		
35	PARALELISMOS Y PASO POR ZONAS																																																			

TIPO	Nº	DESCRIPCIÓN
H E R R A M I E N T A S	36	DATOS NECESARIOS (Plantilla) <ul style="list-style-type: none"> -VANOS (1 y 2) Conductor de fase a, d, pp, pv, ph, phv, Tv, Th, Thv, e, fmaxT, fmaxH, fmaxV Cable de tierra -Punto de sujeción de los conductores -Instalación de cable de tierra -Cadenas de aisladores -Armado de los conductores de fase -Distancias de seguridad -Datos generales -Datos del apoyo -RLAT -Cálculo del esfuerzo equivalente en apoyos rectangulares -Esfuerzo sobre la cara del apoyo no libre de viento -Esfuerzo de exceso sobre el apoyo por $V_v > 120 \text{ km/h}$ -Cálculo hipótesis 3ª -Cálculo hipótesis 4ª -Momentos torsores adicionales -Derivación
	37	TABLAS DE CÁLCULO DE ESFUERZOS <ul style="list-style-type: none"> -Esfuerzos a soportar en el punto de sujeción del conductor de fase -Esfuerzos a soportar por el apoyo -Esfuerzos a soportar en el punto de sujeción del cable de tierra
	38	ESTUDIO DEL RLAT
	39	ESTUDIO DE LOS ESFUERZOS SOBRE EL APOYO
	40	TIPOS DE APOYOS EN ALTA TENSIÓN
	41	TABLAS DE RESULTADOS
	42	CONSIDERACIONES-CHEQUEO
43	ERRORES FRECUENTES	
O T R O S D I S P O S I T I V O S E L E M E N T O S I N T E N T I V O S D E	44	CABLE DE TIERRA <ul style="list-style-type: none"> -¿En la línea principal? -¿En la derivación? -¿Esfuerzo excéntrico?...Longitud al eje (cruzeta) -Punto de sujeción (Casquillete) -Instalación de casquillete
	45	APOYO CON DERIVACIÓN <ul style="list-style-type: none"> -CASO 1. Perpendicular -CASO 2. Sentido contrario a la resultante -CASO 3. Sentido igual a la resultante
	46	INSTALACIÓN DE EXTENSIONAMIENTO <ul style="list-style-type: none"> -Normalmente en apoyos de celosía -Aunque puede que también en apoyos de hormigón, mediante estructura de celosía
	47	INSTALACIÓN DE SEPARADORES Y CONTRAPESOS (REE)
	48	INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS CONTRA EL GALOPE
49	INSTALACIÓN DE OTROS <ul style="list-style-type: none"> -Elementos de maniobra -Antiescalos -Trafos -Cables -Pasos aéreos-subterráneos -... 	

8.2.6 ERRORES FRECUENTES

1. No aplicar prescripciones especiales.
2. No calcular los esfuerzos en el punto de aplicación facilitado por el fabricante o indicado en la norma correspondiente.
3. Momento torsor en los apoyos de hormigón. El dato en la norma UNE 207016 es a ROTURA. Hay que tener en cuenta el coeficiente de seguridad en hipótesis anormales.
4. Desequilibrio de tracciones Hipótesis 3ª. Puede que produzcan mayores esfuerzos que los obtenidos con las fórmulas generales. Hay que aplicar el punto 3.1.4.5 "Desequilibrios muy pronunciados en apoyos". Puede darse el caso en vanos muy desiguales, distintos conductores o diferentes tenses (aplicación de tenses reducidos) en apoyos con cadenas de amarre.
5. Cargas verticales ascendentes. Valores negativos en el cálculo. Evitar, riesgo de arrancar el apoyo del terreno. El apoyo está ensayado con esfuerzos verticales descendentes, y está anclado al suelo mediante una cimentación, que no actual igual ante esfuerzos descendentes como ascendentes. Los apoyos de celosía se comportan mejor ante estos esfuerzos de tracción. Los apoyos de hormigón se comportan mejor ante esfuerzos a compresión, pero no ante esfuerzos de tracción. Si nos vemos obligados a dejar un apoyo con esfuerzos ascendentes, proyectar apoyos de celosía. En el caso de los armados, los valores que soportan nos sirven indistintamente para esfuerzos descendentes como ascendentes.

Por tanto, habrá que intentar que el apoyo no quede con esfuerzos verticales ascendentes. Como posibles soluciones se puede aumentar la altura del apoyo, ubicarlo en otro sitio o incluso eliminarlo.

Si no quedase opción, entonces instalar apoyos de celosía, y con esfuerzos menores que los que facilita el fabricante (para cargas verticales descendentes), y teniendo en cuenta el peso del propio apoyo, que nos puede ayudar al compararlo con el esfuerzo vertical ascendente. No instalar apoyos de hormigón.

6. En apoyos con armados especiales, o situaciones especiales, puede que en el montaje se produzcan situaciones en las que el apoyo tenga que soportar momentos torsores mayores (montaje particular en línea en Arcos de Jalón). Hay que prever estas situaciones. Posibles soluciones, si el apoyo es existente, avisar en la MEMORIA. Si el apoyo es proyectado, que soporte esos momentos torsores.
7. Distancias a otras líneas aéreas de alta tensión, bt o telecomunicaciones (error en Portillo de Toledo). Peligro de cortocircuitos fase-fase. Tener en cuenta la dimensión real de la cruceta y la altura del conductor en su hipótesis más desfavorable.
8. Instalación del apoyo proyectado junto a un apoyo existente con cadenas de suspensión. Peligro de aumentar el desequilibrio longitudinal. Regla doble-sencillo; el vano mayor no debe ser superior a dos veces el menor.
9. Instalación del apoyo proyectado intercalado en una línea existente. Calcular los apoyos existentes contiguos (se cambian las condiciones del tense y se modifica la catenaria).

10. Instalación del apoyo proyectado intercalado en una línea existente. Cuidado al aplicar tenses reducidos para forzar que cumpla un apoyo determinado; esto puede provocar importantes desequilibrios en los apoyos contiguos.
11. Instalación de apoyos con diferentes armados. Pueden provocar ángulo de oscilación adicionales en las cadenas de suspensión, que puede no se contemplen en el cálculo.
12. Tipo de terreno donde se ubica el apoyo. ¿Relleno o hechadizo?. Puede ser necesario un estudio Geotécnico o un recalcar la cimentación (cárcel de Pamplona).
13. Distancias al terreno en apoyos ubicados junto a taludes o laderas. Con más cuidado cuando llevan instalados dispositivos de corte o protección, terminales de líneas subterráneas,...ya que se instalan por debajo de los conductores y pueden no cumplir las distancias reglamentarias.
14. Paralelismo entre líneas aéreas eléctricas de alta tensión, bt o telecomunicación. Considerar una separación mayor a la suma de las proyecciones horizontales de las flechas de cada línea (dos flechas y no una solo) (error en Fuentenovilla).
15. La instalación del apoyo proyectado puede provocar el cambio de alineación en los apoyos contiguos, y puede que estos no cumplan las hipótesis reglamentarias, o incluso trabajen de forma diferente a como tienen que hacerlo.
16. En el terreno donde se va a ubicar el apoyo puede que sea necesario desbrozarlo.
17. En el terreno donde se va a ubicar el apoyo puede que necesite la reconstrucción de un cerramiento.
18. No se pueden cerrar los puentes con trabajos en tensión en un apoyo en amarre cuando está lloviendo.
19. Aplicar la rotura de conductores en los puntos más desfavorables (atención en los apoyos a tresbolillos y bandera).
20. Ubicación de los apoyos a la distancia reglamentaria a camino, determinada por el ayuntamiento o responsable correspondientes (mínimo de 4 desde el eje del apoyo al camino).
21. Apoyo intercalado en línea aérea existente para nueva derivación: la mejor opción es la instalación de yugos con cadenas de suspensión, y así la línea se queda lo más parecida a como está actualmente.
22. Instalación del apoyo en sitios sin acceso de vehículos.
23. Si el nuevo apoyo tiene cadenas de suspensión, y se instala para sustituir a otro con cadenas de suspensión, instalar varillas de protección.
24. Si el nuevo apoyo es de suspensión, y se instala en una línea aérea existente, hay que regular todo el cantón para dejar las cadenas de suspensión verticales.
25. Es complicado instalar apoyos HVH con trabajos en tensión. Su manipulación es complicada, los contratistas no tienen dispositivos adecuados para su manejo.
26. Instalación del apoyo junto a acequias. Dejar un metro entre lado del apoyo más próximo y acequia.

27. Instalación del apoyo próximo a una cimentación. Normalmente dejar entre 2 y 3 metros. A veces se puede ubicar el apoyo pegado a la cimentación existente, si esta es de un apoyo con cadenas de suspensión donde solo tiene que soportar cargas verticales, y no es problema descubrir una de las caras de la cimentación. Esto último con cuidado, porque si hay un viento fuerte, pueden aparecer esfuerzos transversales sobre el apoyo.
28. Para apoyos con ángulo de desvío de traza próximos a 100° , es mejor utilizar armado en bandera, en vez de dos armados con crucetas rectas, ya que el apoyo trabaja mejor (dos montantes en vez de uno).
29. Prioridad a la instalación de aislamiento suspendido antes que aislamiento en amarre.
30. No comprobar el coeficiente de seguridad del esfuerzo mecánico que soportan las cadenas de aisladores.
31. Descontar del esfuerzo secundario de apoyos HV, HVH y CH la presión del viento, si este se ha ubicado en la dirección del viento.
32. Viento excepcional. No comprobar los datos de las estaciones meteorológicas por si la zona está afectada de vientos excepcionales.
33. Datos de los desniveles. Tienen que ser desde los puntos de fijación, y no desde la base del apoyo.

8.3 RLAT

8.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS APOYOS SEGÚN EL RLAT

En el Apartado 2.4.1.1 ITC-LAT-07 los apoyos se clasifican según su función y tipo de cadena de aislamiento en:

- a) Apoyo de suspensión
- b) Apoyo de amarre
- c) Apoyo de anclaje
- d) Apoyo de principio o fin de línea
- e) Apoyos especiales

En el Apartado 2.4.1.2 ITC-LAT-07 los apoyos se clasifican según su posición relativa respecto al trazado de la línea en:

- a) Apoyo de alineación
- b) Apoyo de ángulo

Desde el punto de vista de los cálculos, los apoyos se pueden dividir en 3 grupos_

- a) Apoyos donde los esfuerzos se calculan en los puntos de sujeción del conductor o cable de tierra.

Esto es debido a la hipótesis de desequilibrio de tracciones y también a que en la gama de apoyos facilitada por los fabricantes, los esfuerzos se dan en el punto de sujeción. Estos apoyos normalmente son para líneas de $U > 66$ kV, y no están regulados por una norma de producto. A veces también es necesario instalarlos en líneas de tensiones inferiores.

- b) Apoyos donde hay que calcular el esfuerzo total sobre este, y también los esfuerzos en el punto de la cruceta (punto de sujeción del conductor). Estos apoyos suelen ser los de celosía (UNE 207017), de hormigón (UNE 207016) y chapa (UNE 207018), a los cuales se les instala una cruceta o armado. Por tanto habrá que comprobar que tanto el apoyo como el armado, pueden soportar los esfuerzos a los que van a ser sometidos.
- c) Apoyos con derivación.

8.3.2 HIPÓTESIS DE CÁLCULO

8.3.2.1 PUNTO 3.5.3 ITC-LAT-07. CONDUCTORES DESNUDOS Y RECUBIERTOS

Tabla 5. Apoyos de líneas situadas en zona A (I)

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1.º HIPÓTESIS (Viento)	3.º HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4.º HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)		ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)
	L	No aplica.	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.1)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1)
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)		ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)
	L	No aplica	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2)

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 °C.

V = Esfuerzo vertical

L = Esfuerzo longitudinal

T = Esfuerzo transversal

Tabla 6. Apoyos de líneas situadas en zona A (II)

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1.ª HIPÓTESIS (Viento)	3.ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4.ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Anclaje de Alineación o Anclaje de Angulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)		ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)
	L	No aplica	Desequilibrio de tracciones (apartado 3.1.4.3)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3.)
Fin de línea	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.		Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.	No aplica	No aplica
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).		Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4)

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 °C.

V = Esfuerzo vertical

L = Esfuerzo longitudinal

T = Esfuerzo transversal

Tabla 7. Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (I)

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1.ª HIPÓTESIS (Viento)		2.ª HIPÓTESIS (Hielo+Viento)		3.ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4.ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
		(Hielo)	(Hielo+Viento)				
Suspensión de Alineación o Suspensión de Angulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)
Amarre de Alineación o Amarre de Angulo	L	No aplica.	No aplica.	No aplica.	No aplica.	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.1)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1.)
	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.
Amarre de Alineación o Amarre de Angulo	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)
	L	No aplica.	No aplica.	No aplica.	No aplica.	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2.)

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:
1.ª Hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -10 °C en zona B y -15 °C en zona C.
Resto hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 °C en zona B y -20 °C en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2ª Hipótesis (Hielo+Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

Tabla 8. Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (II)

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1.ª HIPÓTESIS (Viento)		2.ª HIPÓTESIS (Hielo+Viento)		3.ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4.ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
		(Hielo)	(Hielo+Viento)	(Hielo)	(Hielo+Viento)		
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de viento (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ANGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ANGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ANGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ANGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)		
Fin de línea	L	No aplica.	No aplica.	No aplica.	No aplica.	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.3)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3.)
	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de viento (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de viento (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.	No aplica.	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.	No aplica.	No aplica.	
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).		Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4.)

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:

1.ª Hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -10 °C en zona B y -15 °C en zona C.
Resto hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 °C en zona B y -20 °C en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2ª Hipótesis (Hielo+Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

V = Esfuerzo vertical

L = Esfuerzo longitudinal

T = Esfuerzo transversal

8.3.2.2 PUNTO 4.4.3 ITC-LAT-08. CABLES UNIPOLARES AISLADOS REUNIDOS EN HAZ

Tabla 3. Apoyos de líneas situados en zona A (altitud inferior a 500 metros)

TIPO DE APOYO	1.º HIPÓTESIS (Viento)	3.º HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4.º HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
ALINEACIÓN	Cargas permanentes Viento Temperatura -5 °C	Cargas permanentes Desequilibrio de tracciones Temperatura -5 °C	Cargas permanentes Rotura del fiador Temperatura -5 °C
ÁNGULO	Cargas permanentes Viento Resultante de ángulo Temperatura -5 °C	Cargas permanentes Desequilibrio de tracciones Temperatura -5 °C	Cargas permanentes Rotura del fiador Temperatura -5 °C
ANCLAJE	Cargas permanentes Viento Temperatura -5 °C	Cargas permanentes Desequilibrio de tracciones Temperatura -5 °C	Cargas permanentes Rotura del fiador Temperatura -5 °C
FIN DE LÍNEA	Cargas permanentes Viento Desequilibrio de tracciones Temperatura -5 °C		Cargas permanentes Rotura del fiador Temperatura -5 °C

Tabla 4 Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (altitud igual o superior a 500 metros)

TIPO DE APOYO	1.º HIPÓTESIS (Viento)	2.º HIPÓTESIS (Hielo)	3.º HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4.º HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
ALINEACIÓN	Cargas permanentes Viento Temperatura según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Temperatura, según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Desequilibrio de tracciones Temperatura, según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Rotura del fiador Temperatura según zona
ÁNGULO	Cargas permanentes Viento Resultante de ángulo Temperatura según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Resultantes de ángulo Temperatura, según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Desequilibrio de tracciones Temperatura, según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Rotura del fiador Temperatura, según zona
ANCLAJE	Cargas permanentes Viento Temperatura según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Temperatura, según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Desequilibrio de tracciones Temperatura, según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Rotura del fiador Temperatura según zona
FIN DE LÍNEA	Cargas permanentes Viento Desequilibrio de tracciones Temperatura según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Desequilibrio de tracciones Temperatura, según zona		Cargas permanentes Hielo, según zona Rotura del fiador Temperatura, según zona

8.3.3 COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Se indican en el punto 3.5.4 de la ITC-LAT-07 y en el punto 4.4.4. de la ITC-LAT-08.

COEFICIENTES DE SEGURIDAD

TIPO	HIPÓTESIS NORMALES	HIPÓTESIS ANORMALES
ALINEACIÓN	1ª	3ª
	2ª	4ª
ÁNGULO	1ª	3ª
	2ª	4ª
ANCLAJE	1ª	3ª
	2ª	4ª
FIN DE LÍNEA	1ª	4ª
	2ª	
ELEMENTOS METÁLICOS	1,5	1,2
ELEMENTOS METÁLICOS ENSAYADOS EN VERDADERA MAGNITUD	1,45	1,15
ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO (UNE 207016)	2,25	1,8
ELEMENTOS DE MADERA	3,5	2,8
TIRANTES O VIENTOS	3	2,5
CIMENTACIONES	1,5	1,2

COEFICIENTES DE SEGURIDAD APLICANDO PRESCRIPCIONES ESPECIALES

TIPO	HIPÓTESIS NORMALES	HIPÓTESIS ANORMALES
ALINEACIÓN	1ª	3ª
	2ª	4ª
ÁNGULO	1ª	3ª
	2ª	4ª
ANCLAJE	1ª	3ª
	2ª	4ª
FIN DE LÍNEA	1ª	4ª
	2ª	
ELEMENTOS METÁLICOS	1,875	1,2
ELEMENTOS METÁLICOS ENSAYADOS EN VERDADERA MAGNITUD	1,8125	1,15
ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO (UNE 207016)	2,8125	1,8
ELEMENTOS DE MADERA	4,375	2,8
TIRANTES O VIENTOS	3,75	2,5
CIMENTACIONES	1,875	1,2

COEFICIENTES DE SEGURIDAD PRESCINDIENDO DE LA 4ª HIPÓTESIS

TIPO	HIPÓTESIS NORMALES	HIPÓTESIS ANORMALES
ALINEACIÓN	1ª 2ª 3ª	4ª
ÁNGULO	1ª 2ª 3ª	4ª
ANCLAJE	1ª 2ª 3ª	4ª
FIN DE LÍNEA	1ª 2ª 3ª	4ª
ELEMENTOS METÁLICOS	1,5	1,2
ELEMENTOS METÁLICOS ENSAYADOS EN VERDADERA MAGNITUD	1,45	1,15
ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO (UNE 207016)	2,25	1,8
ELEMENTOS DE MADERA	3,5	2,8
TIRANTES O VIENTOS	3	2,5
CIMENTACIONES	1,5	1,2

COEFICIENTES DE SEGURIDAD PRESCINDIENDO DE LA 4ª HIPÓTESIS Y APLICANDO PRESCRIPCIONES DE ESPECIALES

TIPO	HIPÓTESIS NORMALES	HIPÓTESIS ANORMALES
ALINEACIÓN	1ª 2ª 3ª	4ª
ÁNGULO	1ª 2ª 3ª	4ª
ANCLAJE	1ª 2ª 3ª	4ª
FIN DE LÍNEA	1ª 2ª 3ª	4ª
ELEMENTOS METÁLICOS	1,875	1,2
ELEMENTOS METÁLICOS ENSAYADOS EN VERDADERA MAGNITUD	1,8125	1,15
ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO (UNE 207016)	2,8125	1,8
ELEMENTOS DE MADERA	4,375	2,8
TIRANTES O VIENTOS	3,75	2,5
CIMENTACIONES	1,875	1,2

8.3.4 VELOCIDAD DEL VIENTO REGLAMENTARIA

El RLAT, en el punto 3.1.2. de la ITC-LAT-07 “Fuerzas del viento sobre componentes de las líneas aéreas”, considera un viento mínimo de referencia de **120 km/h (33,3 m/s)** de velocidad, excepto en las líneas de categoría especial, donde considera un viento mínimo de **140 km/h (38,89 m/s)** de velocidad.

El viento se supondrá horizontal, actuando **perpendicularmente** a las superficies sobre las que incide.

La acción del viento, en función de su velocidad V_v en km/h, da lugar a diferentes fuerzas sobre los distintos elementos de la línea.

CATEGORÍA DE LA LÍNEA	V_v [km/h] MÍNIMO
CATEGORÍA ESPECIAL	140
1ª	120
2ª	120
3ª	120

En el punto 3.2.1 de la ITC-LAT-07 “Tracciones máximas admisibles” establece la hipótesis de tracción máxima Hielo + Viento, en las zonas de B y C, con un viento mínimo de **60 km/h**. Esta hipótesis se tiene que aplicar en líneas de categoría especial y a todas aquellas líneas que la norma particular de la empresa eléctrica así lo establezca **o cuando el proyectista considere** que la línea pueda encontrarse sometida a la citada carga combinada. Resaltar que se considera un viento mínimo de 60 km/h, y que puede ser mayor si se considera necesario.

Los dos puntos anteriores del RLAT indican valores de velocidad mínimos. En el punto 3.2.1 de la ITC-LAT-07 (también en el punto 4.3.1 de la ITC-LAT-08) se indica lo siguiente:

“...En el caso en que en la zona atravesada por la línea sea de temer la aparición de velocidades de viento excepcionales, se considerarán los conductores y cables de tierra, a la temperatura de -5°C en zona A, -10°C en zona B y -15°C en zona C, sometidos a su propio peso y a una sobrecarga de viento correspondiente a una velocidad superior a 120 km/h o 140 km/h, según el apartado 3.1.2.

El valor de la velocidad de viento excepcional será fijado por el proyectista o de acuerdo con las especificaciones particulares de la empresa eléctrica, en función de las velocidades registradas en las estaciones meteorológicas más próximas a la zona por donde transcurre la línea”

Esto se puede interpretar como una posibilidad por parte del proyectista o la empresa eléctrica de aumentar la velocidad del viento en la hipótesis de tracción máxima de viento (1ª hipótesis).

NOTA SOBRE EL CÁLCULO DE LOS APOYOS

Habrá que prestar atención en la velocidad del viento considerada por el fabricante de los apoyos que se van a proyectar, ya que si es inferior a la considerada en el proyecto, se tendrá que calcular el esfuerzo transversal sobre el apoyo, debido a la diferencia entre las dos velocidades de viento.

8.3.4.1 DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Estos datos se pueden encontrar en la página web de la Agencia Estatal de Meteorología. Existe una sección para buscar los valores extremos de cada estación meteorológica por Comunidad Autónoma.

http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/efemerides_extremos

Izaña

Latitud: 28° 18' 32" N - **Longitud:** 16° 29' 58" O

Altitud: 2371 m - **Posición:** Ver localización

Intervalos de validez por variables:

Precipitación: 1920-2015 **Temperatura:** 1920-2015 **Viento:** 1938-2015

Variable	Anual
Máx. núm. de días de lluvia en el mes	17 (nov 2012)
Máx. núm. de días de nieve en el mes	15 (feb 2005)
Máx. núm. de días de tormenta en el...	8 (feb 1965)
Prec. máx. en un día (l/m2)	360.0 (11 nov 1950)
Prec. mensual más alta (l/m2)	957.4 (ene 1979)
Prec. mensual más baja (l/m2)	0.0 (dic 2011)
Racha máx. viento: velocidad y direc...	Vel 248, Dir 300 (28 nov 2005 20:31)
Tem. máx. absoluta (°C)	30.4 (19 jul 1995)
Tem. media de las máx. más alta (°C)	25.3 (ago 1988)
Tem. media de las mín. más baja (°C)	-3.3 (feb 2005)
Tem. media más alta (°C)	20.5 (ago 1988)
Tem. media más baja (°C)	-1.0 (feb 2005)
Tem. mín. absoluta (°C)	-9.8 (26 feb 1971)

Valores extremos absolutos son el máximo o el mínimo absolutos de los datos de la serie de la variable climatológica del observatorio respectivo considerados desde el año 1920. Son calculados por mes o por año para un conjunto de observatorios previamente seleccionados.

También existen mapas de velocidades medias anuales, que nos puedes servir de ayuda (IDEA, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía).

http://atlaseolico.idae.es/index.php?pag=descarga_mapas_espana

MAPA EÓLICO DE ESPAÑA Velocidad Media Anual a 80 m de altura

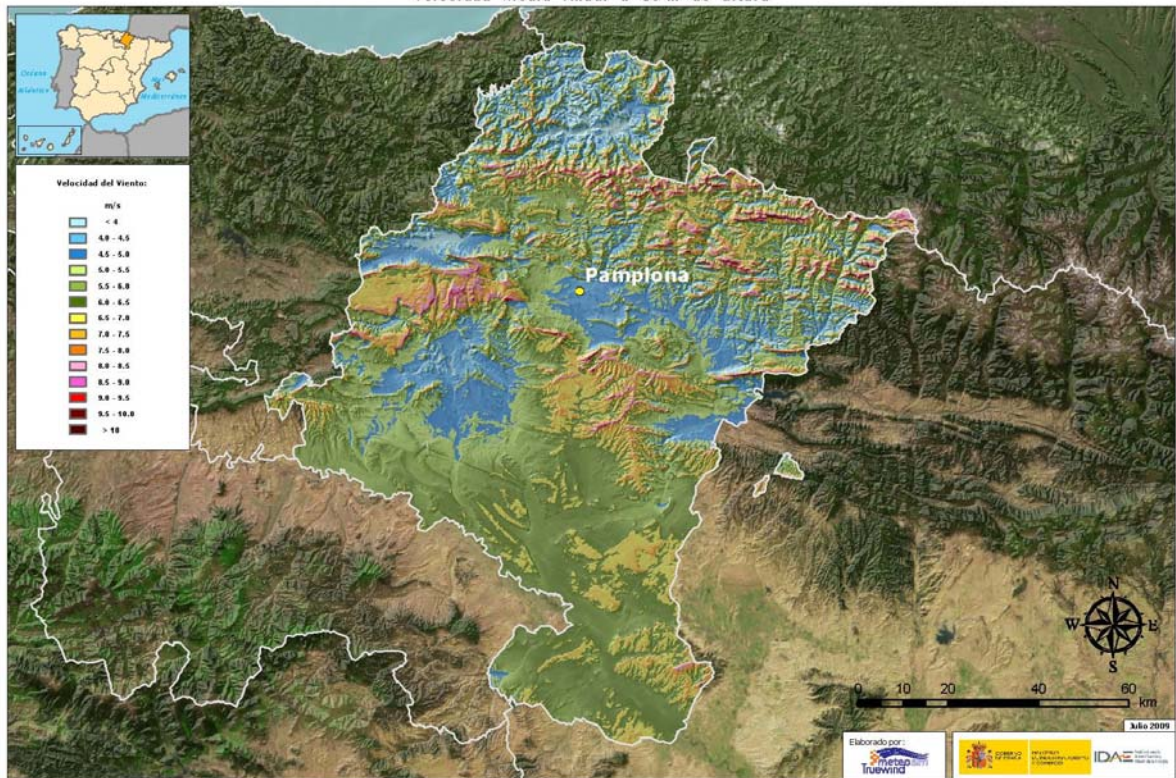


MAPA EÓLICO DE ESPAÑA Velocidad Media Anual a 30 m de altura



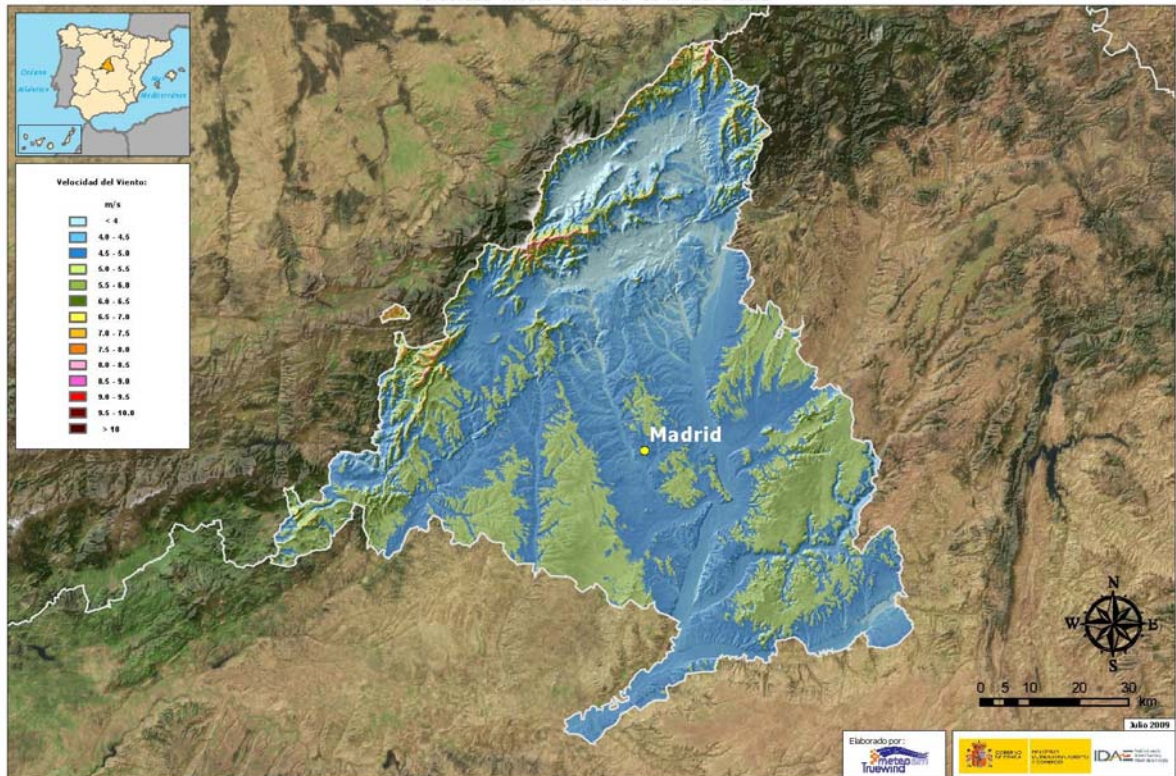
MAPA EÓLICO DE NAVARRA

Velocidad Media Anual a 80 m de altura



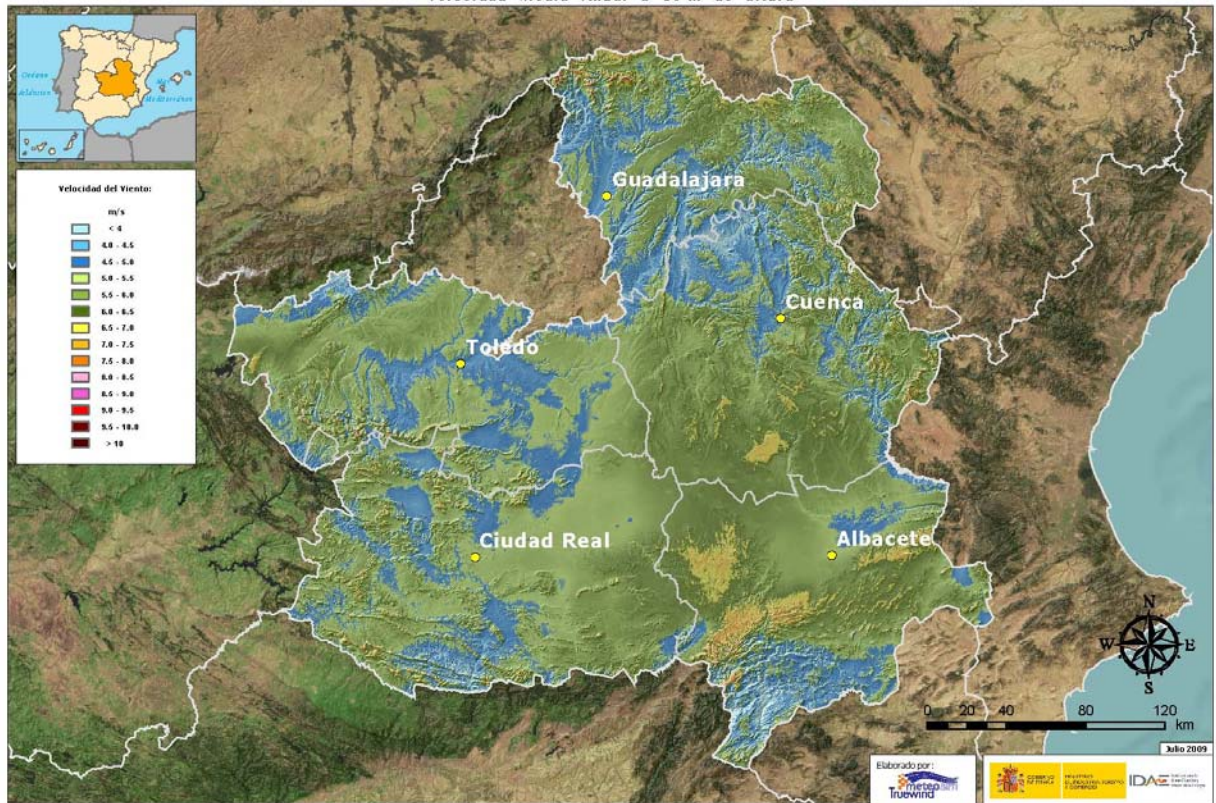
MAPA EÓLICO DE MADRID

Velocidad Media Anual a 80 m de altura



MAPA EÓLICO DE CASTILLA - LA MANCHA

Velocidad Media Anual a 80 m de altura



8.3.5 APLICACIÓN DE PRESCRIPCIONES ESPECIALES

Las prescripciones especiales serán de aplicación según el punto 5.3 de la ITC-LAT-07 y el punto 6.2 de la ITC-LAT-08, donde se indica:

“En ciertas situaciones, como cruzamientos y paralelismos con otras líneas o con vías de comunicación o sobre zonas urbanas, y con objeto de reducir la probabilidad de accidente aumentando la seguridad de la línea, además de las consideraciones generales anteriores, deberán cumplirse las prescripciones especiales que se detallan en el presente apartado.

No será necesario adoptar disposiciones especiales en los cruces y paralelismos con cursos de agua no navegables, caminos de herradura, sendas, veredas, cañadas y cercados no edificados, salvo que estos últimos puedan exigir un aumento en la altura de los conductores.”

Camino de herradura: Camino tan estrecho que solo pueden circular por él caballerías, pero no carros.

Vereda: Camino angosto (estrecho o reducido), formado comúnmente por el tránsito de personas y ganados.

Senda: Camino más estrecho que la vereda, abierto principalmente por el tránsito de peatones y del ganado.

Cañada: Vía para los ganados trashumantes, que deba tener 90 varas de ancho.

1 vara: entre 768 y 912 mm. 90 varas= 82 m.

El apartado más determinante y que afecta considerablemente a los cálculos, es el c) del apartado 5.3 ITC-LAT-07 y el b) del apartado 6.2 ITC-LAT-07, que indica que se deben aumentar un 25% los coeficientes de seguridad en las hipótesis normales. Para tener en cuenta este requerimiento, lo que se realizará es **aumentar un 25 % los esfuerzos que actúan sobre el apoyo y compararlos directamente** con el esfuerzo útil dado por el fabricante.

8.3.6 PRESCINDIR DE LA 4ª HIPÓTESIS

Según el punto 3.5.3 de la ITC-LAT-07 y el punto 4.4.3 de la ITC-LAT-08, se puede prescindir de la 4ª Hipótesis, en líneas de tensión nominal hasta 66 kV, en los apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión y amarre con conductores de carga mínima de rotura inferior a 6.600 daN, para líneas aéreas con conductores desnudos, y de 6.470 daN para líneas aéreas aisladas, cuando se verifiquen simultáneamente las siguientes condiciones:

- a. Que los conductores y cables de tierra tengan un coeficiente de seguridad de 3 como mínimo.
- b. Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales. En tramos donde haya que aplicarse prescripciones especiales, incrementándose los coeficientes de seguridad un 25 % en las hipótesis normales, el coeficiente de seguridad de la hipótesis tercera también se verá incrementado.
- c. Que se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

8.3.7 EXCEPCIONES Y ACLARACIONES REGLAMENTARIAS

- Hipótesis 1^a, viento
 - En apoyos con cadenas de amarre, en el caso de conductores diferentes o aplicación de diferentes tenses (aplicación de tenses reducidos), con armados a tresbolillo o en bandera, pueden producirse esfuerzos torsores, longitudinales y/o transversales importantes que habría que considerar.
- Hipótesis 2^a, hielo o hielo+viento
 - En el caso de hipótesis de hielo+viento, al calcular el esfuerzo transversal provocado por el viento en el conductor, habrá que considerar el doble del espesor del manguito de hielo.
 - En apoyos con cadenas de amarre, en el caso de conductores diferentes o aplicación de diferentes tenses (aplicación de tenses reducidos), con armados a tresbolillo o en bandera, pueden producirse esfuerzos torsores, longitudinales y/o transversales importantes que habría que considerar.
- Hipótesis 3^a, desequilibrio de tracciones
 - Para líneas de $U > 66$ kV, es obligatorio considerar los esfuerzos de torsión, dependiendo del tipo de armado (pero sobre todo en tresbolillo y bandera), producido por los desequilibrios exigidos en RLAT.

Para líneas de $U \leq 66$ kV, como se considera el esfuerzo producido por los desequilibrios aplicados sobre el eje del apoyo, no es necesario considerar el esfuerzo de torsión. En el caso de tener diferentes conductores en cada vano, o diferentes tenses (aplicación de tenses reducidos), sí que se tendrá que considerar los esfuerzos de torsión, y analizar con cuidado los esfuerzos longitudinales resultantes.
 - En apoyos con armado a tresbolillo, en líneas de $U > 66$ kV, pueden aparecer esfuerzos combinados de torsión y transversales, y posiblemente longitudinales. El fabricante del apoyo que se proyecte debe facilitar esta información.
 - En los esfuerzos transversales, solo aplica considerar la resultante de ángulo, y no el esfuerzo provocado por el viento, aunque utilicemos la tensión máxima T_{HV} .
 - En los esfuerzos transversales, solo aplica considerar la resultante de ángulo, y no el esfuerzo provocado por el viento, aunque utilicemos la tensión máxima T_{HV} .
 - En los apoyos de fin de línea no hay que considerar la hipótesis 3^a, ya que está incluida en la hipótesis 1^a y 2^a.

- Desequilibrios pronunciados.

Hay que comprobar que $T_{MAX1} - T_{MAX2} < T_{MAX1} \cdot \%des$. Siendo $T_{MAX1} > T_{MAX2}$.

En el cálculo del desequilibrio podemos considerar los siguientes supuestos:

1. $T_{MAX1} \cdot \%des$
2. $T_{MAX1} - T_{MAX2}$
3. $T_{MAX1} - T_{MAX2} \cdot \%des$ siendo $T_{MAX1} > T_{MAX2}$
4. $T_{OTRA\ HIP.1} - T_{OTRA\ HIP.2}$ en otra hipótesis
5. $T_{OTRA\ HIP.1} - T_{OTRA\ HIP.2} \cdot \%des$ siendo $T_{OTRA\ HIP.1} > T_{OTRA\ HIP.2}$
6. La más desfavorable (considerado el esfuerzo L)

• Hipótesis 4^a, rotura de conductores y cables de tierra:

- En apoyos de amarre o anclaje que separan dos cantones, las tracciones de cada cantón son ligeramente diferentes y provocan esfuerzos longitudinales de pequeño valor, que habitualmente no se tienen en cuenta para el cálculo del momento de torsión sobre el apoyo. Los únicos esfuerzos longitudinales que se suelen considerar son los debidos al desequilibrio originado por el conductor que se rompe, por lo que para el cálculo del apoyo se supone que rompe el conductor del cantón de menor tracción, provocando así una mayor torsión la tracción del otro cantón. En el caso de tener diferentes conductores en cada vano, o diferentes tenses (aplicación de tenses reducidos), sí que se tendrán que considerar los esfuerzos longitudinales y de torsión.
- En apoyos de ángulo y fin de línea, cualquiera que sea su tensión, pueden aparecer esfuerzos combinados de torsión y transversales, y posiblemente longitudinales. El fabricante del apoyo que se proyecte debe facilitar esta información.
- En los esfuerzos transversales, solo aplica considerar la resultante de ángulo, y no el esfuerzo provocado por el viento, aunque utilicemos la tensión máxima T_{HV} .
- En los apoyos de alineación y ángulo, con cadenas de aislamiento suspendido, previas justificaciones pertinentes, podrá tenerse en cuenta una reducción del esfuerzo, mediante dispositivos especiales adoptados para este fin; así como la que pueda originar la desviación de la cadena de aisladores de suspensión.
- Para el cálculo del esfuerzo vertical, hay que descontar el peso del conductor que se considera que se rompe.
- La hipótesis 4^a no es necesario considerarla, si por la configuración del tipo de armado no se producen esfuerzos de torsión, como es el caso de un apoyo en bandera con las crucetas alineadas con el conductor.
- Tenemos que considerar por un lado la rotura del conductor de fase, y por otro la rotura del cable de tierra.
- Se considera la rotura del conductor de tierra sin reducción alguna de tracción.

- En apoyos con armado a tresbolillo, trabajando como fin de línea, se tiene que considerar la rotura del conductor de fase que se encuentra solitario, teniendo que soportar el apoyo el esfuerzo torsor que le producirán los otros dos puntos de sujeción de los conductores.
- En los apoyos de fin de línea, el esfuerzo torsor lo provocan los puntos de sujeción de los conductores donde no se ha considerado la rotura. En el resto de apoyos (suspensión, amarre y anclaje) el esfuerzo torsor lo provocan los puntos de sujeción donde se ha considerado la rotura.
- Prescindir de la hipótesis 4^a.

En líneas de $U \leq 66$ kV, en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión y amarre con conductores de carga mínima de rotura inferior a 6600 daN, si se verifican simultáneamente:

- a) Que los conductores y cables de tierra tengan un coeficiente de seguridad de 3 como mínimo.
 - b) Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
 - c) Que se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.
- El criterio para elegir el conductor y cable de tierra que rompe será:
 - 1°. El esfuerzo de torsión debe ser el mayor posible. Esto depende de la longitud de la cruceta y del tense del conductor.
 - 2°. A igualdad de tensiones en cada cantón (igual esfuerzos torsores), se considerará que se rompe el de menor gravivano.
 - Puede darse el caso, según el caso y tipo de línea en que nos encontramos, que los datos de los esfuerzos que soportan los apoyos proyectados tengan que contemplar el esfuerzo de torsión combinado con esfuerzos transversales y/o longitudinales.
 - Si el esfuerzo calculado es ligeramente superior al admisible, se considera válido. En el ejemplo de la página 584 de [1] se considera válido una diferencia de un 0,6 %.
 - En apoyos con cadenas de amarre (tipo amarre o anclaje), normalmente existen diferencias entre las tracciones de los conductores en los dos cantones que provocan esfuerzos longitudinales y/o transversales (en la hipótesis 1^a el viento actúa en vanos de diferente longitud), pero el RLAT no considera dichas cargas, ya que, en general, son pequeñas [página 558 [1]]. Pero en el caso de tener diferentes conductores en cada vano, o diferentes tenses (aplicación de tenses reducidos) sí que se tienen que considerar los esfuerzos longitudinales, y si fuera el caso, los esfuerzos de torsión.

8.3.8 HIPÓTESIS DE TRACCIÓN MÁXIMA DE HIELO + VIENTO

En el punto 3.2.1 de la ITC-LAT-07 “Tracciones máximas admisibles” establece la hipótesis de tracción máxima Hielo + Viento, en las zonas de B y C, con un viento mínimo de 60 km/h. Esta hipótesis es de aplicación en:

- Líneas de categoría especial.
- Líneas en que la norma particular de la empresa eléctrica así lo establezca.
- Cuando el proyectista considere que la línea pueda encontrarse sometida a la citada carga combinada.

Resaltar que se considera un viento mínimo de 60 km/h, y que puede ser mayor si se considera necesario.

8.3.9 TENSIONES HORIZONTALES MÁXIMAS DE LOS CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA A APLICAR EN 3ª Y 4ª HIPÓTESIS

La tabla de cálculo mecánico de conductores, en función de la zona, de las características del conductor y del desnivel y longitud de los vanos, proporciona un tense de tracción máxima en la hipótesis 1ª (T_V) para una velocidad de viento mínima de 120 km/h, para 1ª, 2ª y 3ª categoría, y de 140 km/h para categoría especial. En la hipótesis 2ª, puede proporcionar dos tenses de tracción máxima, para la hipótesis de hielo (T_H), o para la hipótesis de hielo+viento (T_{HV}), con una velocidad de viento mínima de 60 km/h.

Normalmente, se establecen los vientos mínimos, los tenses de tracción máxima suelen ser los de la hipótesis 2ª. Pero si la zona está afectada por fuertes vientos (consultar estaciones meteorológicas) y el proyectista considera una velocidad de viento superior, tanto en hipótesis 1ª como 2ª, entonces el valor de tracción máxima puede ser cualquiera de los tres (T_V , T_H , T_{HV}).

Para su aplicación en la hipótesis 3ª y 4ª, habrá que localizar cuál de los tres es el mayor.

8.3.10 ACCIÓN COMBINADA DE ESFUERZOS TORSORES CON ESFUERZOS TRANSVERSALES Y POSIBLEMENTE LONGITUDINALES

Una de las novedades del RLAT, es que exige comprobar si un apoyo es capaz de soportar la acción combinada de los esfuerzos transversales y del par torsor, considerados en la hipótesis 3ª y 4ª. En ocasiones puede que también aparezcan esfuerzos longitudinales, debido por ejemplo, a aplicación de tenses reducidos o conductores diferentes en apoyos con cadenas de amarre; en este caso posiblemente habría que calcular el esfuerzo longitudinal equivalente.

Por tanto, los fabricantes de los apoyos deberán facilitar esta información.

Tendremos en general una acción combinada de flexión + torsión siempre que el apoyo esté sometido a un conjunto de esfuerzos que no esté simétricamente distribuido respecto al eje del mismo.

Los principales casos en los que manejaremos dicha acción simultánea son:

- Hipótesis 3ª desequilibrio en apoyos en tresbolillo en líneas de $U > 66$ kV. Punto 3.1.4 “Desequilibrio de tracciones” ITC-LAT-07 RD 223/08.

- Hipótesis 4ª rotura de conductores en apoyos de ángulo y fin de línea, cualquiera que sea la tensión.

FABRICANTE IMEDEXA.

Incluye en el catálogo un conjunto de gráficas que plasman el comportamiento de cada uno de los apoyos (con sus diferentes alturas de cabeza) bajo dicha acción combinada de esfuerzo útil y par torsor.

FABRICANTE FUNTAM

Facilita los esfuerzos que soporta el apoyo en cada uno de los puntos de sujeción, por cada una de las hipótesis reglamentarias.

8.4 ESFUERZOS

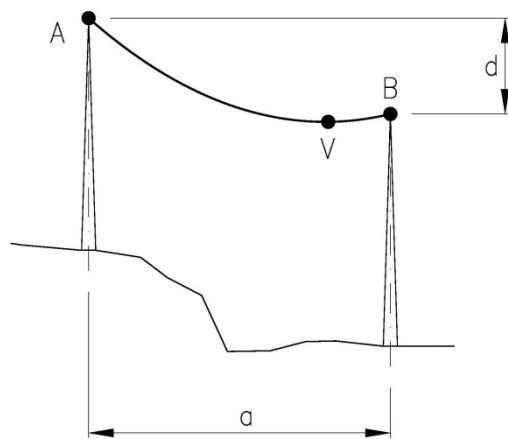
8.4.1 ESFUERZOS VERTICALES

Las cargas verticales que actúan sobre el apoyo son las llamadas cargas permanentes, especificadas en el apartado 3.1.1 de la ITC-LAT 07 y en el 4.1.1 de la ITC-LAT 08, y son debidas a:

- Peso de los conductores
- Peso de los cables de tierra
- Aisladores
- Otros dispositivos (seccionadores, interruptores, transformadores, etc.)
- Herrajes
- Accesorios
- Crucetas. En los apoyos normalizados UNE 207016 (apoyos de hormigón), UNE 207017 (apoyos metálicos), UNE 207018 (apoyos de chapa) y RU 6704-B (Recomendación Unesa), son considerados como elemento externo.

8.4.1.1 CÁLCULO DE LAS CARGAS VERTICALES TRANSMITIDAS POR LOS CONDUCTORES EN LOS APOYOS

El peso del conductor que gravita sobre cada apoyo es el que corresponde a la longitud de conductor comprendida entre el vértice y el punto de sujeción.



$$V_A = L_{AV} \cdot p \cdot n \quad V_B = L_{BV} \cdot p \cdot n$$

V_A , peso que gravita sobre el apoyo A

V_B , peso que gravita sobre el apoyo B

L_{AV} , longitud del conductor comprendida entre el punto de sujeción A y el vértice de la curva V

L_{BV} , longitud del conductor comprendida entre el punto de sujeción B y el vértice de la curva V

p , peso por metro lineal del conductor

n , número de conductores por vano

$$L_{AV} = h \cdot \operatorname{senh}\left(\frac{X_A}{h}\right)$$

$$L_{BV} = h \cdot \operatorname{senh}\left(\frac{X_B}{h}\right)$$

$$h = \frac{T_H}{p}$$

$$z = \frac{d}{2 \cdot h \cdot \operatorname{senh}\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)}$$

$$X_m = h \cdot \operatorname{Ln}\left|z + \sqrt{z^2 + 1}\right|$$

$$X_A = X_m - \frac{a}{2} \quad X_B = X_m + \frac{a}{2}$$

$$V_A = n \cdot p \cdot h \cdot \sinh \left(\frac{h \cdot \ln \left| \frac{d}{2 \cdot h \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)} + \sqrt{\left(\frac{d}{2 \cdot h \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)}\right)^2 + 1} - \frac{a}{2} \right|}{h} \right)$$

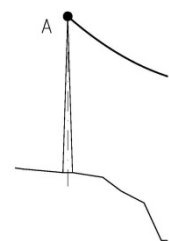
$$V_B = n \cdot p \cdot h \cdot \sinh \left(\frac{h \cdot \ln \left| \frac{d}{2 \cdot h \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)} + \sqrt{\left(\frac{d}{2 \cdot h \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)}\right)^2 + 1} + \frac{a}{2} \right|}{h} \right)$$

En cuanto al signo a considerar en los esfuerzos así calculados, se considerarán positivos los pesos que actúan en forma vertical descendente, y negativos los que actúan en forma vertical ascendente.

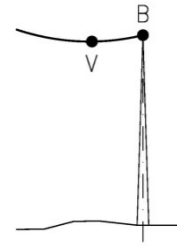
Respecto a los desniveles, consideraremos positivos aquellos vanos en los que el apoyo de la derecha está más alto que el de la izquierda, y negativos en caso contrario.

Los dos criterios anteriores hacen que tengamos que considerar la ubicación del apoyo respecto al vano en estudio. Si el apoyo se encuentra a la izquierda del vano, habrá que anteponer un signo menos en la ecuación del apoyo A (V_A), conservándose el signo positivo en el apoyo B de la derecha (V_B).

$$V_A = (-1) \cdot n \cdot p \cdot h \cdot \sinh \left(\frac{h \cdot \ln \left| \frac{d}{2 \cdot h \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)} + \sqrt{\left(\frac{d}{2 \cdot h \cdot \sinh\left(\frac{a}{2 \cdot h}\right)}\right)^2 + 1} - \frac{a}{2} \right|}{h} \right)$$



$$V_B = n \cdot p \cdot h \cdot \operatorname{senh} \left(\frac{h \cdot \operatorname{Ln} \left| \frac{d}{2 \cdot h \cdot \operatorname{senh} \left(\frac{a}{2 \cdot h} \right)} + \sqrt{\left(\frac{d}{2 \cdot h \cdot \operatorname{senh} \left(\frac{a}{2 \cdot h} \right)} \right)^2 + 1} + \frac{a}{2} \right|}{h} \right)$$



8.4.1.1.1 Cargas verticales en la hipótesis de viento

El peso del conductor por metro lineal será $p = \sqrt{p_{\text{vertical}}^2 + p_v^2}$.

El desnivel será $d_v = \cos(\phi) \cdot d$ $\cos(\phi) = \frac{p_{\text{vertical}}}{p}$

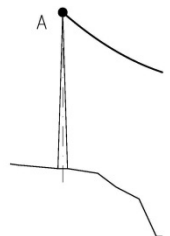
El vano será $a_v = \sqrt{b^2 - d_v^2}$

p_{vertical} , peso vertical del conductor por metro lineal. Puede ser p_p (hipótesis de viento) o $p_p + p_h$ (hipótesis de viento más hielo)

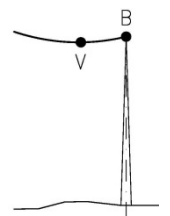
p_v , sobrecarga debida al viento.

Para obtener las cargas verticales deben multiplicarse los esfuerzos obtenidos por $\cos(\phi)$ [2].

$$V_A = \cos(\phi) \cdot (-1) \cdot n \cdot p \cdot h \cdot \operatorname{senh} \left(\frac{h \cdot \operatorname{Ln} \left| \frac{d_v}{2 \cdot h \cdot \operatorname{senh} \left(\frac{a_v}{2 \cdot h} \right)} + \sqrt{\left(\frac{d_v}{2 \cdot h \cdot \operatorname{senh} \left(\frac{a_v}{2 \cdot h} \right)} \right)^2 + 1} - \frac{a_v}{2} \right|}{h} \right)$$

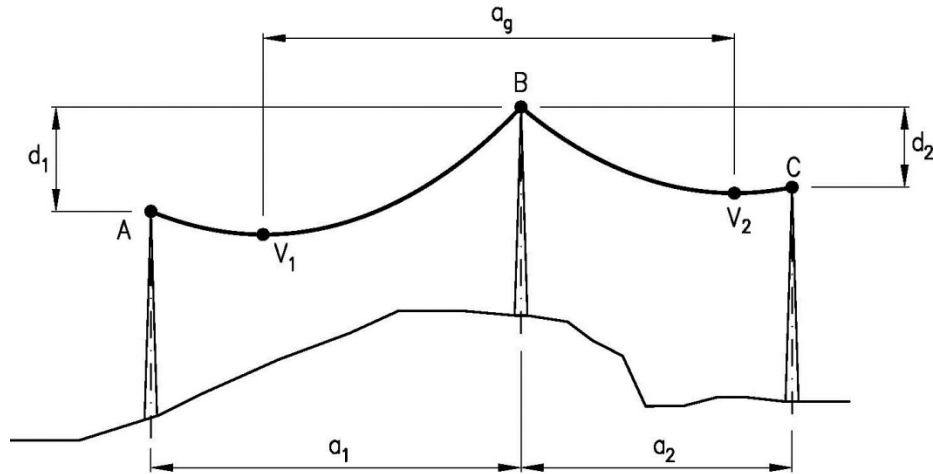


$$V_B = \cos(\phi) \cdot n \cdot p \cdot h \cdot \operatorname{senh} \left(\frac{h \cdot \operatorname{Ln} \left| \frac{d_v}{2 \cdot h \cdot \operatorname{senh} \left(\frac{a_v}{2 \cdot h} \right)} + \sqrt{\left(\frac{d_v}{2 \cdot h \cdot \operatorname{senh} \left(\frac{a_v}{2 \cdot h} \right)} \right)^2 + 1} + \frac{a_v}{2} \right|}{h} \right)$$



8.4.1.2 APROXIMACIÓN 1. GRAVIVANO CON LAS ECUACIONES DE LA PARÁBOLA

El gravivano es la distancia horizontal entre los vértices de las catenarias de los vanos contiguos a un apoyo, cuyo peso gravita sobre dicho apoyo.



El peso del conductor sobre el apoyo se puede calcular [1]:

$$V = n \cdot p_{\text{Vertical}} \cdot a_g$$

$$a_g = \frac{a_1 + a_2}{2} + h_1 \cdot \frac{d_1}{a_1} - h_2 \cdot \frac{d_2}{a_2} \quad h_1 = \frac{T_{H1}}{p_1} \quad h_2 = \frac{T_{H2}}{p_2}$$

$$V = n \cdot p_{\text{Vertical}} \cdot \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + h_1 \cdot \frac{d_1}{a_1} - h_2 \cdot \frac{d_2}{a_2} \right]$$

n , número de conductores por vano

p_1, p_2 , peso aparente por unidad de longitud de los vanos 1 y 2

p_{Vertical} , componente vertical del peso aparente (si el conductor es el mismo)

En el caso de la hipótesis de viento

$$p_{\text{Vertical}} = p_p \quad p = \sqrt{p_p^2 + p_v^2}$$

$$V = n \cdot p_p \cdot \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_v}{p} \cdot \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right]$$

Si el conductor es el mismo pero los tenses son diferentes:

$$V = n \cdot p_p \cdot \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{V1}}{p} \cdot \frac{d_1}{a_1} - \frac{T_{V2}}{p} \cdot \frac{d_2}{a_2} \right]$$

Si los conductores fueran diferentes, entonces:

$$V = n_1 \cdot p_{p1} \cdot \left[\frac{a_1}{2} + \frac{T_{V1}}{p_1} \cdot \frac{d_1}{a_1} \right] + n_2 \cdot p_{p2} \cdot \left[\frac{a_2}{2} - \frac{T_{V2}}{p_2} \cdot \frac{d_2}{a_2} \right]$$

Estas ecuaciones no dan resultados exactos, debido a lo indicado en [¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.]

En el caso de la hipótesis de hielo

$$p_{\text{Vertical}} = p_p + p_h = p$$

$$V = n \cdot \left[(p_p + p_h) \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H \cdot \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right]$$

Si el conductor es el mismo pero los tenses son diferentes:

$$V = n \cdot p \cdot \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{H1}}{p} \cdot \frac{d_1}{a_1} - \frac{T_{H2}}{p} \cdot \frac{d_2}{a_2} \right]$$

Si los conductores fueran diferentes, entonces:

$$V = n_1 \cdot \left[(p_{p1} + p_{h1}) \cdot \frac{a_1}{2} + T_{H1} \cdot \frac{d_1}{a_1} \right] + n_2 \cdot \left[(p_{p2} + p_{h2}) \cdot \frac{a_2}{2} - T_{H2} \cdot \frac{d_2}{a_2} \right]$$

En el caso de la hipótesis de viento + hielo

$$p_{\text{Vertical}} = p_p + p_h \quad p = \sqrt{(p_p + p_h)^2 + p_v^2}$$

$$V = n \cdot (p_p + p_h) \cdot \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{HV}}{p} \cdot \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right]$$

Si el conductor es el mismo pero los tenses son diferentes, entonces:

$$V = n \cdot (p_p + p_h) \cdot \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{HV1}}{p} \cdot \frac{d_1}{a_1} - \frac{T_{HV2}}{p} \cdot \frac{d_2}{a_2} \right]$$

Si los conductores fueran diferentes, entonces:

$$V = n_1 \cdot (p_{p1} + p_{h1}) \cdot \left[\frac{a_1}{2} + \frac{T_{HV1}}{p_1} \cdot \frac{d_1}{a_1} \right] + n_2 \cdot (p_{p2} + p_{h2}) \cdot \left[\frac{a_2}{2} - \frac{T_{HV2}}{p_2} \cdot \frac{d_2}{a_2} \right]$$

8.4.1.3 APROXIMACIÓN 2. GRAVIVANO CON LAS ECUACIONES DE LA CATENARIA

$$V = n \cdot p_{\text{Vertical}} \cdot a_g \quad a_g = a_{g1} + a_{g2} \quad [1]$$

$$a_{g1} = a_1 - h_1 \cdot \left[\operatorname{argth} \left(\frac{\cosh \left(\frac{a_1}{h_1} \right) - 1}{\sinh \left(\frac{a_1}{h_1} \right)} \right) - \operatorname{argsenh} \frac{\frac{d_1}{h_1}}{\sqrt{\sinh^2 \left(\frac{a_1}{h_1} \right) - \left(\cosh \left(\frac{a_1}{h_1} \right) - 1 \right)^2}} \right]$$

$$a_{g2} = h_2 \cdot \left[\operatorname{argth} \left(\frac{\cosh \left(\frac{a_2}{h_2} \right) - 1}{\sinh \left(\frac{a_2}{h_2} \right)} \right) - \operatorname{argsenh} \frac{\frac{d_2}{h_2}}{\sqrt{\sinh^2 \left(\frac{a_2}{h_2} \right) - \left(\cosh \left(\frac{a_2}{h_2} \right) - 1 \right)^2}} \right]$$

En el caso de la hipótesis de viento

$$p_{\text{Vertical}} = p_p \quad p = \sqrt{p_p^2 + p_v^2}$$

En el caso de la hipótesis de hielo

$$p_{\text{Vertical}} = p_p + p_h = p$$

En el caso de la hipótesis de hielo + viento

$$p_{\text{Vertical}} = p_p + p_h \quad p = \sqrt{(p_p + p_h)^2 + p_v^2}$$

8.4.1.4 SOBRECARGA MOTIVADA POR EL HIELO

CONDUCTORES DESNUDOS Y RECUEBIERTOS

SOBRECARGA DE HIELO ITC-LAT-07 PUNTO 3.1.3	ZONA A (menos de 500 m)	ZONA B (desde 500 m hasta 1000 m)	ZONA C (desde 1000 m hasta 1500 m)	ZONA C (mayor de 1500 m)
	NO APLICA	$0,18 \cdot \sqrt{d}$	$0,36 \cdot \sqrt{d}$	$\frac{0,18 \cdot \sqrt{d}}{500} \cdot H$

CABLES UNIPOLARES AISLADOS REUNIDOS EN HAZ

SOBRECARGA DE HIELO ITC-LAT-08 PUNTO 4.1.3	ZONA A (menos de 500 m)	ZONA B (desde 500 m hasta 1000 m)	ZONA C (desde 1000 m hasta 1500 m)	ZONA C (mayor de 1500 m)
	NO APLICA	$0,06 \cdot \sqrt{d}$	$0,12 \cdot \sqrt{d}$	$\frac{0,06 \cdot \sqrt{d}}{500} \cdot H$

d [mm], diámetro del conductor o cable de tierra.

H [m], altura sobre el nivel del mar mayor de 1500 m.

El valor de la sobrecarga indicado en las tablas hay que sumarle al peso propio del conductor.

Se consideran sometidos los conductores y cables de tierra.

Los valores de las sobrecargas a considerar para cada zona podrán ser aumentados si las especificaciones particulares de las empresas de distribución y transporte responsables del servicio así lo estableciesen.

8.4.1.5 ESFUERZOS VERTICALES ASCENDENTES EN CRUCETAS Y APOYOS

En ciertas situaciones, donde en la orografía del terreno existen desniveles elevados, pueden provocar esfuerzos verticales ascendentes en los apoyos y crucetas.

Estos esfuerzos cuando se calculan tienen un valor negativo. Hay que compararlos con los esfuerzos facilitados por el fabricante, y en el caso de apoyos según la UNE-207016, UNE-207017 y UNE-207018, tanto en el apoyo como en la cruceta.

En los apoyos con aislamiento suspendido existe el riesgo de que la cadena se voltee. En los apoyos con aislamiento en amarre no hay problema con el aislamiento, pero si con el propio apoyo, existiendo riesgo si los valores son muy elevados, de que los conductores arranquen el apoyo del terreno.

El fabricante obtiene los esfuerzos que soportan los apoyos y crucetas mediante ensayos. Estos ensayos se realizan mediante cargas verticales descendientes (instalando cargas con un peso determinado).

En el caso de las crucetas, por la forma en que están constituidas, los valores facilitados por el fabricante son válidos para compararlos con los esfuerzos verticales ascendentes, ya que su forma de trabajar o actuar es igual ante cargas ascendentes como descendentes.

En el caso de los apoyos es diferente, ya que estos están anclados al suelo mediante una cimentación, y esta no actúa igual ante esfuerzos verticales ascendentes como descendentes.

Los apoyos de celosía se comportan mejor ante esfuerzos de tracción que de compresión. Los apoyos de hormigón, al contrario, se comportan mejor a compresión que a tracción.

Por tanto, habrá que intentar que el apoyo no quede con esfuerzos verticales ascendentes. Como posibles soluciones se puede aumentar la altura del apoyo, ubicarlo en otro sitio o incluso eliminarlo.

Si no quedase opción, entonces instalar apoyos de celosía, y con esfuerzos menores que los que facilita el fabricante (para cargas verticales descendientes), y teniendo en cuenta el **peso del propio apoyo**, que nos puede ayudar al compararlo con el esfuerzo vertical ascendente. No instalar apoyos de hormigón.

8.4.2 ESFUERZOS LONGITUDINALES

Los esfuerzos longitudinales están provocados por desequilibrios de tracciones y por rotura de conductores.

8.4.2.1 POR DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES

Los esfuerzos longitudinales que los conductores transmiten a los apoyos, debido al desequilibrio de tracciones, se especifican en el RLAT en función del tipo de apoyo a utilizar, como un porcentaje de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra.

En apoyos de amarre o anclaje, que separan dos cantones, las tracciones de cada cantón son ligeramente diferentes y provocan esfuerzos longitudinales de pequeño valor, que habitualmente no se tienen en cuenta. Se tendrá que tener cuidado en el caso de aplicar tenses reducidos, o conductores diferentes a cada lado del cantón, donde la diferencia de tracciones es importante, y por tanto habrá que calcularlos en 1ª y 2ª hipótesis, al igual que habrá que tener en cuenta en 3ª y 4ª hipótesis.

Los armados a tresbolillo y en bandera, en $U > 66\text{kV}$, o cualquier otro armado con esfuerzos asimétricos respecto al eje del apoyo, los desequilibrios de tracciones provocan momentos torsores que el RLAT exige tener en cuenta.

Se da el caso, sobre todo en $U > 66\text{kV}$, que nos encontremos con esfuerzos simultáneos longitudinales, transversales y torsores. El fabricante de los apoyos que elijamos deberá dar esta información para poderla comparar con los esfuerzos calculados (exigidos en el RLAT).

TIPO DE APOYO	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES CONDUCTORES <u>DESNUDOS</u> Y <u>RECUBIERTOS</u> PUNTO 3.1.4 ITC-LAT-07	
	% TRACCIONES UNILATERALES DE LOS CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA	
	U > 66 kV	U ≤ 66 kV
PUNTO DE APLICACIÓN DE LOS ESFUERZOS	Punto de fijación de los conductores y cables de tierra	
	Distribuidos en el eje del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra	
ALINEACIÓN-ÁNGULO CON CADENA DE AISLAMIENTO DE SUSPENSIÓN	15 % $L = 0,15 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $T = 1,85 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ Si apoyo con esfuerzos asimétricos (bandera, tresbolillo,...) $M_T = 0,15 \cdot T_{MAX} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot b$	8 % $L = 0,08 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $T = 1,92 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$
ALINEACIÓN-ÁNGULO CON CADENA DE AISLAMIENTO DE AMARRE	25 % $L = 0,25 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $T = 1,75 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ Si apoyo con esfuerzos asimétricos (bandera, tresbolillo,...) $M_T = 0,25 \cdot T_{MAX} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot b$	15 % $L = 0,15 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $T = 1,85 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$
ANCLAJE-ÁNGULO. CADENA DE AISLAMIENTO EN AMARRE	50 % $L = 0,50 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $T = 1,50 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ Si apoyo con esfuerzos asimétricos (bandera, tresbolillo,...) $M_T = 0,50 \cdot T_{MAX} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot b$	50 % $L = 0,50 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $T = 1,50 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$
FIN DE LÍNEA	100 % Incluido en 1ª y 2ª hipótesis, y NO en 3ª hipótesis. Si apoyo con esfuerzos asimétricos (bandera, tresbolillo,...) $L = n \cdot T_{MAX}$ $T = 0$ $M_T = n \cdot T_{MAX} \cdot b$	
DESEQUILIBRIOS MUY PRONUNCIADOS	En determinadas situaciones, como vanos de longitud muy diferente, conductores distintos, o utilización de tenses reducidos, pueden provocar que las tensiones de los conductores en los vanos sean muy diferentes, pudiendo ser su resta mayor que los porcentajes indicados. ($T_{MAYOR} - T_{menor} > T_{MAX} \cdot \%des$) Puede que sea necesario sustituir el valor T_{MAX} y su coeficiente por la diferencia de tensiones en el conductor, aplicando el coeficiente al menor de ellas o no, según criterio del proyectista. $Desequilibrio = T_{MAYOR} - T_{menor} \cdot \%des$ o $Desequilibrio = T_{MAYOR} - T_{menor}$ T_{MAYOR} y T_{menor} pueden ser los valores de tensiones máximos (hielo o viento), o tensiones de otra hipótesis que pueden provocar desequilibrios mayores. Por tanto, nos podemos encontrar con 6 opciones: OPCIÓN 1 $L = \%des \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $T = (2 - \%des) \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ OPCIÓN 2 $L = (T_{MAYOR} - T_{menor}) \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $T = (T_{MAYOR} + T_{menor}) \cdot n \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ OPCIÓN 3 $L = (T_{MAYOR} - T_{menor} \cdot \%des) \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $T = (T_{MAYOR} + T_{menor} \cdot \%des) \cdot n \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ OPCIÓN 4 $L = (T_{MOTRA_HIP} - T_{mOTRA_HIP}) \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $T = (T_{mOTRA_HIP} + T_{MOTRA_HIP}) \cdot n \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ OPCIÓN 5 $L = (T_{MOTRA_HIP} - T_{mOTRA_HIP} \cdot \%des) \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $T = (T_{MOTRA_HIP} + T_{mOTRA_HIP} \cdot \%des) \cdot n \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ OPCIÓN 6 La más desfavorable (considerado el esfuerzo L)	
APOYOS ESPECIALES	Valorar el desequilibrio más desfavorable, teniendo en cuenta su función, aplicado en el punto de fijación. Se deberá tener en cuenta los esfuerzos de tensión.	
CONSIDERACIÓN DEL ESFUERZO DE ÁNGULO	SI	SI
CONSIDERACIÓN DEL ESFUERZO DE TORSIÓN	SI	NO
	En apoyos de tresbolillo y bandera, o en esfuerzos asimétricos respecto al eje del apoyo.	

n, número de conductores por punto de sujeción

T_{MAX}, máximo(T_{V1}, T_{V2}, T_{H1}, T_{H2}) [daN]

L, Esfuerzo longitudinal por punto de sujeción [daN]

T, Esfuerzo transversal por punto de sujeción [daN]

α, Ángulo de desviación de la traza [g]

b, Longitud de la cruceta

M_T, Momento torsor por punto de sujeción

%des., Porcentaje de las tracciones unilaterales de conductores y cables de tierra

TIPO DE APOYO	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES CABLES UNIPOLARES AISLADOS REUNIDOS EN HAZ PUNTO 4.2.3 ITC-LAT-08 PORCENTAJE DE LAS TRACCIONES UNILATERALES DE TODOS LOS CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA U ≤ 30 kV	
	PUNTO DE APLICACIÓN DE LOS ESFUERZOS	Distribuidos en el eje del apoyo a la altura de los puntos de fijación del cable
ALINEACIÓN-ÁNGULO CON CADENA DE AISLAMIENTO DE SUSPENSIÓN	8 % $L = 0,08 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$	$T = 1,92 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$
ALINEACIÓN-ÁNGULO CON CADENA DE AISLAMIENTO DE AMARRE	15 % $L = 0,15 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$	$T = 1,85 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$
ANCLAJE-ÁNGULO. CADENA DE AISLAMIENTO EN AMARRE	50 % $L = 0,50 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$	$T = 1,50 \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$
FIN DE LÍNEA	100 % Incluido en 1ª y 2ª hipótesis, y NO en 3ª hipótesis.	$L = n \cdot T_{MAX}$ $T = 0$
DESEQUILIBRIOS MUY PRONUNCIADOS	<p>En determinadas situaciones, como vanos de longitud muy diferente, conductores distintos, o utilización de tenses reducidos, pueden provocar que las tensiones de los conductores en los vanos sean muy diferentes, pudiendo ser su resta mayor que los porcentajes indicados. ($T_{MAYOR} - T_{menor} > T_{MAX} \cdot \%des$)</p> <p>Puede que sea necesario sustituir el valor T_{MAX} y su coeficiente por la diferencia de tensiones en el conductor, aplicando el coeficiente al menor de ellas o no, según criterio del proyectista.</p> <p>Desequilibrio = T_{MAYOR} - T_{menor} · %des. o Desequilibrio = T_{MAYOR} - T_{menor}</p> <p>T_{MAYOR} y T_{menor} pueden ser los valores de tensiones máximos (hielo o viento), o tensiones de otra hipótesis que pueden provocar desequilibrios mayores.</p> <p>Por tanto, nos podemos encontrar con 6 opciones:</p> <p>OPCIÓN 1 $L = \%des \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $T = (2 - \%des) \cdot n \cdot T_{MAX} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$</p> <p>OPCIÓN 2 $L = (T_{MAYOR} - T_{menor}) \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $T = (T_{MAYOR} + T_{menor}) \cdot n \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$</p> <p>OPCIÓN 3 $L = (T_{MAYOR} - T_{menor} \cdot \%des) \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $T = (T_{MAYOR} + T_{menor} \cdot \%des) \cdot n \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$</p> <p>OPCIÓN 4 $L = (T_{MOTRA_HIP} - T_{mOTRA_HIP}) \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $T = (T_{MOTRA_HIP} + T_{mOTRA_HIP}) \cdot n \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$</p> <p>OPCIÓN 5 $L = (T_{MOTRA_HIP} - T_{mOTRA_HIP} \cdot \%des) \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $T = (T_{MOTRA_HIP} + T_{mOTRA_HIP} \cdot \%des) \cdot n \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$</p> <p>OPCIÓN 6 La más desfavorable (considerado el esfuerzo L)</p>	

8.4.2.2 POR ROTURA DE CONDUCTORES

8.4.2.2.1 CONDUCTORES DESNUDOS Y RECUBIERTOS

Según el Apartado 3.1.5 de la ITC-LAT-07, se considerará rotura de los conductores (uno o varios) de una sola fase o cable de tierra por apoyo, independientemente del número de circuitos o cables de tierra instalados en él. Este esfuerzo se considerará aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo, teniendo en cuenta la torsión producida en el caso de que aquel esfuerzo sea excéntrico.

En la hipótesis de rotura de conductores, en apoyos de amarre o anclaje que separan dos cantones, las tracciones de cada cantón son ligeramente diferentes y provocan esfuerzos longitudinales de pequeño valor, que habitualmente no se tienen en cuenta para el cálculo del momento de torsión sobre el apoyo. Los únicos esfuerzos longitudinales que se suelen considerar son los debidos al desequilibrio originado por el conductor que se rompe. En el caso de que haya instalados conductores diferentes o se hayan aplicado tenses reducidos, estos si pueden provocar esfuerzos de torsión importantes que se deberán tener en cuenta.

En el caso de que los esfuerzos en los distintos cantones sean diferentes, se suele suponer que rompe el conductor del cantón de menor tracción, provocando así una mayor torsión la tracción del otro cantón.

Si los esfuerzos de los distintos cantones son iguales, se suele considerar que se rompe el conductor del vano de menor gravivano, que provoca mayor carga vertical.

Se da el caso, sobre todo en $U \geq 66$ kV, que nos encontremos con esfuerzos simultáneos longitudinales, transversales y torsores. El fabricante de los apoyos que elijamos deberá dar esta información para poderla comparar con los esfuerzos calculados (exigidos en el RLAT).

En los apoyos de alineación y de ángulo con cadena de aislamiento suspendido, previas justificaciones permanentes, podrá tenerse en cuenta una reducción del esfuerzo, mediante dispositivos especiales adaptados para este fin; así como la que pueda originar la desviación de la cadena de aisladores de suspensión.

Si el cable de tierra se encuentra instalado en el casquillete, en el eje del apoyo, el cable de tierra roto debe ser aquel que provoque el mayor esfuerzo de flexión sobre el apoyo, por lo que se romperá el cable del cantón cuya tracción sea menor, y así el cantón cuya tracción sea mayor provocará el esfuerzo de flexión. Se considera la rotura del conductor de tierra sin reducción alguna de su tracción.

Primeramente se suele considerar la rotura del conductor de fase y después e independientemente, la rotura del conductor de tierra, pero no simultáneamente.

8.4.2.2.2 CONDUCTORES AISLADOS

En el punto 4.2.4 de la ITC-LAT-08, se indica que se considerará la rotura de un cable fiador por apoyo, independientemente del número de circuitos instalados en él. Este esfuerzo se considerará aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo, teniendo en cuenta la torsión producida en el caso de que aquel esfuerzo sea excéntrico.

Se considerará el esfuerzo unilateral, correspondiente a la rotura de un solo fiador por apoyo, cuando existan varios circuitos.

En los apoyos de ángulo se valorará, además del esfuerzo de torsión que se produce, según lo indicado, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

ROTURA DE CONDUCTORES DESNUDOS, RECUBIERTOS Y CABLES DE TIERRA PUNTO 3.1.5 ITC-LAT-07					
CLASIFICACIÓN DEL APOYO	NÚMERO DE CONDUCTORES QUE SE ROMPEN	NÚMERO DE CONDUCTORES POR FASE	ESFUERZO EN LOS CONDUCTORES QUE NO SE ROMPEN EN % DE LA TENSIÓN SEGÚN LA HIPÓTESIS DE TRACCIÓN MÁXIMA	ESFUERZOS A CONSIDERAR	
ALINEACIÓN O ÁNGULO CON CADENA DE AISLAMIENTO DE SUSPENSIÓN	1 de fase	1	50 % $M_t = 0,5 \cdot T \cdot b \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$	Justificando si se desvía o gira la cadena Esfuerzo torsor y ángulo	
		2	50 % $M_t = 0,5 \cdot T \cdot b \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$		
		3	75 % $M_t = 0,75 \cdot T \cdot b \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$		
		≥4	100 % $M_t = T \cdot b \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$		
	1 de tierra	Cualquiera	100 % $M_t = T \cdot b \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$		
ALINEACIÓN O ÁNGULO CON CADENA DE AISLAMIENTO DE AMARRE	1 de fase o 1 de tierra	Cualquiera	100 % $M_t = T \cdot b \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$	Esfuerzo torsor y ángulo	
ANCLAJE ALINEACIÓN O ÁNGULO CON CADENA DE AISLAMIENTO DE AMARRE	1 de fase o 1 de tierra	1	100 % $M_t = T \cdot b \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$	Esfuerzo torsor y ángulo	
		2	50 % $M_t = T \cdot b \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$		
	Todos los conductores del haz	3	50 % $M_t = 1,5 \cdot T \cdot b \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$		
		4	50 % $M_t = 2 \cdot T \cdot b \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$		
FIN DE LÍNEA	Todos los conductores del haz o 1 de tierra	Cualquiera	1	100 % $M_t = T \cdot b \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$	Esfuerzo torsor y ángulo
			2	100 % $M_t = 2 \cdot T \cdot b \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$	
			3	100 % $M_t = 3 \cdot T \cdot b \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$	
			4	100 % $M_t = 4 \cdot T \cdot b \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$	
APOYOS ESPECIALES	Se considerará según la función que tenga cada circuito instalado en el apoyo, considerando el esfuerzo que produzca la sollicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo, teniéndose en cuenta la torsión producida en el caso de que el esfuerzo sea excéntrico.				
<p>NOTA 1. Prescindir de la 4ª hipótesis. En líneas de $U \leq 66$ kV, en los apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión y amarre con conductores de carga mínima de rotura inferior a 6600 daN, se puede prescindir de la consideración de la cuarta hipótesis, cuando en la línea se verifiquen simultáneamente las siguientes condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> Que los conductores y cables de tierra tengan un coeficiente de seguridad de 3 como mínimo. Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales. Que se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo. 					
<p>NOTA 2. Las fórmulas anteriores para calcular el esfuerzo torsor, dependerán del tipo de armado del apoyo. Es en el caso de armado a tresbolillo o en bandera donde más atención hay que poner</p>					

8.4.3 ESFUERZOS TRANSVERSALES

Los esfuerzos transversales se pueden deber a la resultante de ángulo en apoyos de ángulo o al viento que actúa sobre cualquier tipo de apoyo, conductores, herrajes, accesorios y aisladores.

8.4.3.1 FUERZAS DEL VIENTO SOBRE COMPONENTES DE LÍNEAS AÉREAS

Están indicadas en el punto 3.1.2 ITC-LAT-07 para conductores desnudos y recubiertos, y en el punto 4.1.3 ITC-LAT-08 para cables unipolares aislados reunidos en haz.

Se considerará un viento mínimo de referencia de 120 km/h (33,3 m/s) de velocidad, excepto en las líneas de categoría especial, donde se considerará un viento mínimo de 140 km/h (38,89 m/s) de velocidad. **Se supondrá el viento horizontal, actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.**

La acción del viento, en función de su velocidad V_v en km/h, da lugar a las fuerzas que a continuación se indican sobre los distintos elementos de la línea.

En cables unipolares aislados reunidos en haz, las sobrecargas serán válidas hasta una altura de 40 m sobre el terreno circundante, debiendo para mayores alturas adoptarse otros valores debidamente justificados.

8.4.3.1.1 Conductores

$$T = q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot n$$

T [daN], esfuerzo transversal debido al viento por punto de sujeción.

d [m], diámetro del conductor.

a_1 y a_2 [m], longitud de los vanos adyacentes.

q , presión del viento. Para $d \leq 16$ mm $60 \cdot \left(\frac{V_v}{120}\right)^2$ [daN/m²]. Para $d > 16$ mm $50 \cdot \left(\frac{V_v}{120}\right)^2$ [daN/m²], y para cables unipolares aislados reunidos en haz.

n , número de conductores por punto de sujeción (por fase).

En el caso de sobrecargas combinadas de hielo y viento, se deberá considerar el diámetro incluido el espesor del manguito de hielo, para lo cual se aconseja un peso volumétrico específico del hielo de valor 750 daN/m³. Por tanto $T = q \cdot (d + 2 \cdot e) \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot n$.

$$\text{Para zona B} \quad e = -r + \sqrt{r^2 + \frac{240 \cdot \sqrt{2} \cdot r}{\pi}} = -\frac{d}{2} + \sqrt{\frac{240 \cdot \sqrt{d}}{\pi} + \frac{d^2}{4}}$$

$$\text{Para zona C} \quad e = -r + \sqrt{r^2 + \frac{480 \cdot \sqrt{2} \cdot r}{\pi}} = -\frac{d}{2} + \sqrt{\frac{480 \cdot \sqrt{d}}{\pi} + \frac{d^2}{4}}$$

e [mm], espesor del manguito de hielo.

r [mm], radio del conductor.

d [mm], diámetro del conductor.

No se tendrán en cuenta posibles efectos de pantalla entre los conductores, ni aún en el caso de haces con conductores de fase.

8.4.3.1.2 Cadenas de aisladores

$$T_{\text{CADENA}} = q \cdot A_{\text{CADENA}} \quad [\text{daN}]$$

$$q = 70 \cdot \left(\frac{V_V}{120} \right)^2 \quad [\text{daN/m}^2].$$

A_{CADENA} [m^2], área de la cadena de aisladores proyectada horizontalmente en un plano vertical paralelo al eje de la cadena de aisladores.

8.4.3.1.3 Apoyos de celosía

$$T_{\text{AP.CELOSÍA}} = q \cdot A_{\text{AP.CELOSÍA}} \quad [\text{daN}]$$

$$q = 170 \cdot \left(\frac{V_V}{120} \right)^2 \quad [\text{daN/m}^2].$$

$A_{\text{AP.CELOSÍA}}$ [m^2], área del apoyo expuesta al viento proyectada en el plano normal a la dirección del viento.

8.4.3.1.4 Superficies planas

$$T_{\text{SUP.PLANAS}} = q \cdot A_{\text{SUP.PLANAS}} \quad [\text{daN}]$$

$$q = 100 \cdot \left(\frac{V_V}{120} \right)^2 \quad [\text{daN/m}^2].$$

$A_{\text{SUP.PLANAS}}$ [m^2], área proyectada en el plano normal a la dirección del viento.

De aplicación en apoyos HV, HVH y CH. También es de aplicación en los trafoes intemperie. Se suele calcular el esfuerzo sobre el apoyo debido a la presión del viento en el trafo, en las dos caras de este (esfuerzo longitudinal y transversal).

8.4.3.1.5 Superficies cilíndricas

$$T_{\text{SUP.CILÍNDRICAS}} = q \cdot A_{\text{SUP.CILÍNDRICAS}} \quad [\text{daN}]$$

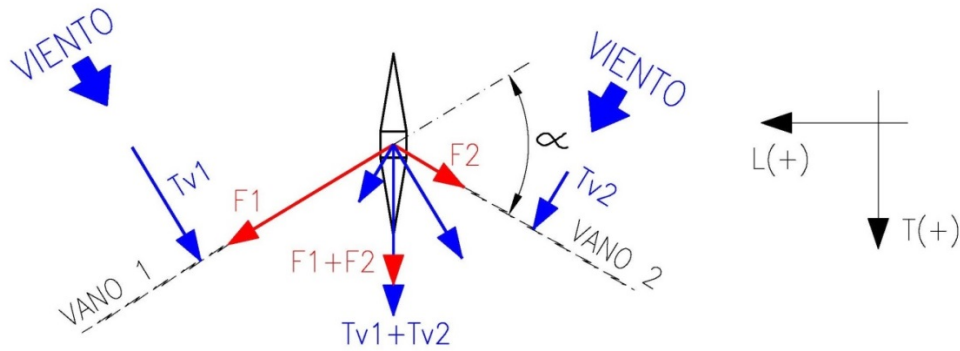
$$q = 70 \cdot \left(\frac{V_V}{120} \right)^2 \quad [\text{daN/m}^2].$$

$A_{\text{SUP.CILÍNDRICAS}}$ [m^2], área proyectada en el plano normal a la dirección del viento.

8.4.3.2 ESFUERZOS DEBIDO A LA RESULTANTE DE ÁNGULO

En los apoyos de ángulo, los esfuerzos debidos al viento en cada uno de los vanos adyacentes al apoyo, tendrán distinta dirección.

8.4.3.2.1 Viento en la dirección de los esfuerzos transversales del conductor



$$T_{V1} = q \cdot d \cdot \frac{a1}{2}$$

$$T_{V2} = q \cdot d \cdot \frac{a2}{2}$$

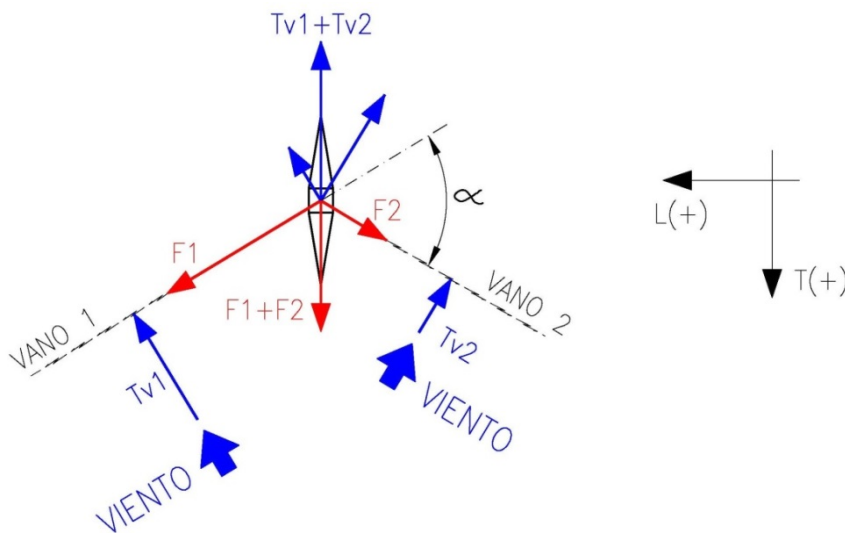
$$T_V = T_{V1} + T_{V2} = q \cdot d \cdot \frac{a1}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q \cdot d \cdot \frac{a2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) = q \cdot d \cdot \frac{a1 + a2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$T = F_1 \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + F_2 \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q \cdot d \cdot \frac{a1 + a2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$L = (F_1 - F_2) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q \cdot d \cdot \frac{a2 - a1}{2} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

8.4.3.2.2 Viento en la dirección opuesta de los esfuerzos transversales del conductor

De aplicación en apoyos con derivación.



$$T_{V1} = q \cdot d \cdot \frac{a1}{2}$$

$$T_{V2} = q \cdot d \cdot \frac{a2}{2}$$

$$T_V = T_{V1} + T_{V2} = q \cdot d \cdot \frac{a1}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q \cdot d \cdot \frac{a2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) = q \cdot d \cdot \frac{a1 + a2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$T = F_1 \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + F_2 \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) - q \cdot d \cdot \frac{a1 + a2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$L = (F_1 - F_2) \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q \cdot d \cdot \frac{a1 - a2}{2} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

8.4.4 ESFUERZOS EN EL PUNTO DE APLICACIÓN DEL FABRICANTE

8.4.4.1 INTRODUCCIÓN

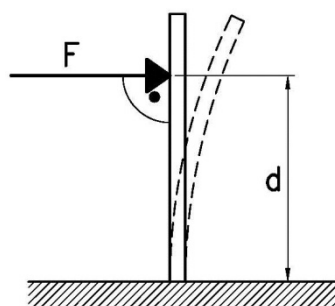
Para elegir un apoyo, será necesario comparar los esfuerzos obtenidos en los cálculos con los dados por el fabricante del apoyo (esfuerzos que soporta). La mayor parte de las veces ocurre que los esfuerzos calculados no se aplican en los mismos puntos que los especificados por el fabricante. Por tanto es necesario transformarlos en los equivalentes sobre los puntos de aplicación facilitados por el fabricante.

Para calcular el momento de todas las fuerzas aplicadas en los puntos de sujeción de los conductores se deberá tener en cuenta si estos puntos se encuentran por debajo o por encima de la cogolla del apoyo.

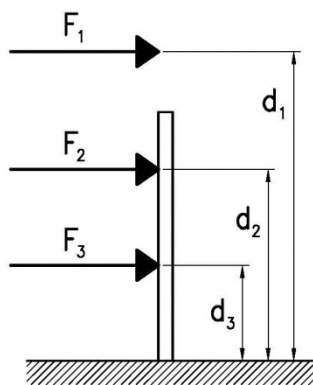
Bibliografía [1], [5].

8.4.4.2 MOMENTO DE FLEXIÓN.

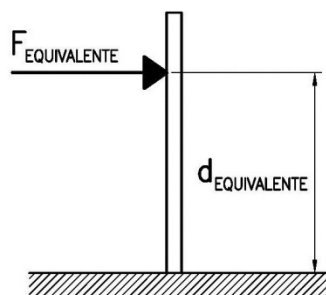
Momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre una sección transversal de un prisma mecánico flexionado o una placa que es perpendicular al eje longitudinal a lo largo del que se produce la flexión.



$$\text{Momento} = F \cdot d$$



$$\text{Momento} = F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 + F_3 \cdot d_3$$



$$\text{Momento} = F_{\text{EQUIVALENTE}} \cdot d_{\text{EQUIVALENTE}} = F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 + F_3 \cdot d_3$$

Si queremos conocer qué esfuerzo produce el momento a una distancia determinada:

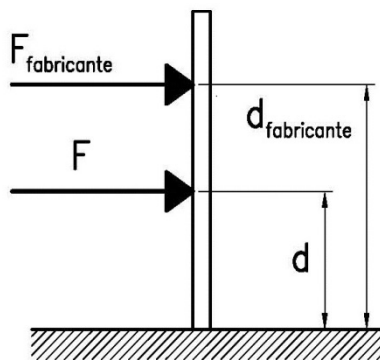
$$F_{\text{EQUIVALENTE}} = \frac{\text{Momento}}{d_{\text{EQUIVALENTE}}} = \frac{F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 + F_3 \cdot d_3}{d_{\text{EQUIVALENTE}}}$$

Si queremos conocer a qué distancia se produce el momento con unos esfuerzos iguales:

$$d_{\text{EQUIVALENTE}} = \frac{\text{Momento}}{F_{\text{EQUIVALENTE}}} = \frac{F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 + F_3 \cdot d_3}{F_1 + F_2 + F_3}$$

En un apoyo se pueden dar dos casos:

- a) Esfuerzos por debajo del esfuerzo facilitado por el fabricante



Tenemos que comparar el esfuerzo aplicado F , con el esfuerzo del fabricante $F_{\text{fabricante}}$, pero a la distancia $d_{\text{fabricante}}$.

$$F_{\text{(a distancia } d_{\text{fabricante}})} = \frac{\text{Momento}}{d_{\text{fabricante}}} = \frac{F \cdot d}{d_{\text{fabricante}}}$$

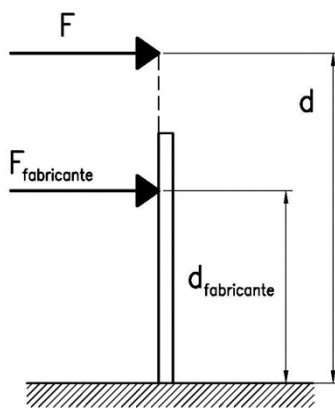
Ahora podemos comparar F con $F_{\text{fabricante}}$.

Como $d < d_{\text{fabricante}}$, entonces $F_{\text{(a distancia } d_{\text{fabricante}})} <$

Esfuerzos equivalentes por encima de los esfuerzos que se producen serán de menor

valor.

- b) Esfuerzos por encima del esfuerzo facilitado por el fabricante



Tenemos que comparar el esfuerzo aplicado F , con el esfuerzo del fabricante $F_{\text{fabricante}}$, pero a la distancia $d_{\text{fabricante}}$.

$$F_{\text{(a distancia } d_{\text{fabricante}})} = \frac{\text{Momento}}{d_{\text{fabricante}}} = \frac{F \cdot d}{d_{\text{fabricante}}}$$

Ahora podemos comparar F con $F_{\text{fabricante}}$.

Como $d > d_{\text{fabricante}}$, entonces $F_{\text{(a distancia } d_{\text{fabricante}})} > F$

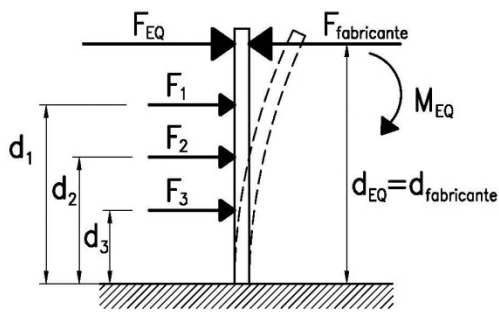
Esfuerzos equivalentes por debajo de los esfuerzos que se producen serán de mayor valor.

8.4.4.3 ESFUERZOS POR DEBAJO DE COGOLLA

En este caso los apoyos presentan mayor resistencia y se produce un desplazamiento hacia debajo de la sección de fallo.

Se deberán tomar momentos respecto de la línea de tierra, ya que el apoyo tiende a romperse en las proximidades de la misma.

Por un lado están los esfuerzos que tiene que soportar el apoyo (conductores, viento,...). Por otro lado los esfuerzos que soporta el apoyo, facilitados por el fabricante, y obtenidos mediante ensayos.



$$M_{EQ} = F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 + F_3 \cdot d_3 + \dots + F_J \cdot d_J$$

$$M_{EQ} = F_{EQ} \cdot d_{fabricante}$$

$$F_{EQ} = \frac{M_{EQ}}{d_{fabricante}} = \frac{F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 + F_3 \cdot d_3 + \dots + F_J \cdot d_J}{d_{fabricante}}$$

M_{EQ} = Momento flector [daN·m], creado por los esfuerzos a los que se ve sometido el apoyo.

$F_1, F_2, F_3, \dots, F_J$ = Esfuerzos [daN] a los que se ve sometido el apoyo a su altura correspondiente.

$d_1, d_2, d_3, \dots, d_J$ = Alturas [m] de los esfuerzos a los que se ve sometido el apoyo, respecto a la línea de tierra.

F_{EQ} = Esfuerzo equivalente [daN] de los esfuerzos a los que se ve sometido el apoyo, aplicado en el punto facilitado por el fabricante ($d_{EQ} = d_{fabricante}$).

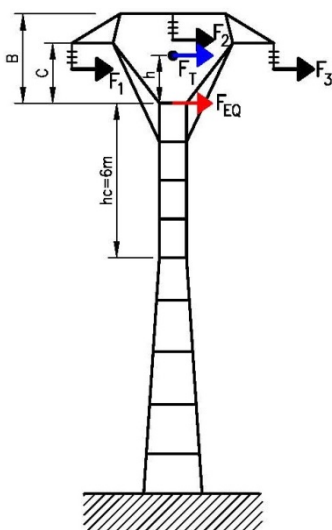
d_{EQ} = Altura [m], respecto de la línea de tierra, del punto de aplicación de los esfuerzos que soporta el apoyo, facilitado por el fabricante.

8.4.4.4 ESFUERZOS POR ENCIMA DE COGOLLA

Cuando los esfuerzos (normalmente los conductores) se encuentren por encima de la cogolla, el apoyo normalmente no romperá por la línea de tierra, si no por su sección más débil según su constitución, por ejemplo, a la altura de la unión de la cabeza y el fuste. Debido a estas consideraciones se deberán tomar momentos a la altura de la sección más débil.

Nota: El punto de aplicación es en la rótula, no en la grapa (punto donde se transfiere el esfuerzo al apoyo).

APOYOS DE PRESILLA (RU 6704 A)



Se tomarán momentos respecto del punto de unión entre la cabeza y el fuste. $h_c = 6$ m (distancia a cogolla)

h , altura media de los esfuerzos respecto a cogolla

$$h = \frac{F_1 \cdot c + F_2 \cdot b + F_3 \cdot c}{F_1 + F_2 + F_3}$$

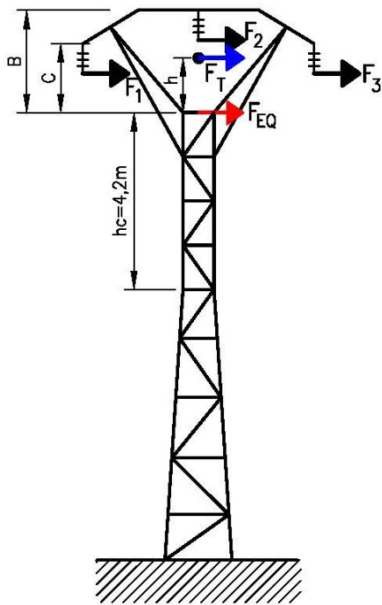
Si $F_1 = F_2 = F_3$, entonces $h = \frac{2 \cdot c + b}{3}$

$$F_T = F_1 + F_2 + F_3$$

$$F_{EQ} \cdot h_c = (F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h + h_c) \quad F_{EQ} = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h + h_c)}{h_c}$$

$h_c = 6$ m (distancia a cogolla) $F_{EQ} = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h + 6)}{6}$

APOYOS DE CELOSÍA (UNE 207017)



Se tomarán momentos respecto de la distancia de la cogolla al final del primer tramo (cabeza). $h_c = 4,2$ m (distancia a cogolla).

h , altura media de los esfuerzos respecto a cogolla

$$h = \frac{F_1 \cdot c + F_2 \cdot b + F_3 \cdot c}{F_1 + F_2 + F_3}$$

Si $F_1 = F_2 = F_3$, entonces $h = \frac{2 \cdot c + b}{3}$

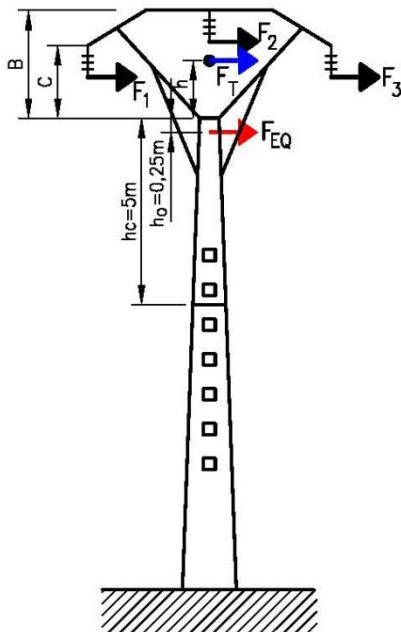
$$F_T = F_1 + F_2 + F_3$$

$$F_{EQ} \cdot h_c = F_T \cdot (h + h_c) = (F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h + h_c)$$

$$F_{EQ} = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h + h_c)}{h_c}$$

$$h_c = 4,2 \text{ m (a cogolla)} \quad F_{EQ} = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h + 4,2)}{4,2}$$

APOYOS DE CHAPA (UNE 207018)



Se tomarán momentos respecto de la distancia de la cogolla al final del primer tramo (cabeza). $h_c = 5$ m (distancia a cogolla). $h_0 = 0,25$ m

h , altura media de los esfuerzos respecto a cogolla

$$h = \frac{F_1 \cdot c + F_2 \cdot b + F_3 \cdot c}{F_1 + F_2 + F_3}$$

Si $F_1 = F_2 = F_3$, entonces $h = \frac{2 \cdot c + b}{3}$

$$F_T = F_1 + F_2 + F_3$$

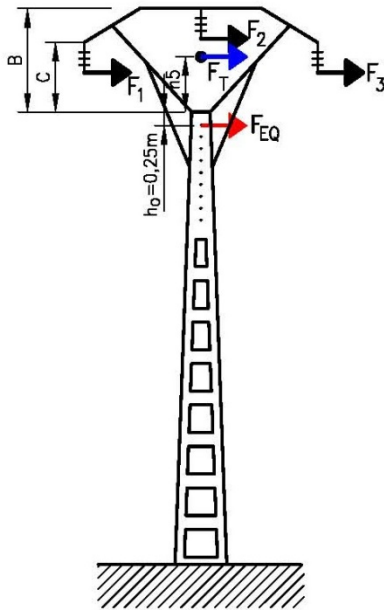
$$F_{EQ} \cdot (h_c - h_0) = F_T \cdot (h + h_c) = (F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h + h_c)$$

$$F_{EQ} = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h + h_c)}{h_c - h_0}$$

$$F_{EQ} = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h + 5)}{5 - 0,25} = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h + 5)}{4,75}$$

$$F_{EQ} = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h + 5)}{4,75}$$

APOYOS DE HORMIGÓN HV (UNE 207016)



El esfuerzo útil se aplica a $h_0=0,25$ m

Paso 1. Calculamos el punto de aplicación de los esfuerzos (h_5)

$$\sum F_i \cdot d_i = (\sum F_i) \cdot h_5$$

$$\sum F_i \cdot d_i = F_1 \cdot c + F_2 \cdot b + F_3 \cdot c$$

$$h_5 = \frac{\sum F_i \cdot d_i}{\sum F_i} = \frac{F_1 \cdot c + F_2 \cdot b + F_3 \cdot c}{F_1 + F_2 + F_3}$$

Si $F_1=F_2=F_3$, entonces $h_5 = \frac{2 \cdot c + b}{3}$

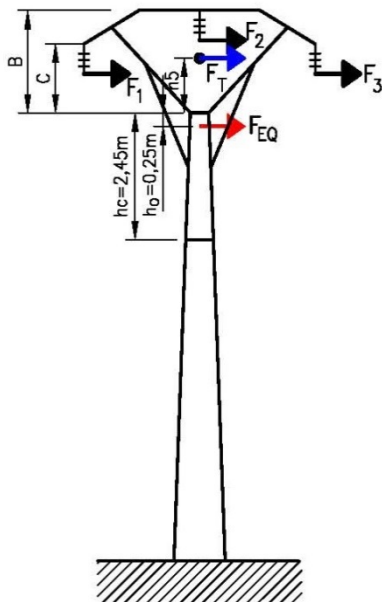
Paso 2. Calculamos el coeficiente K

$$K = \frac{5,4}{h_5 + 5,25} \quad \text{según punto 3.11 de la UNE 207016}$$

Paso 3. Cálculo de los esfuerzos a 0,25 m de cogolla (según UNE 207016)

$$F_{EQ} = \frac{\sum F_i}{K} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{K}$$

APOYOS DE HORMIGÓN HVH (UNE 207016)



El esfuerzo útil se aplica a $h_0=0,25$ m. La sección más débil se encuentra a 2,45 m de cogolla.

Paso 1. Calculamos el punto de aplicación de los esfuerzos (h_5)

$$\sum F_i \cdot d_i = (\sum F_i) \cdot h_5$$

$$\sum F_i \cdot d_i = F_1 \cdot c + F_2 \cdot b + F_3 \cdot c$$

$$h_5 = \frac{\sum F_i \cdot d_i}{\sum F_i} = \frac{F_1 \cdot c + F_2 \cdot b + F_3 \cdot c}{F_1 + F_2 + F_3}$$

Si $F_1=F_2=F_3$, entonces $h_5 = \frac{2 \cdot c + b}{3}$

Paso 2. Calculamos el coeficiente K

$$F_T = F_1 + F_2 + F_3$$

$$F_{EQ} \cdot (h_C - h_0) = F_T \cdot (h_5 + h_C) = (F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h_5 + h_C)$$

$$F_{EQ} = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h_5 + h_C)}{h_C - h_0} = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h_5 + 2,45)}{2,45 - 0,25} = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h_5 + 2,45)}{2,20}$$

Paso 3. Cálculo de los esfuerzos a 0,25 m de cogolla (según UNE 207016)

$$F_{EQ} = \frac{\sum F_i}{K} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{K}$$

8.4.4.5 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE APLICACIÓN DE LAS CARGAS RESPECTO A LA COGOLLA

Cuando existen esfuerzos por debajo y por encima de cogolla, habrá que determinar si el punto de aplicación equivalente de todas las cargas está por encima o por debajo, para poder calcular el esfuerzo total equivalente

ELEMENTOS	ESFUERZOS HORIZONTALES	DISTANCIA SECCIÓN FALLO (A COGOLLA)	MOMENTO SECCIÓN FALLO	DISTANCIA A LÍNEA DE TIERRA	MOMENTO A LÍNEA DE TIERRA
1	F_1	m_1	$F_1 \cdot m_1$	t_1	$F_1 \cdot t_1$
2	F_2	m_2	$F_2 \cdot m_2$	t_2	$F_2 \cdot t_2$
...
...
...
N	F_n	m_n	$F_n \cdot m_n$	t_n	$F_n \cdot t_n$
	$\sum_{i=1}^{i=n} F_i$		$\sum_{i=1}^{i=n} F_i \cdot m_i$		$\sum_{i=1}^{i=n} F_i \cdot t_i$

$$\text{Punto de aplicación sección de fallo} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} F_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^{i=n} F_i} = h_m$$

$$\text{Punto de aplicación a línea de tierra} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} F_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^{i=n} F_i} = h_t$$

Si punto de aplicación está por encima de cogolla, entonces hay que aplicar momentos respecto a la sección de fallo.

$(h_t > \text{altura libre del apoyo}) (h_m > \text{altura sección de fallo})$

$$F_{\text{EQUIVALENTE}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} F_i \cdot m_i}{\text{AlturaSecciónFallo}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{i=n} F_i\right) \cdot h_m}{\text{AlturaSecciónFallo}} < \text{Esfuerzo que Soporta Apoyo}$$

Si punto de aplicación está por debajo de cogolla, entonces hay que aplicar momentos respecto a la línea de tierra.

$(h_t < \text{altura libre del apoyo}) (h_m < \text{altura sección de fallo})$

$$F_{\text{EQUIVALENTE}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} F_i \cdot t_i}{\text{AlturaFabricante}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{i=n} F_i\right) \cdot h_t}{\text{AlturaFabricante}} < \text{Esfuerzo que Soporta Apoyo}$$

8.4.4.6 PUNTO DE APLICACIÓN DE LOS ESFUERZOS EN LOS DIFERENTES APOYOS

TIPO DE APOYO		PUNTO DE APLICACIÓN	
METÁLICOS	CELOSÍA	PRESILLA (RU 6704 A)	En cogolla
		UNE 207017	En cogolla
		APOYOS NO REGULADOS POR UNA NORMA DE PRODUCTO	Punto de fijación de los conductores (árbol de cargas) Ver nota
	CHAPA	UNE 207018	A 0,25 m de cogolla
		APOYOS NO REGULADOS POR UNA NORMA DE PRODUCTO	Punto de fijación de los conductores (árbol de cargas) Ver nota
HORMIGÓN UNE 207016	HV		A 0,25 m de cogolla
	HVH		A 0,25 m de cogolla

Nota:

Según el punto 3.1.4 de la ITC-LAT-07, en el caso de desequilibrio de tracciones, en líneas de más de 66 kV, el esfuerzo se aplicará en el punto de fijación de los conductores y cables de tierra en el apoyo. Esto supone conocer, para cada tipo de apoyo, el árbol de cargas en cada punto de sujeción de los conductores sobre el apoyo, para poder comparar los cálculos efectuados y poder seleccionar el apoyo más adecuado.

Árbol de cargas: Esfuerzos útiles (verticales, transversales, longitudinales o de torsión) combinados de varias formas (hipótesis), en punta de cruceta.

8.4.5 APOYOS CON DERIVACIÓN

Normalmente el primer vano de las derivaciones es de pequeña longitud (menor de 50 m) y los conductores tienen aplicado un tense reducido. De esta forma la derivación provoca pequeños esfuerzos en el apoyo que se va a entroncar.

A veces lo anterior no es posible, y el conductor de la derivación requiere un tense mayor, y por tanto, mayores esfuerzos para el apoyo de entronque.

Los apoyos con derivación se deberán calcular teniendo en cuenta la posible eliminación de la derivación. No se debe considerar la reducción de esfuerzos en función de que el apoyo de la línea principal tenga un ángulo que equilibre o disminuya el esfuerzo que sobre el mismo ejerce la línea derivada, dado que una posible eliminación de la derivación dejaría la instalación deficiente.

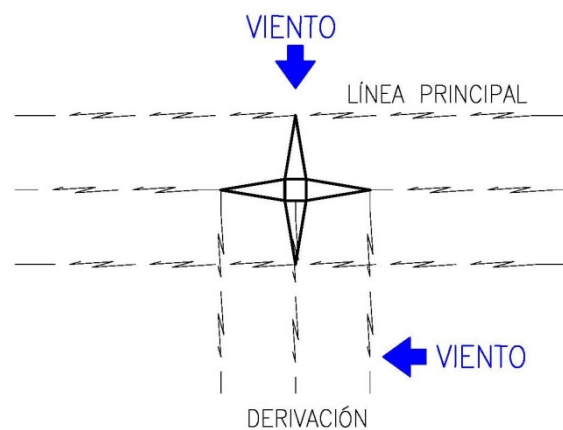
Se tienen que calcular la totalidad de los esfuerzos sobre los dos ejes de simetría (esfuerzos transversales y longitudinales). En el caso de apoyos de celosía de sección cuadrada, se sumarán aritméticamente, y nos dará un esfuerzo equivalente que produciría sobre el montante más cargado el mismo efecto que los esfuerzos realmente actuantes. En el resto de los apoyos hay que atender las indicaciones del fabricante o aplicar algún coeficiente de seguridad como en los apoyos de hormigón y chapa.

HIPÓTESIS 1ª. Se aplicará sobrecarga de viento a los conductores de la línea principal y de la derivación, de forma perpendicular y horizontal, como indica el RLAT en el punto 3.1.2 ITC-LAT-07. Por tanto los esfuerzos debidos al viento en cada uno de los vanos tendrán distinta dirección.

HIPÓTESIS 4ª. Se tendrá que calcular el momento torsor producido por la rotura de los conductores de la derivación. Si el apoyo se considera de anclaje, entonces habrá que considerar la rotura de los conductores de la línea principal o de la derivación, escogiendo el que produzca el momento torsor mayor.

Se pueden dar multitud de casos, pero los más comunes son los siguientes:

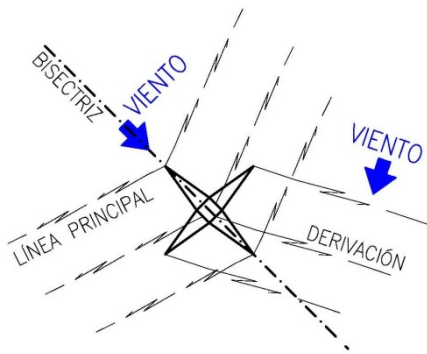
CASO 1. LÍNEA DERIVADA DE UN APOYO SIN ÁNGULO DE DESVIACIÓN DE LA TRAZA.



CASO 2. LÍNEA DERIVADA DE UN APOYO CON ÁNGULO DE DESVIACIÓN DE LA TRAZA CON RESULTANTE CONTRARIA AL SENTIDO DE LA DERIVACIÓN.

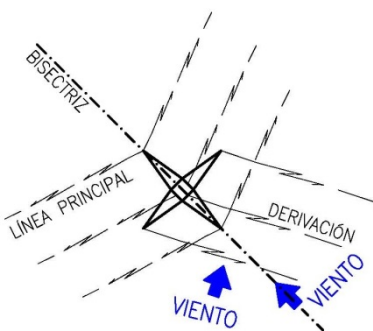
Dado que los conductores de la línea principal y la derivación pueden ser distintos, incluso en los dos vanos de la línea principal, sumado a los diferentes ángulos que pueden formar entre sí, nos vemos en la necesidad de calcular cuatro supuestos, y elegir el que mayores esfuerzos provoque:

Supuesto 1.



Notas: En este caso si se tendrán en cuenta la reducción de esfuerzos. Viento de dirección contraria a la resultante de ángulo.

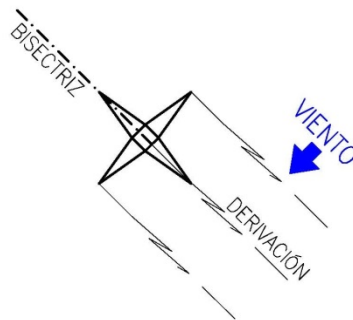
Supuesto 2.



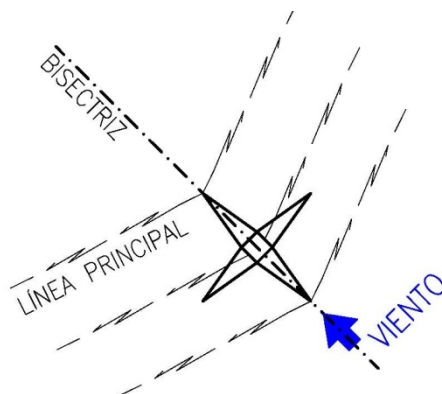
Notas: En este caso si se tendrán en cuenta la reducción de esfuerzos.

Viento en la dirección de la resultante de ángulo.

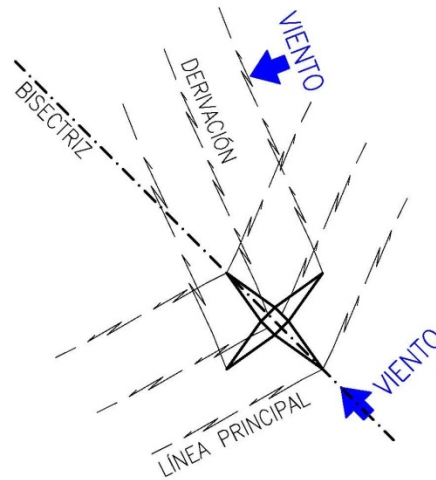
Supuesto 3. Apoyo como fin de línea del vano de la derivación.



Supuesto 4. Apoyo de ángulo o anclaje con ángulo de desviación de la traza.



CASO 3. LÍNEA DERIVADA DE UN APOYO CON ÁNGULO DE DESVIACIÓN DE LA TRAZA CON RESULTANTE COINCIDENTE AL SENTIDO DE LA DERIVACIÓN.



8.4.5.1 ESFUERZOS TORSORES

Hay que estudiar con cuidado los posibles esfuerzos torsores que pueden aparecer debido a que se instale una derivación. Como es el caso de apoyos de doble circuito, derivando de la punta de la cruceta del conductor de fase. Es ese caso, seguramente, el apoyo tendrá que soportar esfuerzos torsores constantemente.



La derivación derecha de la imagen no produce esfuerzos torsores, excepto si se rompe uno de los conductores, pero la derivación izquierda sí que produce un esfuerzo torsor constante. Posiblemente esta derivación este regulada con un tense reducido, para disminuir el esfuerzo torsor.

8.4.6 ESFUERZO DEL VIENTO SOBRE EL APOYO DEBIDO A LA DIFERENCIA ENTRE UN VIENTO EXCEPCIONAL Y 120 KM/H

En el caso de considerarse un viento superior al especificado por el fabricante (durante los ensayos del apoyo), deberá tenerse en cuenta el esfuerzo transversal de este viento excepcional, lo que supondrá una reducción de los esfuerzos longitudinales y transversales soportados por el apoyo.

La presión adicional del viento sobre el apoyo debida a la diferencia entre un viento excepcional y otro a 120 km/h:

Apoyos de celosía:

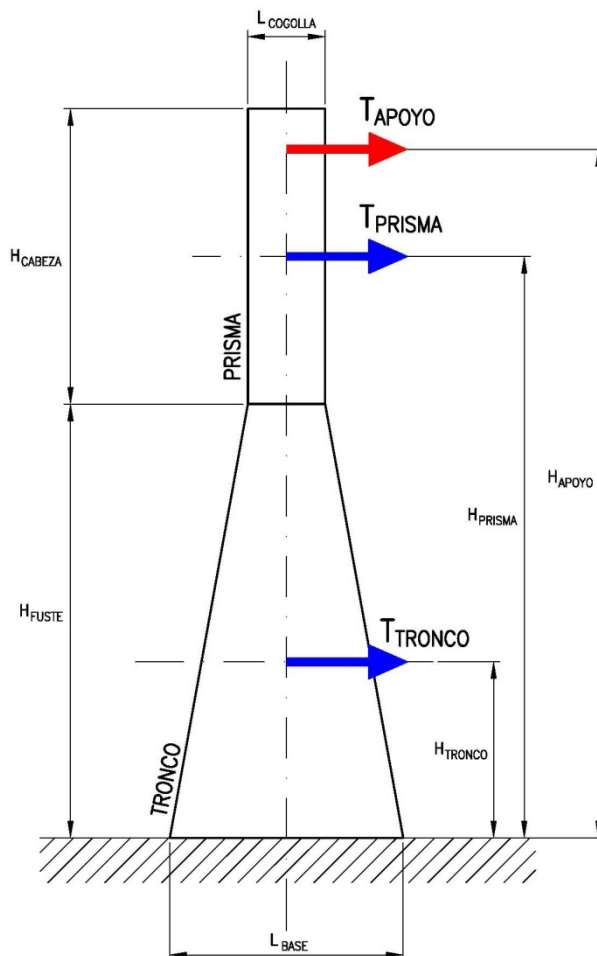
$$q = P_{V_APOYO} = \text{PRESIÓN } (V_{\text{EXC}}) - \text{PRESIÓN } (120\text{km/h}) = 170 \cdot \left(\frac{V_{\text{EXC}}}{120}\right)^2 - 170 \cdot \left(\frac{120}{120}\right)^2 = 170 \cdot \left[\left(\frac{V_{\text{EXC}}}{120}\right)^2 - 1\right]$$

Otros apoyos considerados de superficies planas (CH, HV y HVH):

$$q = P_{V_APOYO} = 100 \cdot \left[\left(\frac{V_{\text{EXC}}}{120}\right)^2 - 1\right]$$

El esfuerzo transversal sobre el apoyo, debido a la diferencia entre el viento excepcional y 120 km/h:

$$T_{\text{APOYO}} = \frac{T_{\text{PRISMA}} \cdot H_{\text{PRISMA}} + T_{\text{TRONCO}} \cdot H_{\text{TRONCO}}}{H_{\text{APOYO}}}$$



H_{APOYO} , altura del punto de aplicación de los esfuerzos indicado por el fabricante.

$$T_{\text{PRISMA}} = P_{V_APOYO} \cdot A_{\text{PRISMA}}$$

$$A_{\text{PRISMA}} = L_{\text{COGOLLA}} \cdot H_{\text{CABEZA}}$$

$$H_{\text{PRISMA}} = \frac{H_{\text{CABEZA}}}{2} + H_{\text{FUSTE}}$$

$$T_{\text{TRONCO}} = P_{V_APOYO} \cdot A_{\text{TRONCO}}$$

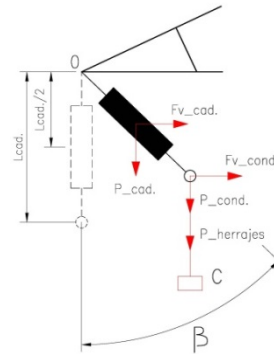
$$A_{\text{TRONCO}} = \frac{L_{\text{COGOLLA}} + L_{\text{BASE}}}{2} \cdot H_{\text{FUSTE}}$$

$$H_{\text{TRONCO}} = \frac{H_{\text{FUSTE}}}{3} \cdot \frac{2 \cdot L_{\text{COGOLLA}} + L_{\text{BASE}}}{L_{\text{COGOLLA}} + L_{\text{BASE}}}$$

8.4.7 CÁLCULO DEL ÁNGULO DE OSCILACIÓN TRANSVERSAL DE LA CADENA DE SUSPENSIÓN

Se estudia analizando los siguientes supuestos [1]:

1. PESO DE LOS CONDUCTORES ≥ 0



Condición de equilibrio: $\sum \text{Momentos} = 0$ respecto el punto O

$$F_{VCAD} \cdot \frac{L}{2} \cdot \text{Cos}(\beta) + F_{VCOND} \cdot L \cdot \text{Cos}(\beta) - P_{CAD} \cdot \frac{L}{2} \cdot \text{Sen}(\beta) - P_{COND} \cdot L \cdot \text{Sen}(\beta) - P_{HERR} \cdot L \cdot \text{Sen}(\beta) - C \cdot L \cdot \text{Sen}(\beta) = 0$$

$$F_{VCAD} \cdot \frac{L}{2} \cdot \text{Cos}(\beta) + F_{VCOND} \cdot L \cdot \text{Cos}(\beta) = P_{CAD} \cdot \frac{L}{2} \cdot \text{Sen}(\beta) + P_{COND} \cdot L \cdot \text{Sen}(\beta) + P_{HERR} \cdot L \cdot \text{Sen}(\beta) + C \cdot L \cdot \text{Sen}(\beta)$$

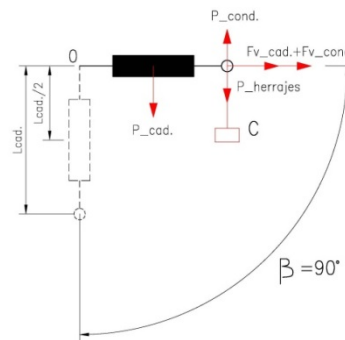
$$\text{Tg}(\beta) = \frac{\text{Sen}(\beta)}{\text{Cos}(\beta)} = \frac{\frac{F_{VCAD}}{2} + F_{VCOND}}{\frac{P_{CAD}}{2} + P_{COND} + P_{HERR} + C}$$

$$\beta = \text{arcTg} \left(\frac{\frac{F_{VCAD}}{2} + F_{VCOND}}{\frac{P_{CAD}}{2} + P_{COND} + P_{HERR} + C} \right)$$

2. PESO DE LOS CONDUCTORES < 0

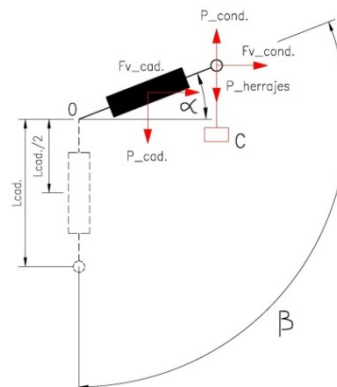
2.1. $P_{COND} + \frac{P_{CAD}}{2} + P_{HERR} + C = 0$

$\beta = 90^\circ$



2.2. $P_{COND} + \frac{P_{CAD}}{2} + P_{HERR} + C > 0$ Se calcula igual que el supuesto 1 $\beta < 90^\circ$

2.3. $P_{COND} + \frac{P_{CAD}}{2} + P_{HERR} + C < 0$



Condición de equilibrio: $\sum \text{Momentos}$ respecto el punto O

$$-C \cdot L \cdot \cos(\alpha) - P_{CAD} \cdot \frac{L}{2} \cdot \cos(\alpha) - P_{HERR} \cdot L \cdot \cos(\alpha) + |P_{COND}| \cdot L \cdot \cos(\alpha) - F_{VCAD} \cdot \frac{L}{2} \cdot \sin(\alpha) - F_{VCOND} \cdot L \cdot \sin(\alpha) = 0$$

$$-C \cdot L \cdot \cos(\alpha) - P_{CAD} \cdot \frac{L}{2} \cdot \cos(\alpha) - P_{HERR} \cdot L \cdot \cos(\alpha) + |P_{COND}| \cdot L \cdot \cos(\alpha) = F_{VCAD} \cdot \frac{L}{2} \cdot \sin(\alpha) + F_{VCOND} \cdot L \cdot \sin(\alpha)$$

$$\text{Tg}(\beta) = \frac{-\frac{P_{CAD}}{2} + |P_{COND}| - P_{HERR} - C}{\frac{F_{VCAD}}{2} + F_{VCOND}} \quad \beta = 90 + \text{arcTg} \left(\frac{-\frac{P_{CAD}}{2} + |P_{COND}| - P_{HERR} - C}{\frac{F_{VCAD}}{2} + F_{VCOND}} \right)$$

Peso de los conductores $P_{COND} = n \cdot p_p \cdot \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{V/2}}{p} \cdot \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right]$ [daN]

$$p = \sqrt{p_p^2 + (q \cdot \phi)^2} \quad \left[\frac{\text{daN}}{\text{m}} \right]$$

Si $\phi \leq 16 \text{ mm}$ $q = \frac{60}{2} \cdot \left(\frac{V_V}{120} \right)^2 \quad \left[\frac{\text{daN}}{\text{m}^2} \right]$ $V_V = 120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ $q = 30 \frac{\text{daN}}{\text{m}^2}$

Si $\phi > 16 \text{ mm}$ $q = \frac{50}{2} \cdot \left(\frac{V_V}{120} \right)^2 \quad \left[\frac{\text{daN}}{\text{m}^2} \right]$ $V_V = 120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ $q = 25 \frac{\text{daN}}{\text{m}^2}$

n , número de conductores por fase

ϕ , diámetro del conductor [m]

p_p , peso propio del conductor $\left[\frac{\text{daN}}{\text{m}} \right]$

Fuerza del viento sobre la cadena de aisladores $F_{VCAD} = q_{CAD} \cdot A_i$ [daN]

A_i , área de la cadena de aisladores [m²].

$q_{CAD} = \frac{70}{2} \cdot \left(\frac{V_V}{120} \right)^2 \quad \left[\frac{\text{daN}}{\text{m}^2} \right]$ $V_V = 120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ $q_{CAD} = 35 \frac{\text{daN}}{\text{m}^2}$

Fuerza del viento sobre los conductores.

$$F_{VCOND} = n \cdot \left[T_{V/2} \cdot \text{Sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right) \cdot 2 + q \cdot \phi \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot \text{Cos} \left(\frac{\alpha}{2} \right) \right]$$

α , ángulo de desviación de la traza [°] centesimal.

$T_{V/2}$, [daN] Tracción del conductor con viento mitad a la temperatura indicada según la zona.

C , contrapeso [daN].

NOTA: En ocasiones, aunque el ángulo de desviación de la traza es cero, estando el apoyo en alineación, las dimensiones (o disposición) de las crucetas de los apoyos anterior y posterior pueden ser diferentes al del apoyo en estudio. Esto puede provocar

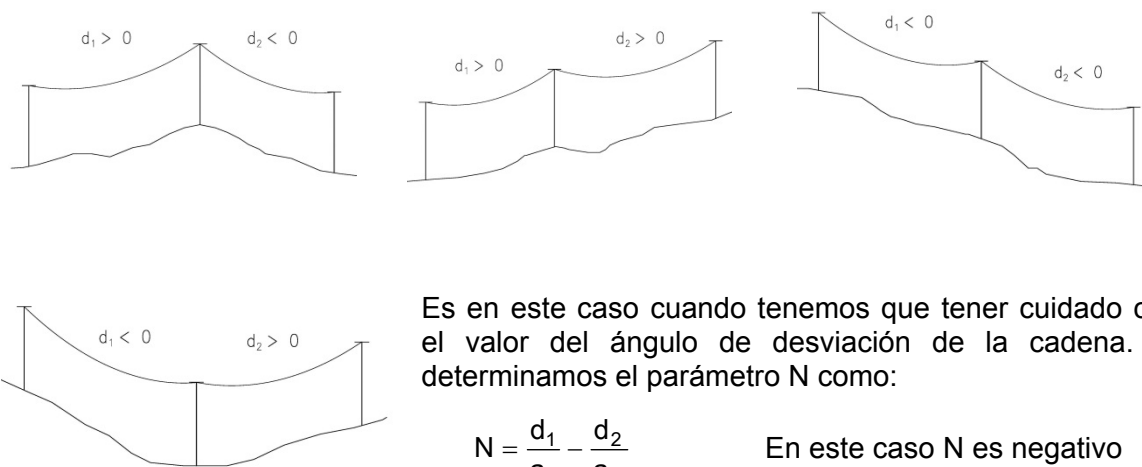
que el ángulo de desviación de la cadena de aisladores sea mayor, y por tanto habría que tenerlo en consideración.



Apoyo en alineación con aislamiento suspendido, precedido de un apoyo con aislamiento en amarre a tresbolillo.

8.4.7.1 VALORES DE LOS DESNIVELES d_1 Y d_2

Los desniveles d_1 y d_2 adoptan valores positivos o negativos dependiendo de la posición de los apoyos.



Es en este caso cuando tenemos que tener cuidado con el valor del ángulo de desviación de la cadena. Si determinamos el parámetro N como:

$$N = \frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2}$$

En este caso N es negativo

En los cálculos se considera que el viento actúa horizontalmente. En determinadas condiciones orográficas del terreno el viento puede contener una determinada componente vertical ascendente, lo que puede llevar a un aumento de las desviaciones de las cadenas por encima de las calculadas. En tales casos debe preverse un margen de seguridad estableciendo una disminución del valor del ángulo máximo admisible.

8.4.7.2 POSIBLES SOLUCIONES EN EL CASO DE DESVIACIÓN EXCESIVA DE LA CADENA DE AISLADORES

- Instalar en el apoyo aislamiento en amarre, sustituyendo las cadenas de suspensión. Habría que recalcular completamente la línea, ya que el cantón en el que está emplazado el apoyo quedaría dividido en dos.
- Elevar la altura del apoyo en estudio, reducir la altura de los colindantes, o ambos casos a la vez, hasta alcanzar un ángulo de desviación aceptable.
- Instalación de cartelas o tornillos cáncamos, para incrementar la longitud de la cadena de aislamiento, que en algunas configuraciones de armado puede ayudar a aumentar el ángulo máximo admisible de desviación.
- Replantear la colocación del apoyo en otro lugar.
- Eliminar el apoyo. Esta solución implicaría un vano muy largo, lo que supondría utilizar crucetas y apoyos de diferentes características.
- Utilizar aislamiento suspendido en “V”, con dos cadenas de aisladores. Los conductores no se desplazarán transversalmente, pero si longitudinalmente. El sistema trabaja de forma más rígida que con aislamiento vertical suspendido. Es una solución habitual y económica en crucetas de bóveda de hasta 66 kV y preferible a la de instalar cadenas de amarre. Esta solución puede no ser válida para todas las fases del apoyo. También se puede utilizar para desplazar el conductor horizontalmente, y separarlo de los conductores superiores o inferiores en zonas con problemas frecuentes de manguitos de hielo, que provocan disparos de las líneas con cortocircuitos entre fases.
- Colocación de contrapesos. Su empleo debe quedar limitado a casos excepcionales (punto 5.4.2. ITC-LAT-07), para resolver situaciones de tal tipo que se presenten en la ejecución de obras. Siendo β el ángulo admisible en el apoyo:

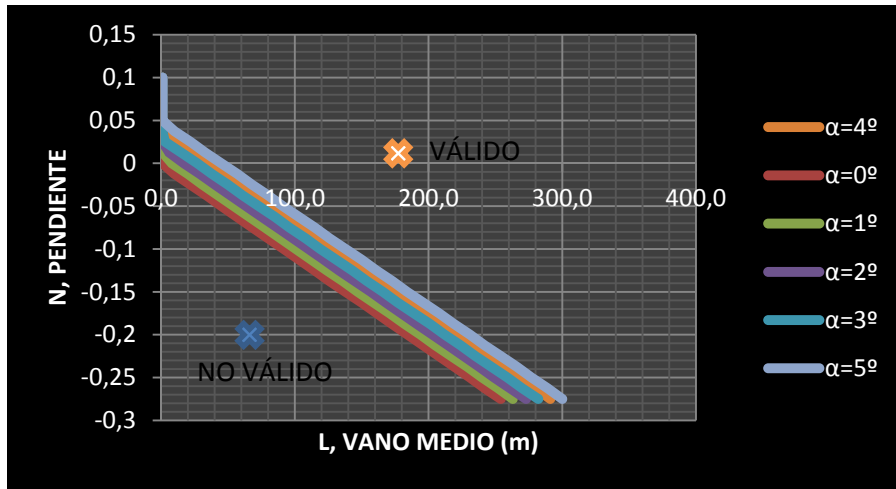


$$\operatorname{Tg}(\beta) = \frac{\frac{F_{\text{VCAD}}}{2} + F_{\text{VCOND}}}{\frac{P_{\text{CAD}}}{2} + P_{\text{COND}} + P_{\text{HERR}} + C}$$

$$C = \frac{\frac{F_{\text{VCAD}}}{2} + F_{\text{VCOND}}}{\operatorname{Tg}(\beta)} - \left(\frac{P_{\text{CAD}}}{2} + P_{\text{COND}} + P_{\text{HERR}} \right)$$

8.4.7.3 GRÁFICAS DE UTILIZACIÓN DE APOYOS Y TABLAS DE VANOS MÍNIMOS

Para cada apoyo, dependiendo de N, de α y de L (longitud del vano medio), se pueden confeccionar unas gráficas con áreas delimitadas donde se puede utilizar el apoyo por la desviación de la cadena de aisladores.



Con los mismos datos con los que se han realizado las gráficas, se pueden confeccionar unas tablas con longitudes mínimas de L (vano medio) para no superar el ángulo de desviación máximo admisible.

VANO MÍNIMO (m) POR INCLINACIÓN DE CADENAS, EN FUNCIÓN N (Pendiente) Y α, HASTA UN β _{ADMISIBLE}	
DATOS DEL APOYO	
CONDUCTOR: 483-AL1/33-ST1A LA 510 RAIL	
B _{ADMISIBLE} : 60°	
T _{v/2} : 1200 daN	
P _{cad+Pherr} : 9 daN	
n: 2	
C: 0 daN	
α	N, PENDIENTE
0	1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 10,0 22,0 34,0 45,0 57,0 68,0 80,0 92,0 103,0 115,0 126,0 138,0 150,0 161,0 173,0 184,0 196,0 208,0 219,0 231,0 242,0 254,0
1	1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 8,0 20,0 31,0 43,0 54,0 66,0 78,0 89,0 101,0 112,0 124,0 136,0 147,0 159,0 171,0 182,0 194,0 205,0 217,0 228,0 240,0 252,0 263,0
2	1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 6,0 17,0 29,0 40,0 52,0 64,0 75,0 87,0 99,0 110,0 122,0 133,0 145,0 157,0 168,0 180,0 191,0 203,0 215,0 226,0 238,0 249,0 261,0 273,0
3	1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 3,0 15,0 27,0 38,0 50,0 61,0 73,0 85,0 96,0 108,0 119,0 131,0 143,0 154,0 166,0 177,0 189,0 201,0 212,0 224,0 235,0 247,0 259,0 270,0 282,0
4	1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 13,0 24,0 36,0 47,0 59,0 71,0 82,0 94,0 105,0 117,0 129,0 140,0 152,0 163,0 175,0 187,0 198,0 210,0 222,0 233,0 245,0 256,0 268,0 280,0 291,0
5	1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 10,0 22,0 33,0 45,0 57,0 68,0 80,0 91,0 103,0 115,0 126,0 138,0 150,0 161,0 173,0 184,0 196,0 208,0 219,0 231,0 242,0 254,0 266,0 277,0 289,0 300,0

Tendremos un valor β máximo admisible. Los contrapesos se utilizan de forma excepcional; por tanto C=0.

$$Tg(\beta) = \frac{\frac{F_{VCAD}}{2} + F_{VCOND}}{\frac{P_{CAD}}{2} + P_{COND} + P_{HERR} + C} = \frac{\frac{F_{VCAD}}{2} + n \cdot \left[2 \cdot T_{v/2} \cdot \text{Sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q \cdot \phi \cdot L \cdot \text{Cos}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]}{\frac{P_{CAD}}{2} + p \cdot n \cdot \left[L + \frac{T_{v/2} \cdot N}{p_{v/2}} \right] + P_{HERR} + 0}$$

$$L = \frac{a_1 + a_2}{2} \quad p_{v/2} = \sqrt{p_p^2 + \left(\frac{q}{2} \cdot \phi\right)^2}$$

Siendo F_{VCAD}, T_{v/2}, q, φ, n, p, p_{v/2}, P_{CAD}, P_{HERR} y β valores constantes.

α = 0, 1, 2, 3, 4 y 5

$$K_1 = \frac{K_2 + K_3 \cdot [K_4 + K_5 \cdot L]}{K_6 \cdot [L + K_7 \cdot N] + K_7} \quad K_1, K_2, K_3, \dots \text{ valores constantes}$$

Queda una función con dos variables (L y N) donde damos valores a α = 0, 1, 2, 3, 4 y 5

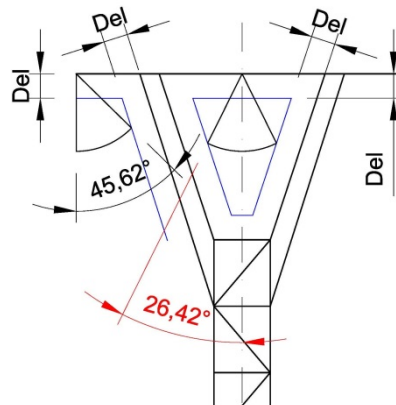
Para el cálculo del ángulo de oscilación de la cadena de aisladores, del contrapeso necesario, como para la construcción de las gráficas de utilización de apoyos y las tablas de vanos mínimos, se ha realizado la aplicación Ángulo oscilación cadena.xlsm [0].

8.4.7.4 ÁNGULO MÁXIMO QUE PUEDE DESVIARSE LA CADENA DE AISLADORES

El ángulo máximo que puede desviarse la cadena de aisladores depende de:

- La distancia reglamentaria Del (Tabla 15 punto 5.2 ITC-LAT-07).
- La longitud de la cadena de aisladores.
- La longitud de la cruceta del apoyo.

Se puede obtener el ángulo dibujando gráficamente las longitudes anteriores.



8.4.7.5 EJEMPLO DE CÁLCULO DE DESVIACIÓN DE LA CADENA DE AISLADORES

Datos

Conductor LA 635 FINCH Triplex

$$\phi = 0,03285\text{m}$$

$$\rho = 2,240560857\text{ daN/m}$$

$$\rho_p = 2,084625\text{ daN/m}$$

$$q = 25\text{ daN/m}^2$$

$$n = 3\text{cond.}$$

$$a_1 = 1100\text{m}$$

$$a_2 = 950\text{m}$$

$$d_1 = 150\text{m}$$

$$d_2 = 250\text{m}$$

$$\alpha = 15^\circ$$

$$T_{V/2} = 2000\text{daN}$$

$$P_{\text{CADENA}} = 100\text{daN}$$

$$P_{\text{HERRAJES}} = 25\text{daN}$$

$$A_i = 6\text{m}^2$$

$$\beta_{\text{admisible}} = 50^\circ$$

$$C = 0 \text{ daN}$$

Cálculos

$$P_{\text{COND}} = n \cdot p_p \cdot \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{V/2}}{p} \cdot \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] = 3 \cdot 2,08 \cdot \left[\frac{1100 + 950}{2} + \frac{2000}{2,24} \cdot \left(\frac{150}{1100} - \frac{250}{950} \right) \right] = 5702,40 \text{ daN}$$

$$P_{\text{COND}} + \frac{P_{\text{CAD}}}{2} + P_{\text{HERR}} + C = 5702,4 + \frac{100}{2} + 14 + 0 = 5777,41 \text{ daN}$$

$$F_{\text{VCOND}} = n \cdot \left[T_{V/2} \cdot \text{Sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right) \cdot 2 + q \cdot \phi \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot \text{Cos} \left(\frac{\alpha}{2} \right) \right] = 3 \cdot \left[2000 \cdot \text{Sen} \left(\frac{15}{2} \right) \cdot 2 + 25 \cdot 0,032 \cdot \left(\frac{1100 + 950}{2} \right) \cdot \text{Cos} \left(\frac{15}{2} \right) \right] = 3918,29 \text{ daN}$$

$$F_{\text{VCAD}} = q_{\text{CAD}} \cdot A_i = \frac{70}{2} \cdot 6 = 210 \text{ daN}$$

$$\beta = \text{arcTg} \left(\frac{\frac{F_{\text{VCAD}}}{2} + F_{\text{VCOND}}}{\frac{P_{\text{CAD}}}{2} + P_{\text{COND}} + P_{\text{HERR}} + C} \right) = \text{arcTg} \left(\frac{\frac{210}{2} + 3918,29}{5777,41} \right) = 34,85^\circ$$

8.4.8 CÁLCULO DEL ÁNGULO DE OSCILACIÓN LONGITUDINAL DE LA CADENA DE SUSPENSIÓN

En el momento del tendido, cuando se grapan los conductores a los extremos de las cadenas de aisladores de suspensión, estas quedan en posición vertical, lo que implica que la tracción horizontal del conductor es constante a lo largo de todo el cantón.

No obstante, teniendo en cuenta que los vanos serán de longitudes diferentes, los cambios en la temperatura del conductor, o las diferencias de sobrecarga de viento o hielo en vanos del mismo cantón pueden provocar un desequilibrio de tracciones en vanos adyacentes y una inclinación longitudinal de las cadenas de suspensión.

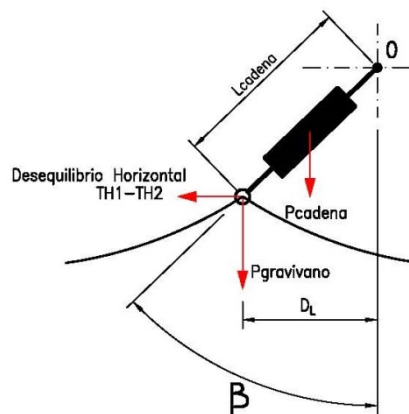
Por un lado tenemos el desvío longitudinal de la cadena de aisladores, D_L

$$D_L = L_{\text{aisladores}} \cdot \sin(\beta)$$

Para un determinado desplazamiento D_L , el ángulo de oscilación se puede calcular como $\arcsen\left(\frac{D_L}{L_{\text{aisladores}}}\right)$.

El desequilibrio necesario para producir este desplazamiento se puede calcular como

$$\text{DesequilibrioHorizontal} = TH_1 - TH_2 = \text{tg}(\beta) \cdot \left(V_{\text{gravivano}} + \frac{V_{\text{cadena}} \cdot \text{aisladores}}{2} \right)$$



Por otro lado, tenemos el comportamiento del conductor, que en el momento del engrapado las cadenas de suspensión se dispusieron en posición vertical. Se puede utilizar la Ecuación de Cambio de Condiciones considerando ambos vanos como cantones, y obtener las tensiones horizontales a otra temperatura y/o sobrecarga. Si los vanos son de diferente longitud, ante un cambio significativo de temperatura y/o sobrecarga, las tensiones a cada lado serán diferentes. Para compensar de forma natural el desequilibrio se producirá un desplazamiento longitudinal de la cadena de aisladores hacia la tensión mayor, la cual se reducirá, aumentando la tensión menor, hasta casi igualarse, y se alcanzarse el equilibrio de la cadena. La igualdad de tensiones no llegará a ser total, ya que debe quedar un desequilibrio residual entre ambas que sirva precisamente para inclinar la cadena.

El desequilibrio de los conductores, debido a cambios de temperatura y/o sobrecarga se pueden calcular con el parámetro Slack, que junto con las fórmulas anteriores de desviación de la cadena, y mediante un proceso iterativo de cálculo, podremos obtener el desplazamiento de la cadena, el esfuerzo resultante y el ángulo de oscilación.

8.4.8.1 PROCESO DE CÁLCULO. EJEMPLO

DATOS NECESARIOS

Conductor DRAKE

Peso propio= 1,597 daN/m

Peso inicial=1,597 daN/m

Peso final= 1,597 daN/m

Sección=468 mm²

E=7390 daN/m²

$\alpha=0,0000195^{\circ}\text{C}^{-1}$

Peso de la cadena de aisl.=89 daN

Longitud de la cadena=1,8 m

Número de conductores por punto de sujeción=1

Vano izquierdo, $a_1=250$ m

Vano derecho, $a_2=350$ m

Desnivel izquierdo, $d_1=0$ m

Desnivel derecho, $d_2=0$ m

Tensión horizontal inicial=3500 daN

Temperatura inicial=15°C

Temperatura inicial=100°C

PASO 1. Ecuación de Cambio de Condiciones. Considera como cantones.

(TH₁) Vano izquierdo (100 °C)=1947,76 daN

(TH₂) Vano izquierdo (100 °C)=2336,82 daN

TH₁-TH₂=389,06 daN

PASO 2. ¿Hacia dónde girará la cadena?

En el caso de que la temperatura aumente: La cadena girará hacia el vano de mayor longitud. Por tanto la tensión mayor estará en el vano de mayor longitud.

En el caso de que la temperatura disminuya: La cadena girará hacia el vano de menor longitud. Por tanto la tensión mayor estará en el vano de menor longitud.

En el ejemplo, la cadena girará hacia el vano derecho.

PASO 3. Calculamos el peso del gravivano.

Si el peso del conductor más la mitad del peso de la cadena es negativo, no aplica hacer el cálculo porque significará que la cadena se ha volteado hacia arriba.

Peso=Pgravivano+Pcadena/2=523,6 daN

PASO 4. Parámetro Slack en el estado inicial.

$$Sl_1=l_1-a_1=0,4379 \text{ m} \quad l_1 = \sqrt{d_1^2 + 2 \cdot \left(\frac{TH_1}{p}\right)^2 \cdot \left[\cosh\left(\frac{a_1 \cdot p}{TH_1}\right) - 1\right]}$$

$$Sl_2=l_2-a_2=0,834956 \text{ m} \quad l_2 = \sqrt{d_2^2 + 2 \cdot \left(\frac{TH_2}{p}\right)^2 \cdot \left[\cosh\left(\frac{a_2 \cdot p}{TH_2}\right) - 1\right]}$$

PASO 5. Cálculo iterativo.

Damos valores a D_L, desde 0,001 m hasta 5,000 m, con incrementos de 0,001 m.

En el caso de que a_1 y a_2 sean iguales, o la temperatura inicial y final sean también iguales, no aplica realizar el cálculo.

El proceso iterativo finalizará cuando $D_L > 5,000$ m, o también cuando la tensión horizontal teórica mayor, sea menor a la tensión horizontal teórica menor.

El valor de D_L correcto será el que provoque un desequilibrio casi igual entre los conductores ($TH_1 - TH_2$) y el desequilibrio que provoca el desvío de la cadena

$$\text{tg}(\beta) \cdot \left[P_{\text{gravivano}} + \frac{P_{\text{cadena}}}{2} \right].$$

El valor de D_L se sumará al parámetro Slack inicial de mayor tensión ($SI = l - a + D_L$) y se restará al parámetro Slack inicial de menor tensión ($SI = l - a - D_L$). Esto anterior se puede explicar de otra forma; el vano de mayor tensión se reducirá, y por tanto

$SI = l - (a - D_L) = l - a + D_L$. El vano de menor tensión se aumentará, por tanto $SI = l - (a + D_L) = l - a - D_L$.

La solución del ejemplo es $D_L = 0,0919$ m.

Restamos el valor D_L a los parámetros Slack iniciales

$$SI_1' = l_1 - a_1 - D_L = 0,346 \text{ m}$$

$$SI_2' = l_1 - a_1 - D_L = 0,9268 \text{ m}$$

Utilizamos un proceso iterativo (Método de la bisección) para calcular los valores TH_1 y TH_2 que produzcan un valor SI los más parecido a los valores iniciales SI_1' y SI_2'

$$TH_1 = 2919,091 \text{ daN}$$

$$TH_2 = 2218,031 \text{ daN}$$

$$TH_1 - TH_2 = 26,9397 \text{ daN}$$

Este valor D_L tiene que provocar un desequilibrio igual para desviar la cadena de aisladores

$$TH_1' - TH_2' = \text{tg}(\beta) \cdot \left[P_{\text{gravivano}} + \frac{P_{\text{cadena}}}{2} \right]$$

$$\text{El ángulo de oscilación es igual a } \beta = \arcsen\left(\frac{D_L}{L_{\text{aisladores}}}\right) = 2,93^\circ$$

El desequilibrio de tracciones se ha reducido de 389,06 daN a 26,94 daN. Este último desequilibrio residual es el necesario para inclinar la cadena de aisladores 9,19 cm.

8.4.8.2 NORMAS PARTICULARES DE LAS EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN

Iberdrola Distribución Eléctrica, aplica una norma en sus líneas aéreas de hasta 66 kV, de no instalar cadenas de suspensión en dos vanos contiguos, donde la longitud de uno de ellos sea mayor del doble que la longitud del otro vano. En ese caso instala cadenas de amarre. Con esto elimina que las cadenas de suspensión se desvíen en exceso longitudinalmente.

8.4.9 ESFUERZO MECÁNICO SOBRE LA CADENA DE AISLADORES

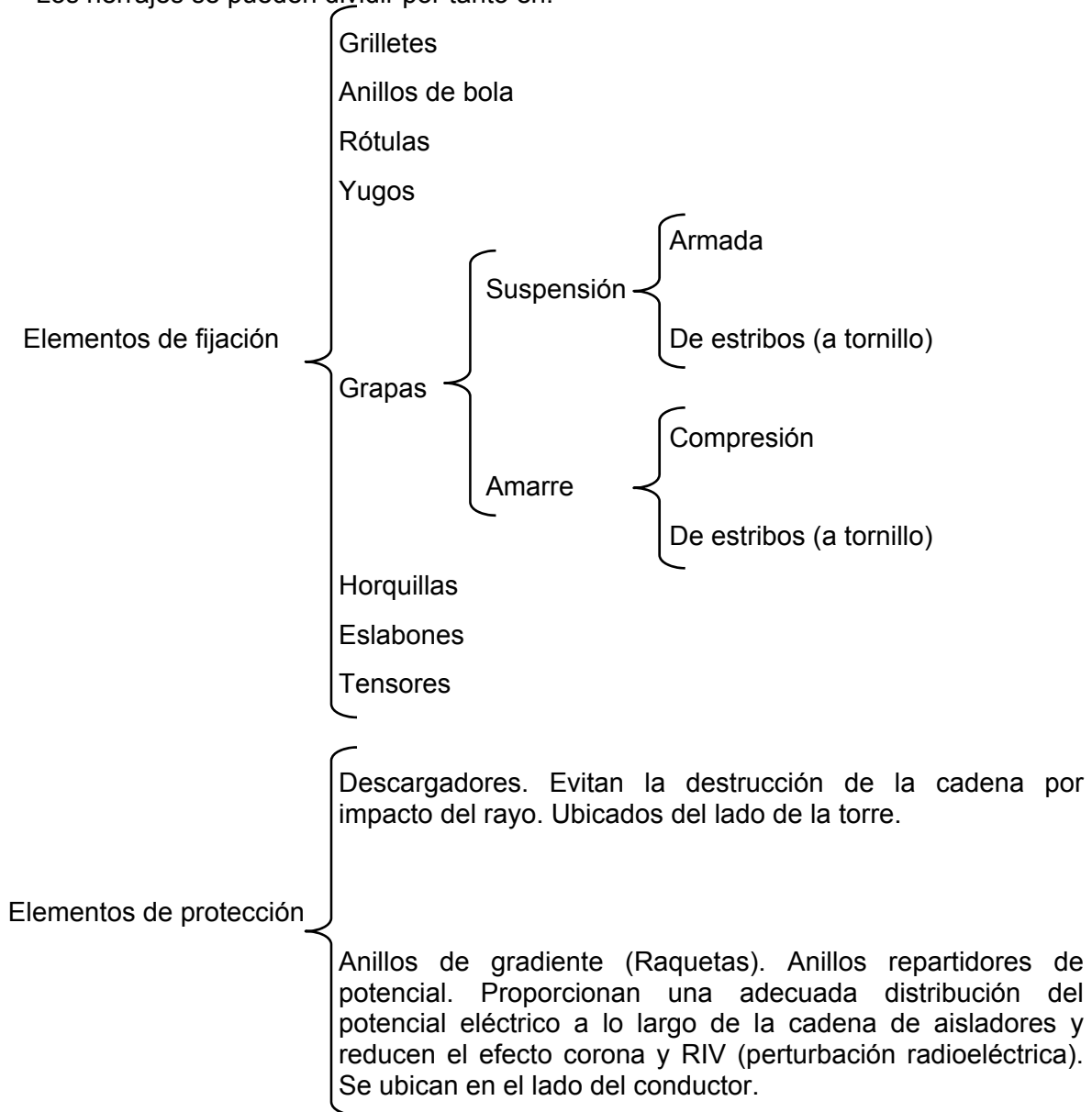
8.4.9.1 ELEMENTOS DE LA CADENA DE AISLADORES

La cadena de aisladores está compuesta por el aislador y por los herrajes.

Los herrajes son todos los elementos utilizados para la fijación de los aisladores al apoyo y al conductor, los elementos de fijación del cable de tierra al apoyo y los elementos de protección eléctrica de los aisladores.

Los aisladores normalmente comprenden cadenas de unidades de aisladores del tipo caperuza y vástago o del tipo bastón. Pueden ser fabricados usando materiales cerámicos (porcelana), vidrio, aislamiento compuestos de goma de silicona, poliméricos u otro material de características adecuadas a su función.

Los herrajes se pueden dividir por tanto en:



Existen otros tipos de elementos considerados accesorios tales como:

- Amortiguadores

- Separadores
- Separadores-Amortiguadores
- Amortiguadores tipo Stockbridge
- Contrapesos
- Balizas
- Salvapájaros (dispositivo anticolidión para la avifauna)
- Dispositivos de protección contra el galope
- Varillas preformadas de protección

Los aisladores tienen que satisfacer los requisitos exigidos en el punto 2.3 y 3.4 de la ITC-LAT-07.

Los herrajes y accesorios tienen que satisfacer los requisitos exigidos en el punto 2.2 y 3.3 de la ITC-LAT-07 y en los puntos 3.6 y 4.6 de la ITC-LAT-08.

8.4.9.2 REQUISITOS MECÁNICOS

Los herrajes y aisladores sometidos a tensión mecánica, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobare sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5 (CONSULTA AL FABRICANTE).

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento. La resistencia mecánica correspondiente a una cadena múltiple puede tomarse igual al producto del número de cadenas que la forman por la resistencia de cada cadena simple, siempre que, tanto en estado normal como con alguna cadena rota, la carga se reparte por igual entre todas las cadenas intactas (ITC-LAT-07 punto 3.3).

Las grapas de amarre del fiador deberán soportar, como mínimo, el 90% de la carga de rotura del fiador o cable de fase, sin que se produzca su deslizamiento (ITC-LAT-08 punto 4.6).

8.4.9.3 PRESCRIPCIONES ESPECIALES DEL RLAT

Punto d.2) apartado d) punto 5.3 ITC-LAT-07

En el caso de aisladores de cadena, la fijación podrá ser efectuada de una de las formas siguientes:

a) Con dos cadenas horizontales de amarre por conductor, una a cada lado del apoyo.

b) Con una cadena sencilla de suspensión, en la que los coeficientes de seguridad mecánica de herrajes y aisladores sean un 25% superior a los establecidos en los apartados 3.3 y 3.4, o con una cadena de suspensión doble. En estos casos deberá adoptarse alguna de las siguientes disposiciones:

b.1. Refuerzo del conductor con varillas de protección (armod rod).

b.2. Descargadores o anillos de guarda que eviten la formación directa de arcos de contorneamiento sobre el conductor.

b.3. Varilla o cables fiadores de acero a ambos lados de la cadena, situados por encima del conductor y de longitud suficiente para que quede protegido en la zona de formación del arco. La unión de los fiadores al conductor se hará por medio de grapas antideslizantes.

Punto c) punto 6.2 ITC-LAT-08

Los accesorios de fijación del fiador o de los conductores recubiertos serán antideslizantes.

8.4.9.4 ESFUERZO MECÁNICO EN LAS CADENAS DE AISLADORES

En el caso de cadenas de suspensión, el esfuerzo mecánico a soportar será el **peso del conductor** en las condiciones más desfavorables.

En el caso de cadenas de amarre, el esfuerzo mecánico a soportar será **la tensión del punto de sujeción provocada por el conductor que este ubicado más alto del vano** (no la tensión horizontal que aparece en las tablas de cálculo mecánico del conductor) (ver punto 4.2.6 del capítulo 4).

La carga de rotura mínima que tiene que soportar la cadena será:

CARGA MÍNIMA DE ROTURA=ESFUERZO x CS_RLAT x COEFICIENTE P.E.

ESFUERZO, esfuerzo mecánico a soportar.

CS_RLAT, coeficiente de seguridad según RLAT (2,50 si se ha ensayado sist. o 3,00).

COEFICIENTE P.E., coeficiente prescripción especial (si 1,25, no 1,00).

El coeficiente de seguridad del aislador o herraje (CS_ELEMENTO):

$$CS_ELEMENTO = \frac{\text{CargaDeRoturaDelElemento}}{\text{ESFUERZO} \times \text{COEFICIENTE_P.E.}}$$

Que tiene que ser mayor que el coeficiente de seguridad según RLAT:

$$CS_ELEMENTO > CS_RLAT$$

Primero podemos determinar la carga mínima de rotura que tiene que soportar la cadena. A continuación este valor lo podemos comparar con la carga de rotura del aislador y los herrajes elegidos.

Las cargas de rotura de los distintos elementos son indicadas por el fabricante, a excepción de las grapas de amarre, que el RLAT establece que sea del 95% de la carga de rotura del conductor, en el caso de conductores desnudos, y del 90% en el caso de cables unipolares aislados reunidos en haz.

Tendremos que hacerlo para cada uno de los apoyos.

Habrá que tener en cuenta si el fabricante ha comprobado sistemáticamente mediante ensayos la carga de rotura (CS_RLAT=2,5, o CS_RLAT=3 en caso contrario), y si en el apoyo se han de aplicar prescripciones especiales.

Como existen en cada cadena varios herrajes, habrá que elegir el que menor carga de rotura tenga. Como se puede comprobar en la bibliografía [2], normalmente es la grapa la que tiene menor carga de rotura.

Recordar que aparte de la carga de rotura, los herrajes se tienen que elegir según el diámetro del conductor.

Para ayudarnos, podemos utilizar una tabla como esta:

ESFUERZO MECÁNICO EN LAS CADENAS DE AISLADORES

NÚMERO DE APOYO	¿CARGA MÍNIMA DE ROTURA COMPROBADA A SISTEMÁTICA MEDIANTE ENSAYO? [SI/NO]	APLICACIÓN DE PRESCRIPCIONES ESPECIALES [SI/NO]	TIPO DE AISLAMIENTO	AISLADORES					HERRAJES				
				ESFUERZO A SOPORTAR [daN]	CARGA DE ROTURA [daN]		COEFICIENTE DE SEGURIDAD		ESFUERZO A SOPORTAR [daN]	CARGA DE ROTURA [daN]		COEFICIENTE DE SEGURIDAD	
					MÍNIMA A SOPORTAR	DEL AISLADOR	DEL AISLADOR	REGLEMENTARIO		MÍNIMA A SOPORTAR	DE LOS HERRAJES	DE LOS HERRAJES	REGLEMENTARIO
125	SI	SI	SUSPENSIÓN SENCILLA	2500,0	7812,5	10194,0	3,26	2,50	2500,0	7812,5	10000,0	3,20	2,50

Carga mínima de rotura = $2500 \times 2,5 \times 1,25 = 7812,50$ daN

Coefficiente de seguridad proyectado = $\frac{10194}{2500 \times 1,25} = 3,26$

8.4.9.5 DIFERENTES CONSIDERACIONES EN LAS CADENAS DE AISLADORES

REE

Las cadenas de amarre serán siempre dobles excepto en el vano apoyo fin de línea-pórtico, cuando esté destensado y se utilicen aisladores de vidrio.

Las grapas de suspensión serán armadas. Cuando el ángulo de salida de la grapa supere en cualquiera de los lados 20° , o cuando la suma de ambos ángulos sea mayor de 30° , las grapas de suspensión armadas, serán dobles. También se instalarán en cruces con Autopistas, Autovías y Carreteras Nacionales, ferrocarriles y ríos o canales navegables.

Las grapas de amarre serán de compresión.

En determinadas zonas con un alto nivel de contaminación se podría exigir que todos los herrajes que compongan las cadenas sean de acero inoxidable.

Se instalarán separadores y contrapesos en los puentes flojos de los apoyos en amarre.

Los aisladores irán equipados con anillos de gradiente de potencial y descargadores.

Como norma general, se utilizarán aisladores de vidrio en toda la península, excepto en la franja comprendida entre 0 y 30 km de la costa del arco mediterráneo y la costa atlántica de Cádiz y Huelva. No aplicable a la costa del Cantábrico ni la atlántico de Galicia.

Ángulo de salida: Es el ángulo entre las tangentes en los puntos de inflexión de la curva del conductor. El ángulo es la suma vectorial de los dos ángulos de las flechas y el ángulo de la línea.

UFD e IBERDROLA

El aislamiento prioritario será el compuesto, respecto a los aisladores de vidrio. Admitiéndose el uso del vidrio, para soluciones singulares en las que el composite resulte crítico; como por ejemplo, líneas en las que las distancias a masa en caso de usar composite puedan estar comprometidas, o líneas que, por su ubicación, planteen problemas de accesibilidad a la hora de determinar el estado de los aislamientos, siendo preciso determinar su estado a simple vista.

En líneas de tensión igual a 220 kV se incorporarán siempre al menos un anillo de potencial en el extremo más próximo al conductor.

En aquellos cruzamientos en los que el proyectista considere que son de especial relevancia, y en los que pudiera ser razonable aumentar los coeficientes de seguridad reglamentarios, se instalarán cadenas con doble aislamiento.

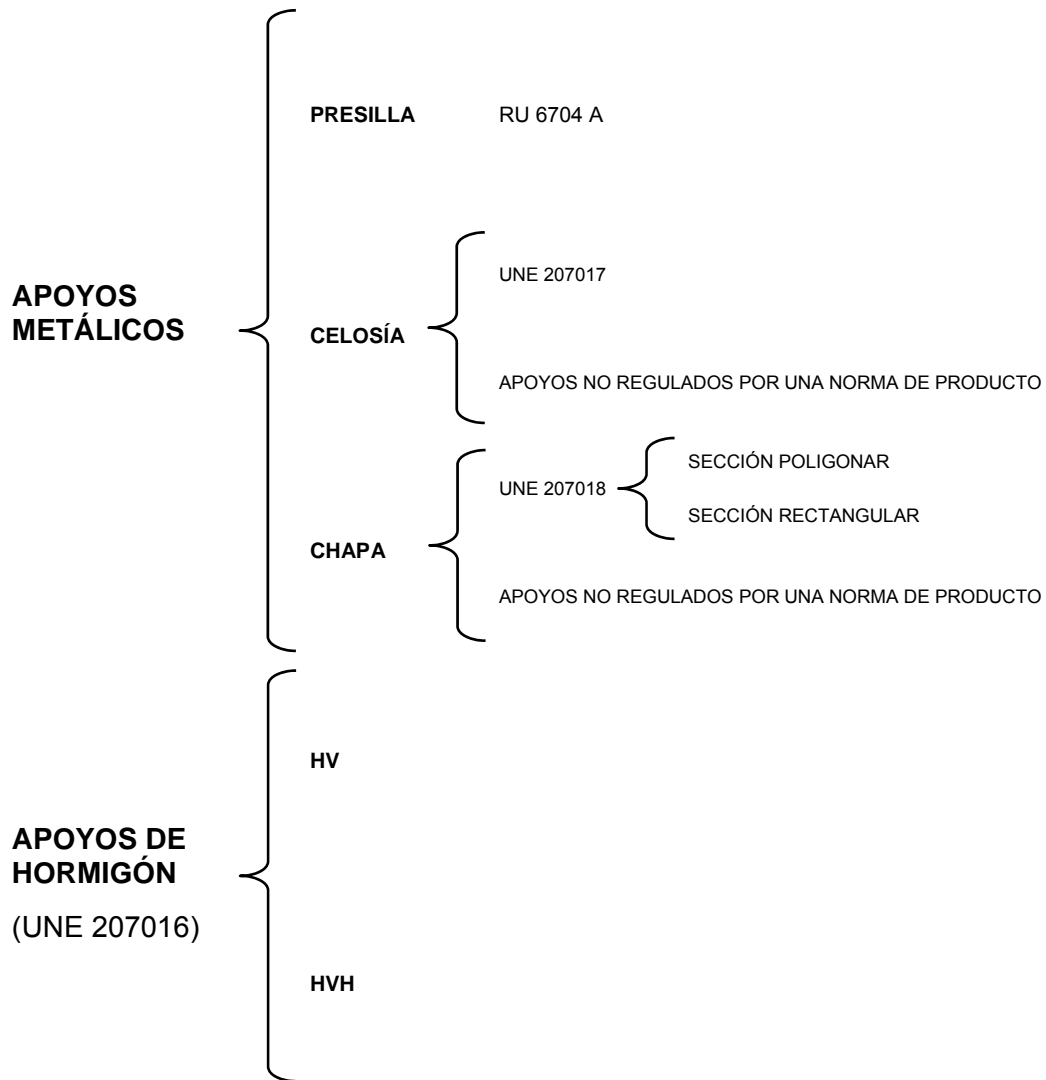
A partir de conductores con diámetro igual o superior al LA-180, se utilizarán grapas de compresión, en vez de grapas de tornillo.

El aislamiento en V, evita la oscilación transversal en las cadenas de suspensión.

En cruzamientos se instalarán cadenas de suspensión armada.

8.5 TIPOS DE APOYOS PARA LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN

8.5.1 TIPOS DE APOYOS



8.5.2 APOYOS DE CELOSÍA

Son los apoyos más empleados en líneas de alta tensión. Se pueden distinguir dos tipos:

1. Los apoyos de celosía utilizados para líneas aéreas de hasta 30 kV, contruidos según la norma UNE 207017:2010. No se excluye su uso para tensiones superiores, siempre que no se sobrepase la resistencia mecánica del apoyo.
2. Los grandes apoyos de celosía para líneas de $U \geq 45$ kV, que no están regulados por una norma de producto, y que se construyen cumpliendo los principios básicos del RLAT.

8.5.2.1 ECUACIÓN RESISTENTE. MAYORIZACIÓN DE LAS CARGAS VERTICALES. APOYOS SEGÚN UNE 207017:2010

La carga máxima vertical centrada que puede soportar el apoyo, puede ser superior si las cargas horizontales, L o T, son menores a las cargas horizontales máximas que puede soportar.

Las cargas verticales no representan, en general, una penalización apreciable sobre los apoyos, pero si sobre las crucetas.

En el punto 5.1 “Ecuación resistente” de la UNE 207017:2010, se indican las condiciones para poder aumentar la carga vertical del apoyo proyectado.

En la bibliografía [1] se demuestra todo lo indicado anteriormente.

8.5.2.2 ESFUERZO SIMULTÁNEO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

A la hora de calcular las diferentes hipótesis especificadas por el RLAT, se puede dar el caso de tener simultáneamente esfuerzos longitudinales y transversales (como en apoyos de fin de línea en la 1ª hipótesis, o apoyos de ángulo en la hipótesis de desequilibrio de tracciones o tenses diferentes en los vanos, o apoyos con derivación).

Si un determinado esfuerzo aplicado al apoyo no está dirigido según uno de los ejes de simetría, no puede utilizarse el supuesto de que el esfuerzo se reparta por igual entre las dos caras paralelas del apoyo, resultando sobre uno de los montantes un esfuerzo superior al que resultaría si el esfuerzo aplicado tuviese la dirección del eje.

En los apoyos de presilla (RU 6704A), celosía (UNE 207017:2010), chapa (UNE 207018) y hormigón (UNE 207016), se ensayan sometiendo al apoyo a cargas verticales junto con transversales o longitudinales, **pero no a la vez con cargas transversales y longitudinales**. Por tanto, cuando se de este caso, es necesario reducir la resultante de esos dos esfuerzos (longitudinales y transversales) según una de las direcciones del apoyo, normalmente la dirección principal. A esta resultante se le llama esfuerzo equivalente L_{eq} , dirigido según el eje de simetría, produce el mismo esfuerzo sobre el montante más cargado que el esfuerzo desviado.

Para el caso de apoyos de celosía, cuya base sea cuadrada, se puede calcular como la suma aritmética:

$$L_{eq} = L + T$$

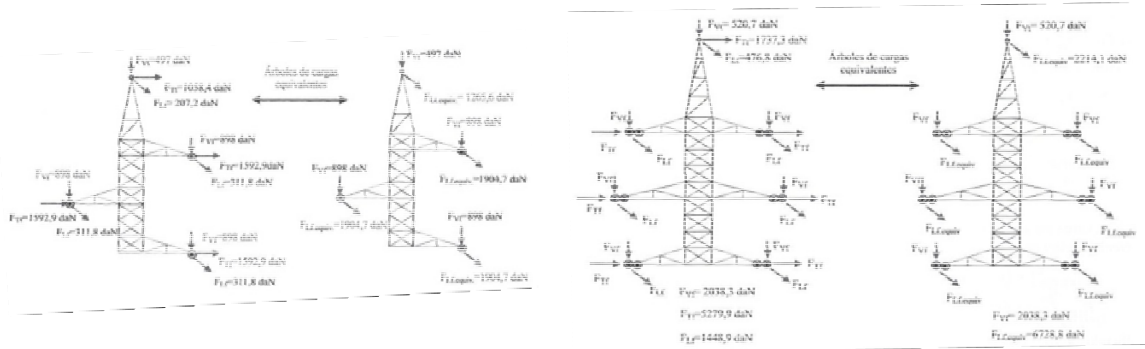
L, esfuerzos longitudinales

T, esfuerzos transversales

Todo esto es también válido para apoyos de chapa de base cuadrada.

En caso de otro tipo de apoyos metálicos que no sean de base cuadrada o apoyos de hormigón, la obtención del esfuerzo equivalente según una única dirección se complica teniendo que calcular los esfuerzos máximos y comprobar que no se superan las tensiones admisibles del material.

Todo lo anterior es aplicable en apoyos de celosía no regulados por la norma UNE:207017:2010, de base cuadrada, y con árboles de carga (bibliografía [1]).



8.5.2.3 RU 6704B DE 1995

En la norma UNE 207017:2010 no existen apoyos para más de 9000 daN de esfuerzo nominal horizontal. Sin embargo, la antigua recomendación RU 6704 de 1995 especifica apoyos con esfuerzo útil de hasta 13000 daN. En la bibliografía [1] se encuentran sus características.

8.5.3 APOYOS DE HORMIGÓN. UNE 207016

8.5.3.1 DEFINICIÓN DE APOYO DE HORMIGÓN REFORZADO

Se presentan a continuación varias definiciones de la norma UNE 207016, para aclarar el concepto de reforzado, y que solo es aplicable a los apoyos HV, y no para los HVH.

POSTE DE HORMIGÓN TIPO HV

Poste de hormigón armado vibrado cuya forma geométrica es la de una viga troncopiramidal de sección exterior rectangular, maciza en sus dos primeros metros a partir de la cogolla y con sección en forma de "I", reforzada con nervios en el resto de su longitud.

POSTE DE HORMIGÓN TIPO HVH

Poste de hormigón armado vibrado hueco cuya forma geométrica es la de una viga troncopiramidal de sección exterior cuadrangular, maciza en la zona de la cabeza, y hueca en el resto de su longitud. La forma de la sección hueca puede ser poligonal o circular.

POSTE NORMAL

Es el poste proyectado para soportar el esfuerzo nominal F a una distancia $h_4=0,25$ m por debajo de la cogolla. **Los postes HVH son normales.**

POSTE REFORZADO

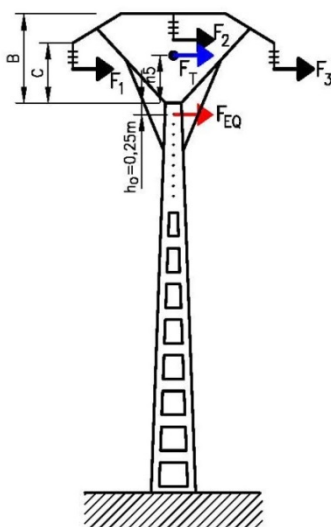
Es el poste proyectado para soportar indistintamente el esfuerzo nominal F a la distancia h_4 por debajo de la cogolla o un esfuerzo útil $K \cdot F$ a una distancia h_5 por encima de la cogolla que representa la posición de la resultante de los esfuerzos aplicados.

Para $h_5=0,75$ m, $K=0,9$

Para otros valores de h_5 , $K = \frac{5,4}{h_5 + 5,25}$

Los postes HV son reforzados.

8.5.3.2 ESFUERZOS EN APOYOS HV CON BÓVEDA



El esfuerzo útil se aplica a $h_0=0,25$ m

$$h_5 = \frac{\sum F_i \cdot d_i}{\sum F_i} = \frac{F_1 \cdot c + F_2 \cdot b + F_3 \cdot c}{F_1 + F_2 + F_3}$$

$$\text{Si } F_1=F_2=F_3, \text{ entonces } h_5 = \frac{2 \cdot c + b}{3}$$

$$K = \frac{5,4}{h_5 + 5,25} \quad \text{según punto 3.11 de la UNE 207016}$$

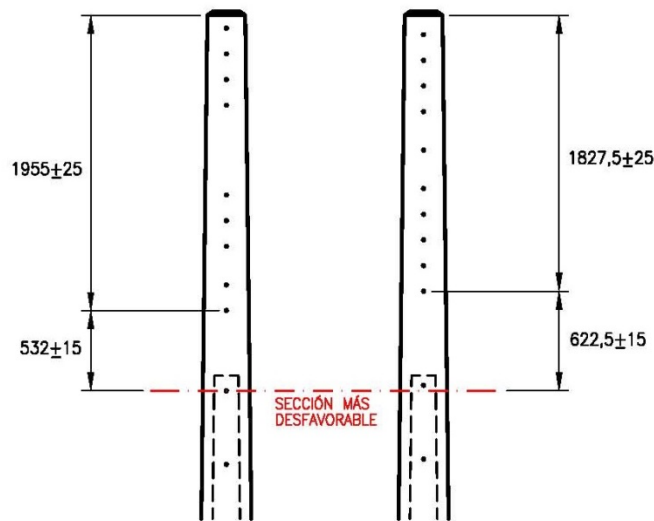
$$F_{EQ} = \frac{\sum F_i}{K} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{K}$$

8.5.3.3 ESFUERZOS EN APOYOS HVH CON BÓVEDA

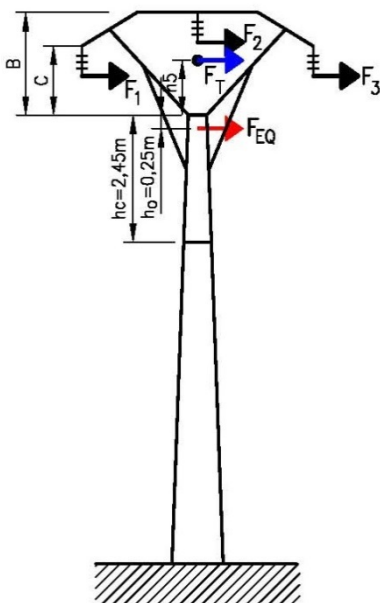
Los apoyos HVH son normales (UNE 207016) y NO son reforzados. Por tanto no aplica utilizar la fórmula $K = \frac{5,4}{h_5 + 5,25}$ según punto 3.11 de la UNE 207016.

Según [1], “cuando se encuentran los puntos de sujeción de los conductores por encima de cogolla, el momento a que estará sometido el apoyo respecto de la línea de tierra será inferior al admisible, por lo que el apoyo realmente no romperá por este punto, sino por su sección más débil según su constitución, por ejemplo, a la altura de la unión de la cabeza y el fuste. Debido a todas estas consideraciones se deberán **tomar momentos a la altura de la sección más débil**”.

Según la UNE 207016



Podemos considerar la SECCIÓN MÁS DESFAVORABLE a 2,45 m de la cogolla



El esfuerzo útil se aplica a $h_0=0,25$ m. La sección más débil se encuentra a 2,45 m de cogolla.

$$h_5 = \frac{\sum F_i \cdot d_i}{\sum F_i} = \frac{F_1 \cdot c + F_2 \cdot b + F_3 \cdot c}{F_1 + F_2 + F_3}$$

Si $F_1=F_2=F_3$, entonces $h_5 = \frac{2 \cdot c + b}{3}$

$$F_{EQ} \cdot (h_c - h_0) = F_T \cdot (h_5 + h_c) = (F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h_5 + h_c)$$

$$F_{EQ} = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (h_5 + 2,45)}{2,20} \quad K = \frac{2,20}{h_5 + 2,45}$$

$$F_{EQ} = \frac{\sum F_i}{K} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{K}$$

8.5.3.4 ESFUERZO SIMULTÁNEO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

Para examinar los distintos casos que se pueden presentar, denominaremos:

$$R_N = \frac{\text{EsfuerzoNominalPrincipal}}{\text{EsfuerzoÚtilSecundario}} = \frac{F}{FS}$$

$$R_U = \frac{\text{EsfuerzoNominalPrincipal}}{\text{EsfuerzoÚtilSecundario}} = \frac{F}{FS - \text{EsfuerzoVientoApoyo}}$$

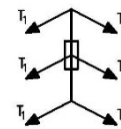
Esfuerzo Útil Secundario=(Esfuerzo nominal secundario) –(Esfuerzo del viento sobre la cara del apoyo, reducido al punto de aplicación del esfuerzo nominal).

Nominal, valor nominal es aquel para el que está diseñado el aparato.

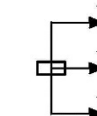
8.5.3.4.1 Elección de apoyos en el caso de que la dirección del esfuerzo NO coincida con la del eje de simetría

Este caso se presenta en:

- Desequilibrio de tracciones en apoyos de ángulo.



- Apoyos de fin de línea y anclaje en hipótesis de viento.



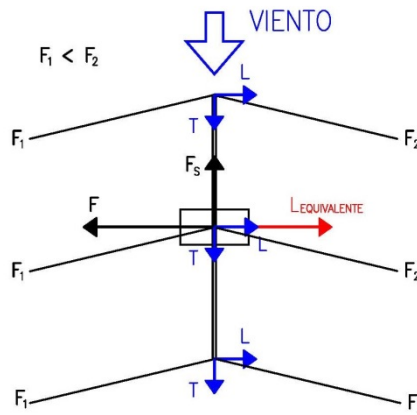
En los apoyos de chapa y hormigón, realmente el cálculo del esfuerzo equivalente en la dirección del eje de simetría ($F_{EQUIVALENTE}$), debe efectuarse de acuerdo con los datos e información facilitados por el fabricante.

No obstante, **en ausencia de esta información**, y descompuestos todos los esfuerzos en otros dos dirigidos según los ejes de simetría del apoyo, se propone el procedimiento de calcular el esfuerzo $F_{EQUIVALENTE}$ como suma de los dos siguientes sumandos:

- 1) Esfuerzo en la dirección de la cara de mayor resistencia (Esfuerzo_{MR}).
- 2) Esfuerzo en la dirección de la cara de menor resistencia (Esfuerzo_{mr}) mayorado multiplicando por
 - R_N , cuando no hay que considerar viento sobre dicha cara.
 - R_U , cuando haya que considerar viento sobre dicha cara.

No aplica calcular el esfuerzo simultáneo si uno de los dos sumandos, L o T, es igual a cero.

APOYO DE ÁNGULO. HIPÓTESIS 3ª



$$L_{EQUIVALENTE} = \text{Esfuerzo}_{MR} + \text{Esfuerzo}_{mr} \cdot R_N = T + L \cdot R_N = T + L \cdot \frac{F}{F_S}$$

$$L_{EQUIVALENTE} < F$$

EJEMPLO

Datos

Apoyo HV-1600 $F=1600$ daN $F_S=600$ daN

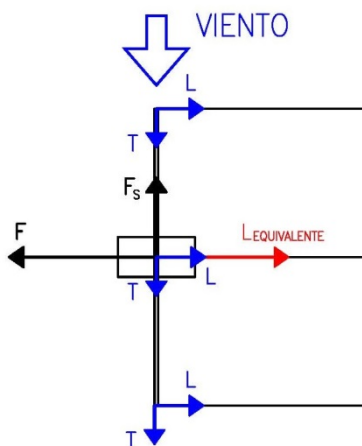
Esfuerzo a soportar por fase: $L=200$ daN $T=166,6$ daN

Esfuerzo del viento sobre lado secundario del apoyo= 150 daN

$$L_{EQUIVALENTE} = \text{Esfuerzo}_{MR} + \text{Esfuerzo}_{mr} \cdot R_N = 3 \cdot 166,6 + 3 \cdot 200 \cdot \frac{1600}{600} = 2100 > 1600 \text{ daN}$$

No cumple

APOYO FIN DE LÍNEA. HIPÓTESIS 1ª



$$L_{EQUIVALENTE} = \text{Esfuerzo}_{MR} + \text{Esfuerzo}_{mr} \cdot R_U = L + T \cdot R_U = L + T \cdot \frac{F}{F_S - \text{EsfuerzoVientoApoyo}}$$

$$L_{EQUIVALENTE} < F$$

EJEMPLO**Datos**

Apoyo HV-1600 $F=1600$ daN $F_s=600$ daN

Esfuerzo a soportar por fase: $L=333$ daN $T=66,6$ daN

Esfuerzo del viento sobre lado secundario del apoyo= 150 daN

$$L_{\text{EQUIVALENTE}} = \text{Esfuerzo}_{MR} + \text{Esfuerzo}_{mr} \cdot R_U = 333 \cdot 3 + 66,6 \cdot 3 \cdot \frac{1600}{600 - 150} = 1710,1 \text{ daN} > 1600 \text{ daN}$$

No cumple

8.5.3.5 ESFUERZO VERTICAL QUE SOPORTAN

En la norma UNE 207016 no se indican en las tablas correspondientes los esfuerzos verticales que soportan los apoyos de hormigón. Solo en el punto 8 “Línea de vida” se indica que para un coeficiente de seguridad global a rotura no inferior a 1,5, el esfuerzo vertical en el punto de anclaje de la línea de vida será de 600 daN, simultáneo con un esfuerzo horizontal en el sentido secundario y principal (FS y F respectivamente).

En las líneas de alta tensión suele ser más determinante el esfuerzo que soporta el armado, anclado al apoyo de hormigón, que el esfuerzo que soporta el propio apoyo.

En las líneas de baja tensión, nos podemos guiar por el esfuerzo de 600 daN. Por ejemplo, un RZ-150 tiene un peso de 2,1 daN/m. Podríamos tener un gravivano de hasta 300 m sin problemas con el esfuerzo del apoyo.

8.5.3.6 ESFUERZO SOBRE EL APOYO DEBIDO A LA PRESIÓN DEL VIENTO

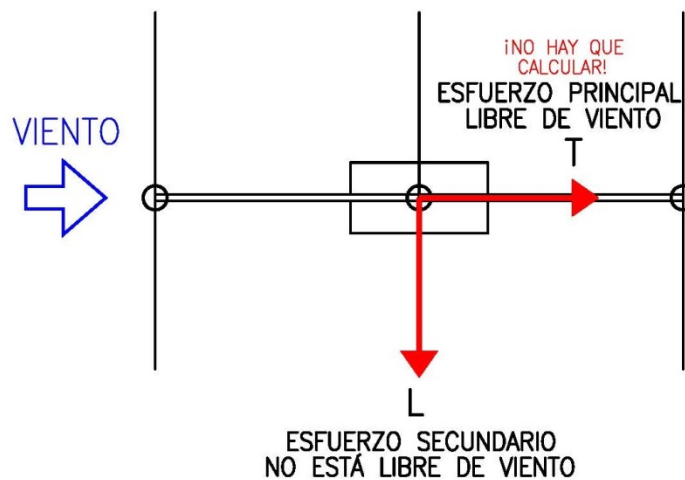
Los apoyos de hormigón según la norma UNE 207016, tanto los HV como los HVH, soportan un esfuerzo principal F y un esfuerzo secundario F_S . En el caso de los HV, F es en la dirección de lado de mayor longitud, y F_S del lado menor. En el caso de los HVH, aunque sus lados son iguales, habrá que asignar el lado que soporta el esfuerzo principal F y el esfuerzo secundario F_S .

Tanto en los HV como en los HVH, el esfuerzo secundario F_S no está libre del viento, y por tanto, habrá que calcular el esfuerzo que provoca la presión que ejerce este si se encuentra en su dirección. El esfuerzo principal F si está libre de viento, y si coincide con la dirección del viento, no habrá que calcular dicho esfuerzo.

Se pueden dar los siguientes casos:

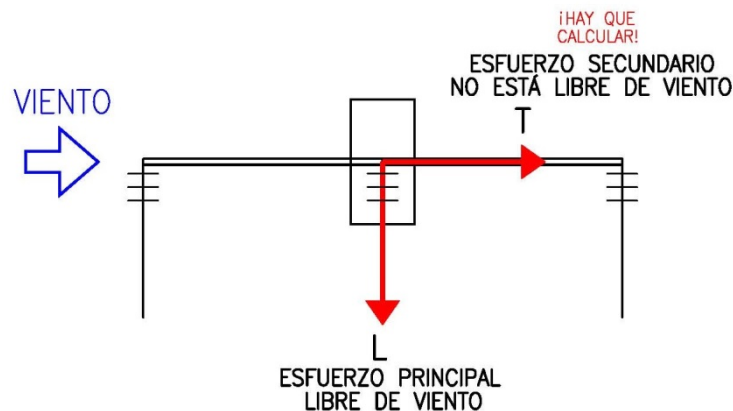
- Apoyos de alineación y ángulo ubicados con el esfuerzo principal transversal a la línea.

Viento coincidente con cara del apoyo LIBRE DE VIENTO. NO CALCULAR



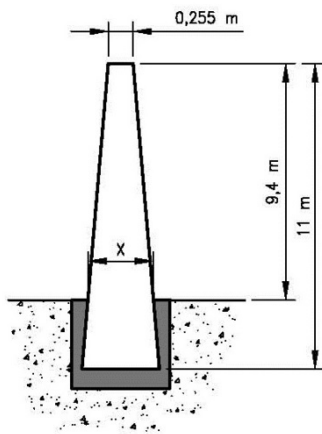
- Apoyos de anclaje y fin de línea ubicados con el esfuerzo principal longitudinal a la línea.

Viento NO coincidente con cara del apoyo LIBRE DE VIENTO. CALCULAR



EJEMPLO

Cálculo del esfuerzo del viento sobre la superficie del esfuerzo secundario.

Datos

Apoyo HV-1600-R-11

Conicidad cara ancha 21 ± 2 mm/m

$$\text{Cimentación } h_{\text{cimentación}} = \frac{h}{10} + 0,5 = \frac{11}{10} + 0,5 = 1,6$$

Superficie del apoyo

$$\text{Conicidad} = \frac{D_1 - D_2}{h} \quad X = D_2 = \text{Conicidad} \cdot h + D_1 = 0,021 \cdot 9,4 + 0,255 = 0,4527$$

$$\text{Superficie} = 0,255 \cdot 9,4 + 0,1974 \cdot 9,4 = 4,2488 \text{ m}^2$$

Esfuerzo sobre el apoyo

$$F_C = q \cdot A_p \quad q = 100 \cdot \left(\frac{V_v}{120} \right)^2 \text{ daN/m}^2 \quad \text{para } V_v = 120 \text{ km/h} \quad q = 100 \text{ daN/m}^2$$

$$F_C = 100 \text{ daN/m}^2 \cdot 4,2488 \text{ m}^2 = 424,88 \text{ daN} \quad \text{A la altura del centro de gravedad}$$

El centro de gravedad se encuentra a 4,26 m de la línea de tierra

$$\text{cdg} = \frac{L \text{ arg o}}{3} \cdot \left(\frac{2 \cdot \text{Anc hom enor} + \text{Anc hom ayor}}{\text{Anc hom enor} + \text{Anc hom ayor}} \right) = \frac{9,4}{3} \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,255 + 0,4524}{0,255 + 0,4524} \right) = 4,26 \text{ m}$$

Esfuerzo a la altura del esfuerzo nominal del apoyo

$$F_{\text{EQUIVALENTE}} = \frac{424,88 \cdot 4,26}{9,4 - 0,25} = 198 \text{ daN}$$

Con este esfuerzo obtenido tenemos dos opciones:

- Sumarlo al resto de los esfuerzos que debe soportar el apoyo.
- Restarlo al esfuerzo secundario del apoyo, y comprobar este valor con el esfuerzo que debe soportar.

8.5.3.7 PUESTA A TIERRA

Los postes dispondrán de dos bornes idénticos para la puesta a tierra, en la misma cara del poste. Esta cara será en los postes tipo HV la cara estrecha.

La soldadura de la toma de tierra de la armadura será al menos de 30 mm de longitud y continúa en dos tramos.

Uno de los bornes estará en la parte inferior y otro en la parte posterior.

Entre ambos bornes debe existir continuidad eléctrica, **siendo las armaduras del poste las encargadas de conducir las corrientes de cortocircuito entre ambos puntos.**

Solo en el caso de que el apoyo tuviera instalados pararrayos, **no se podrá utilizar las armaduras del apoyo**, y por tanto se empleará un **cable** que conecte el pararrayos con el terminal principal de tierra del apoyo. Aunque el resto de elementos se pueden conectar al electrodo de tierra a través de las armaduras (cruceas, seccionadores,...) [punto 7.2.4 Conexión de los apoyos a tierra ITC-LAT-07].

8.5.3.8 MOMENTO TORSOR

En las tablas 3 y 4 de la UNE 207016 se indican los momentos de **rotura a la torsión** [daN·m], en los apoyos tipo HV y HVH.

Estos valores habrá que dividirlos por el coeficiente de seguridad para compararlos con los esfuerzos que tiene que soportar el apoyo.

El coeficiente de seguridad, según el punto 3.5.4 de la ITC-LAT-07, a la rotura de los apoyos y elementos de hormigón armado en las hipótesis normales de carga (hipótesis 1ª y 2ª) corresponderá a lo establecido en la norma UNE 207016, y es **2,25**.

Para las hipótesis anormales (hipótesis 3ª y 4ª) dicho coeficiente de seguridad podrá reducirse un 20%.

Ejemplo

Esfuerzo torsor a soportar en la hipótesis 4ª= 557,55 daN·m

Apoyo proyectado: HVH-3000

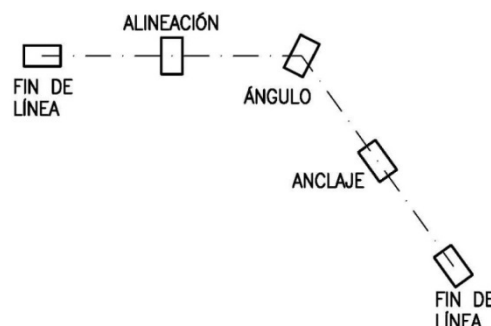
Momento de rotura a la torsión (HVH-3000)=5130 daN·m

Coeficiente de seguridad=80%·2,25=1,8

$$\frac{5130}{1,80} \text{ daN} \cdot \text{m} = 2850 \text{ daN} \cdot \text{m} > \text{Esfuerzo Torsor} = 557,55 \text{ daN} \cdot \text{m}$$

8.5.3.9 DISPOSICIÓN DE LOS APOYOS HV SEGÚN SU FUNCIÓN

Para poder aprovechar más la carga de trabajo:



8.5.4 APOYOS DE CHAPA

Se pueden distinguir dos tipos:

1. La norma UNE 207018 determina como se tienen que construir los apoyos de chapa (poligonal regular o rectangular) para líneas aéreas de hasta 30 kV, no excluyendo tensiones superiores, siempre que no se sobrepase la capacidad mecánica del apoyo, con los coeficientes de seguridad correspondientes.
2. Los grandes apoyos de chapa para líneas de 45 kV en adelante, no regulados específicamente por norma alguna, y que se construyen cumpliendo los principios básicos del RLAT.

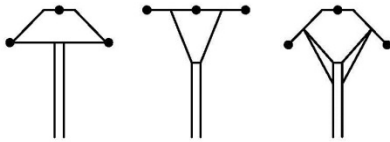
Destacar, que al igual que en los apoyos de hormigón, el lado secundario, no se le ha aplicado la presión ejercida por el viento. En caso de ubicar el lado secundario en dirección del viento, habrá que tener en cuenta la presión del viento sobre el apoyo.

Respecto al esfuerzo simultáneo de cargas longitudinales y transversales, en apoyos de base rectangular, y la disposición del apoyo según su función, se puede aplicar lo indicado para apoyos de hormigón según la UNE 207016. Para apoyos de chapa de base cuadrada, se puede aplicar lo indicado para apoyos de celosía según la UNE 207017 ($L_{eq} = L + T$).

8.5.5 TIPOS DE ARMADOS

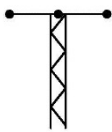
Casi todas las configuraciones de armado se pueden resumir en los siguientes:

BÓVEDA

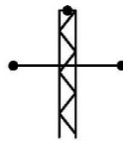


Normalmente en esta configuración, los puntos de sujeción de los conductores se encuentran por encima de la cogolla del apoyo, lo que provoca una disminución del esfuerzo nominal del apoyo (cálculo del coeficiente K).

RECTO (EN CAPA)

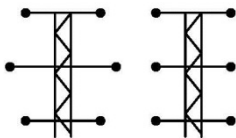


TRIÁNGULO

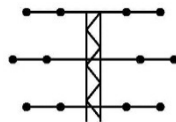


Frecuentemente dos de las fases se suelen ubicar por debajo del punto de aplicación facilitado por el fabricante, presentando el apoyo una mayor resistencia (Aumento del esfuerzo nominal).

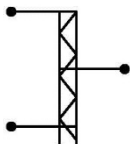
DOBLE CIRCUITO



CUADRUPLE CIRCUITO



TRESBOLILLO



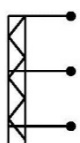
Si este tipo de armado se proyecta como fin de línea, se tiene que considerar la rotura del conductor del lado derecho, provocando el resto de los conductores un esfuerzo torsor.

Nota 1. En $U > 66$ kV y en la hipótesis 3ª, se tiene que considerar los esfuerzos de torsión. Para $U \leq 66$ kV, al aplicar el desequilibrio en el eje del apoyo, no es necesario considerar el esfuerzo torsor. En el resto de hipótesis, para cualquier tensión, y en el caso de tener diferentes conductores en cada vano, o diferentes tenses (aplicación de tenses reducidos) se tendrán que considerar los esfuerzos de torsión.

$$M_t = F_{L1} \cdot d_1 + F_{L2} \cdot d_2 - F_{L3} \cdot d_3$$

Nota 2. En la hipótesis 4ª, en apoyos de amarre o anclaje, no se consideran para el cálculo del esfuerzo torsor, los esfuerzos longitudinales debidos a las pequeñas diferencias de tensiones entre los distintos cantones, solo el que provoca el conductor que se rompe. Pero en el caso de tener diferentes conductores en cada vano, o diferentes tenses (aplicación de tenses reducidos), sí que se tendrán que considerar.

BANDERA



En esta configuración, funcionando como fin de línea (alineadas las crucetas en el sentido de los conductores), no se producirán esfuerzos torsores, ni siquiera en la hipótesis 4ª rotura de conductores.

Es de aplicación la nota 1 ($M_t = F_{L1} \cdot d_1 + F_{L2} \cdot d_2 + F_{L3} \cdot d_3$) y también la nota 2 del armado a tresbolillo.

8.5.6 FABRICANTES DE APOYOS

- MADE, grupo INVERTARESA

Dirección: Carretera a Pozaldez km. 1 47400 Medina del Campo (Valladolid-España)

Teléfono: +34 902 237 000

Página web: <http://www.madedorres.com>

Catálogo disponible: Si

- IMEDEXSA (Industrias Mecánicas de Extremadura S.A.)

Dirección: Crta. del Monte s/n 10.190 Casar de Cáceres (Cáceres)

Teléfono: +34 927 290 233

Página web: <http://www.imedexsa.es>

Catálogo disponible: Si

- FUNTAM

Dirección: Calle Otoño, s/n 28850 TORREJÓN DE ARDOZ (Madrid) España

Teléfono: +34 91 677 85 07

Página web: <http://www.funtam.es/>

Catálogo disponible: Si

- GRUPO JIMÉNEZ BELINCHÓN

Dirección: Avda. Menéndez Pelayo 67, Edificio Torre del Retiro. 28009 Madrid, SPAIN

Teléfono: (+34) 91 557 03 45

Página web: <http://www.jbsa.es>

Catálogo disponible: No

- HEGAZ, S.A. Estructuras metálicas

Dirección: Barrio Muntzaratz 37. Apartado 93 48220 Abadiño (Vizcaya) España

Teléfono: 0034 946818950

Página web: <http://www.hegaz.es>

Catálogo disponible: No

- FAMMSA

Dirección: Ctra N-401, km 116,2A 45470 Los Yébenes (Toledo)

Teléfono: +34 925 321 136

Página web: <http://www.fammsa.com>

Catálogo disponible: Si

- ANDEL

Dirección: Ctra. De Baeza Km. 1'2 C.P. 23100 Mancha Real (Jaén) – ESPAÑA

Teléfono: (+34) 953 350 002

Página web: <http://www.andelsa.es>

Catálogo disponible: Si

- EUCOMSA

Dirección: Carretera A-376 Km 22 P.O.B. 39 41710 Utrera - Sevilla

Teléfono: (+34) 955 867900

Página web: No

Catálogo disponible: Si

- INDUSTRIAS JOVIR, S.L.

Dirección: Ctra. Santomera-Abanilla. Km 9 30620 Fortuna MURCIA - ESPAÑA

Teléfono: +34 968 30 99 90

Página web: <http://www.jovir.es/>

Catálogo disponible: Si

- PREPHOR, prefabricados y postes de hormigón, s.a.

Dirección: CTRA. NACIONAL, 620 - KM. 81 34190, VILLAMURIEL DE CERRATO
PALENCIA - ESPAÑA

Teléfono: +34 979 77 08 40 / +34 979 77 08 11

Página web: <http://www.prefabricadoshormigon-prephor.es/>

Catálogo disponible: Si

9. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD CON CONDUCTORES DESNUDOS

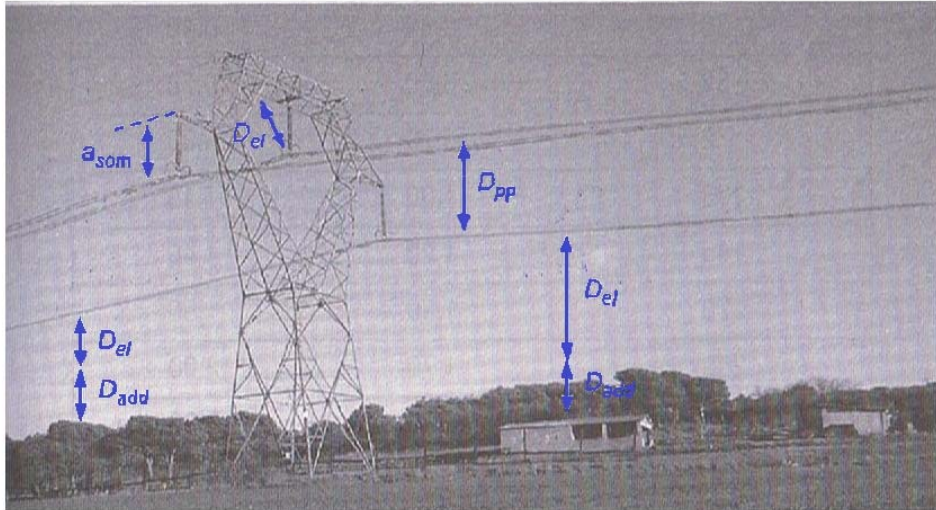


En las líneas aéreas se distingue entre distancias internas y externas.

Las distancias internas son dadas únicamente para diseñar una línea con una aceptable capacidad de resistir sobretensiones. Las distancias externas son utilizadas para determinar las distancias de seguridad entre los conductores en tensión y los objetos debajo o en las proximidades de la línea.

No son aplicables en trabajos en tensión (R.D. 614/2001 de 8 de junio).

9.1 DISTANCIAS DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO PARA EVITAR DESCARGAS



D_{el} , Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. D_{el} puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.

D_{pp} , Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. D_{pp} es una distancia interna.

a_{som} , Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra.

Se aplicaran las siguientes consideraciones para determinar las distancias internas y externas:

- D_{el} , previene descargas eléctricas entre las partes en tensión y objetos a potencial de tierra, en condiciones de explotación normal de la red. Las condiciones normales incluyen operaciones de enganche, aparición de rayos y sobretensiones resultados de faltas en la red.
- D_{pp} , previene las descargas eléctricas entre fases durante maniobras y sobretensiones de rayos.
- Es necesario añadir a la distancia externa, D_{el} , una distancia de aislamiento adicional, D_{add} , para que en las distancias mínimas de seguridad al suelo, a líneas eléctricas, a zonas de arbolado, etc., se asegure que las personas u objetos no se acerquen a una distancia menor que D_{el} de la línea eléctrica.

d) En cadenas de suspensión muy largas $(D_{add} + D_{el}) > a_{som} \cdot 1,1$.

TABLA 15. DISTANCIAS DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO PARA EVITAR DESCARGAS		
TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED U_s (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
3,6	0,08	0,10
7,2	0,09	0,10
12	0,12	0,15
17,5	0,16	0,20
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72,5	0,70	0,80
123	1,00	1,15
145	1,20	1,40
170	1,30	1,50
245	1,70	2,00
420	2,80	3,20

9.2 PRESCRIPCIONES ESPECIALES

En ciertas situaciones, como cruzamientos y paralelismos con otras líneas o con vías de comunicación o sobre zonas urbanas, y con objeto de reducir la probabilidad de accidente aumentando la seguridad de la línea, además de las consideraciones generales, deberán cumplirse prescripciones especiales (punto 5.3 ITC-LAT-07).

No será necesario adoptar disposiciones especiales en los cruces y paralelismos con cursos de agua no navegables, caminos de herradura, sendas, veredas, cañadas y cercados no edificados, salvo que estas últimas puedan exigir un aumento en la altura de los conductores.

En dichos tramos serán de aplicación las siguientes prescripciones especiales:

- Ningún conductor o cable de tierra tendrá una carga de rotura inferior a 1200 daN para $U_N > 30$ kV, ni inferior a 1000 daN para $U_N \leq 30$ kV. Para estas últimas, y en el caso de no alcanzar dicha carga, se pueden añadir al conductor un cable fiador de naturaleza apropiada con una carga de rotura no inferior a los anteriores valores. Los conductores y cables de tierra no presentarán ningún empalme en el vano de cruce, admitiéndose durante la explotación y por causa de la reparación de averías, la existencia de un empalme por vano.
- Se prohíbe la utilización de apoyos de madera.
- Los coeficientes de seguridad de cimentaciones, apoyos y crucetas, en el caso de hipótesis normales, deberán ser un 25% superior a los establecidos para la línea en los apartados 3.5 y 3.6 de la ITC-LAT 07. **En cualquier línea, calculada con 140 km/h de viento y con hipótesis combinadas de hielo y viento, sea cual sea su categoría, no tendrá que aplicarse esta prescripción [Guía ITC-LAT-07].** Una forma de aplicar este requerimiento en el cálculo del apoyo, es aumentar en un 25% los esfuerzos que actúan en el apoyo y

compararlos directamente con el esfuerzo útil dado con un coeficiente de seguridad de 1,5.

d) La fijación de los conductores al apoyo deberá ser realizada de la forma siguiente:

d.1) En el caso de líneas sobre aislador rígido se colocarán dos aisladores por conductor, dispuestos en forma transversal al eje del mismo, de modo que sobre uno de ellos apoye el conductor y sobre el otro un puente que se extienda en ambas direcciones, y de una longitud suficientes para que en caso de formarse el arco a tierra sea dentro de la zona del mismo.



El puente se fijará en ambos extremos al conductor mediante retenciones o piezas de conexión que aseguren una unión eficaz y, asimismo, las retenciones del conductor y del puente a sus respectivos aisladores serán de diseño apropiado para garantizar una carga de deslizamiento elevada.

d.2) En el caso de líneas con aisladores de cadena, la fijación podrá ser efectuada de una de las formas siguientes:

a) Con dos cadenas horizontales de amarre por conductor, una a cada lado del apoyo.

b) Con una cadena sencilla de suspensión, en la que los coeficientes de seguridad mecánica de herrajes y aisladores sean un 25% superior a los establecidos en los apartados 3.3 y 3.4 ITC-LAT 07, o con una cadena de suspensión doble. En estos casos deberá adoptarse alguna de las siguientes disposiciones:

b.1. Refuerzo del conductor con varillas de protección (armor rod).

b.2. Descargadores o anillos de guarda que eviten la formación directa de arcos de contorneamiento sobre el conductor.

b.3. Varilla o cables fiadores de acero a ambos lados de la cadena, situados por encima del conductor y de longitud suficiente para que quede protegido en la zona de formación del arco. La unión de los fiadores al conductor se hará por medio de grapas antideslizantes.

9.2.1 CUADRO RESUMEN DE LAS SITUACIONES DONDE DEBEN APLICARSE PRESCRIPCIONES ESPECIALES

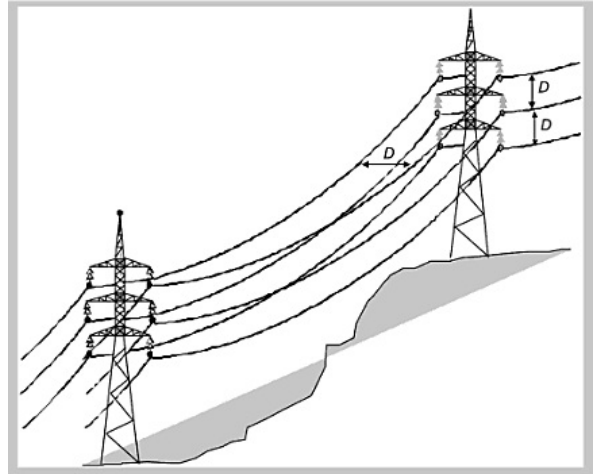
AFECCIÓN	PRESCRIPCIÓN ESPECIAL ITC-LAT-07 LÍNEAS AÉREA CON CONDUCTORES DESNUDOS	
	CRUZAMIENTO	PARALELISMO
TERRENO, CAMINOS, SENDAS, CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES, CAMINOS DE HERRADURA, SENDAS, VEREDAS, CAÑADAS Y CERCADOS NO EDIFICADOS (salvo que estos últimos exijan un aumento de altura de los conductores)	NO	NO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS O LÍNEAS ÁEREAS DE TELECOMUNICACIÓN	SI Condición a) $U \geq 30$ kV puede admitirse la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce Condición b) Pueden emplearse apoyos de madera siempre que su fijación al terreno se realice mediante zancas metálicas o de hormigón Condición c) Queda exceptuado su cumplimiento	NO
CARRETERAS	SI Condición a) En lo que se refiere al cruce con carreteras locales y vecinales, se admite la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce para las líneas de tensión nominal superior a 30 kV	NO
FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR	SI	NO
FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVÍAS Y TROLEBUSES	SI	NO
TELEFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES	SI	NO
RÍOS Y CANALES, NAVEGABLES Y FLOTABLES	SI	NO
BOSQUES, ÁRBOLES Y MASAS DE ARBOLADOS	NO	NO
EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES Y ZONAS URBANAS	NO	NO
PROXIMIDAD A AEROPUERTOS	NO	NO
PROXIMIDAD A PARQUES EÓLICOS	NO	NO
PROXIMIDADES A OBRAS	NO	NO

9.3 DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES

La distancia entre los conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos debe ser tal que no haya riesgo alguno de cortocircuito entre fases, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de la nieve acumulada sobre ellos.

La separación mínima entre conductores de fase debe ser:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L_{CAD}} + K' \cdot D_{pp} \quad [m]$$



$K'=0,85$, para líneas de categoría especial

Resto de líneas $K'=0,75$.

F, flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3. ITC-LAT 07.

L_{CAD} , longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos $L_{CAD}=0$.

D_{PP} , distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Según tabla 15 ITC-LAT 07.

Esta fórmula es de aplicación en el caso de distancias entre conductores en el mismo vano de la línea.

K, coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 ITC-LAT 07.

TABLA 16. COEFICIENTE K EN FUNCIÓN DEL ÁNGULO DE OSCILACIÓN		
ÁNGULO DE OSCILACIÓN	VALORES DE K	
	LÍNEAS DE TENSIÓN NOMINAL SUPERIOR A 30 kV	LÍNEAS DE TENSIÓN NOMINAL IGUAL O INFERIOR A 30 kV
Superior a 65°	0,70	0,65
Comprendido entre 40° y 65°	0,65	0,60
Inferior a 40°	0,60	0,55

$$\text{Ángulo de oscilación, } \text{arcTg}\left(\frac{p_v}{p_{\text{vertical}}}\right)$$

$$p_v = q \cdot \phi \quad \left[\frac{\text{daN}}{\text{m}} \right]$$

$$\text{Si } \phi \leq 16 \text{ mm} \quad q = 60 \cdot \left(\frac{V_V}{120} \right)^2 \left[\frac{\text{daN}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\text{Si } \phi > 16 \text{ mm} \quad q = 50 \cdot \left(\frac{V_V}{120} \right)^2 \left[\frac{\text{daN}}{\text{m}^2} \right] \quad \text{para } V_V = 120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

P_{vertical} , puede ser igual al p_p o a $p_p + p_h$, según hipótesis.

El cálculo de D (Separación mínima entre conductores) se establecerá de tres formas diferentes, según las hipótesis de flecha máxima (apartado 3.2.3. ITC-LAT 07).

- Flecha máxima hielo. Sobrecarga hielo Temperatura 0°C
- Flecha máxima temperatura. Categoría especial 85°C entre fases. 50° cables de tierra. Para el resto de categorías Temperatura 50°C.
- Flecha máxima viento. Viento 120 km/h Temperatura 15°C

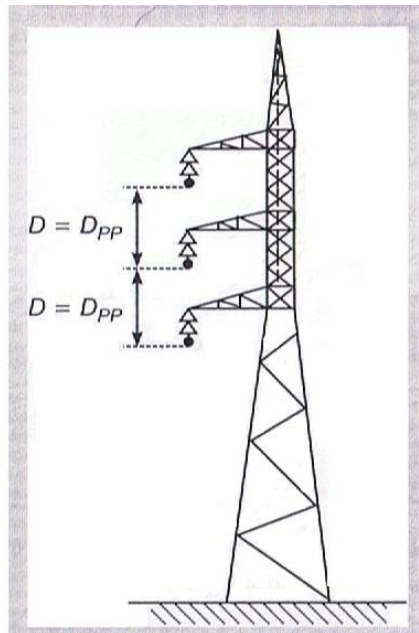
Para cada valor de flecha máxima tendrá su K correspondiente. La distancia obtenida con la flecha máxima de la hipótesis de viento servirá para comprobar la separación horizontal (D_H). La distancia máxima obtenida con la flecha máxima de la hipótesis de hielo y temperatura servirá para comprobar la separación vertical (D_V).

Valores de k de los conductores AL1/ST1A

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	COEFICIENTE "K" (DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES)						
	p_v (daN/m) Sobrecarga de viento de 120 km/h	FLECHA MÁXIMA DE TEMPERATURA O HIELO			FLECHA MÁXIMA DE VIENTO		
		α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV	α (°)	$U_N > 30$ kV	$U_N \leq 30$ kV
27-AL1/4-ST1A LA 30	0,42840000	0	0,6	0,55	76,13°	0,7	0,65
47-AL1/8-ST1A LA 56	0,56700000	0	0,6	0,55	71,91°	0,7	0,65
67-AL1/11-ST1A LA 78	0,67800000	0	0,6	0,55	68,53°	0,7	0,65
100-AL1/17-ST1A	0,82800000	0	0,6	0,55	64,42°	0,65	0,6
94-AL1/22-ST1A LA 110	0,84000000	0	0,6	0,55	63,20°	0,65	0,6
119-AL1/28-ST1A LA 145	0,94800000	0	0,6	0,55	60,47°	0,65	0,6
107-AL1/18-ST1A LA 125 PENGUIN	0,85860000	0	0,6	0,55	63,68°	0,65	0,6
152-AL1/25-ST1A LA 175 OSTRICH	0,86400000	0	0,6	0,55	55,16°	0,65	0,6
147-AL1/34-ST1A LA 180	0,87500000	0	0,6	0,55	52,85°	0,65	0,6
242-AL1/39-ST1A LA 280 HAWK	1,09000000	0	0,6	0,55	48,70°	0,65	0,6
337-AL1/44-ST1A LA 380 GULL	1,27000000	0	0,6	0,55	45,45°	0,65	0,6
402-AL1/52-ST1A LA 455 CONDOR	1,38500000	0	0,6	0,55	42,88°	0,65	0,6
483-AL1/33-ST1A LA 510 RAIL	1,47950000	0	0,6	0,55	43,31°	0,65	0,6
485-AL1/63-ST1A LA 545 CARDINAL	1,52000000	0	0,6	0,55	40,24°	0,65	0,6
806-AL1/56-ST1A LA 860 LAPWING	1,64250000	0	0,6	0,55	38,23°	0,6	0,55
565-AL1/72-ST1A LA 635 FINCH	1,64500000	0	0,6	0,55	38,30°	0,6	0,55
LA-9506	0,76080000	0	0,6	0,55	66,95°	0,7	0,65

Los valores del resto de conductores se encuentran en el punto 3 “Conductores y cables”.

En el caso de conductores dispuestos en vertical, triángulo o hexágono, se podrán adoptar separaciones menores de las deducidas de la fórmula, siempre que se justifiquen debidamente los valores utilizados y se adopten medidas preventivas para prevenir los fenómenos de galope. Cuando se cumplan las condiciones anteriores se podrá adoptar un coeficiente $K=0$ y $K'=1$, por tanto $D=D_{pp}$.



DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES DE FASE EN DISPOSICIÓN VERTICAL

Entre las medidas preventivas para evitar los fenómenos de galope de conductores se encuentran la utilización de separadores entre fases, o la instalación de accesorios especiales en la línea (separadores espirales entre conductores de haz, pesos excéntricos, amortiguadores para el viento, dispositivos para el control torsional, péndulos para desintonización, controladores aerodinámicos, etc.).

En las zonas en las que puedan preverse formaciones de hielo particularmente importantes sobre los conductores, se analizará con especial cuidado el riesgo de aproximaciones inadmisibles entre los mismos.

La fórmula anterior corresponde a conductores iguales y con la misma flecha. En el caso de conductores diferentes o con distinta flecha, la separación entre los conductores se determinará con la misma fórmula y el coeficiente K mayor y la flecha F mayor de los dos conductores.

La separación entre los conductores y cables de tierra se determinará de forma análoga a las separaciones entre conductores, de acuerdo con las indicaciones anteriores.

Si el punto de anclaje del cable de tierra a la torre está más alto que el del conductor, la flecha del cable de tierra debe ser igual o inferior a la del conductor.

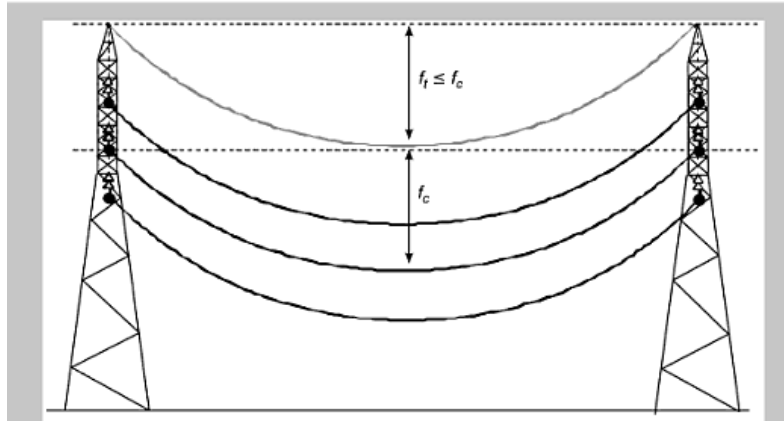
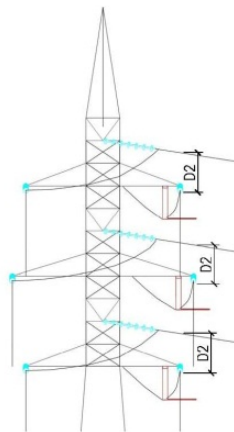
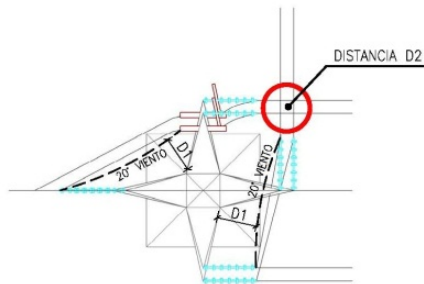


Figura 20. Comparación entre las flechas del cable de tierra y de los conductores de fase.

En apoyos con cabeza de derivación se tendrá que tener en cuenta la distancia entre conductores de planos diferentes (distinto vano). Para calcular la distancia mínima hay que seguir las indicaciones de las normas UNE-EN 50341-1 y UNE-EN 50423-1, manteniendo como mínimo la distancia D_{PP} [Guía ITC-LAT-07].

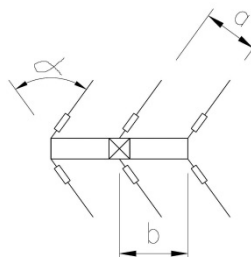


D_2 , según normas UNE, mínimo D_{PP}



$D_1 > D_{ei}$ mínimo 0,2 m

9.3.1 DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES EN CRUCETAS RECTAS HORIZONTALES (EN CAPA) EN APOYOS CON ÁNGULO



$$a = b \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

9.4 DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES Y PARTES PUESTAS A TIERRA

La separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el} con un mínimo de 0,2 m.

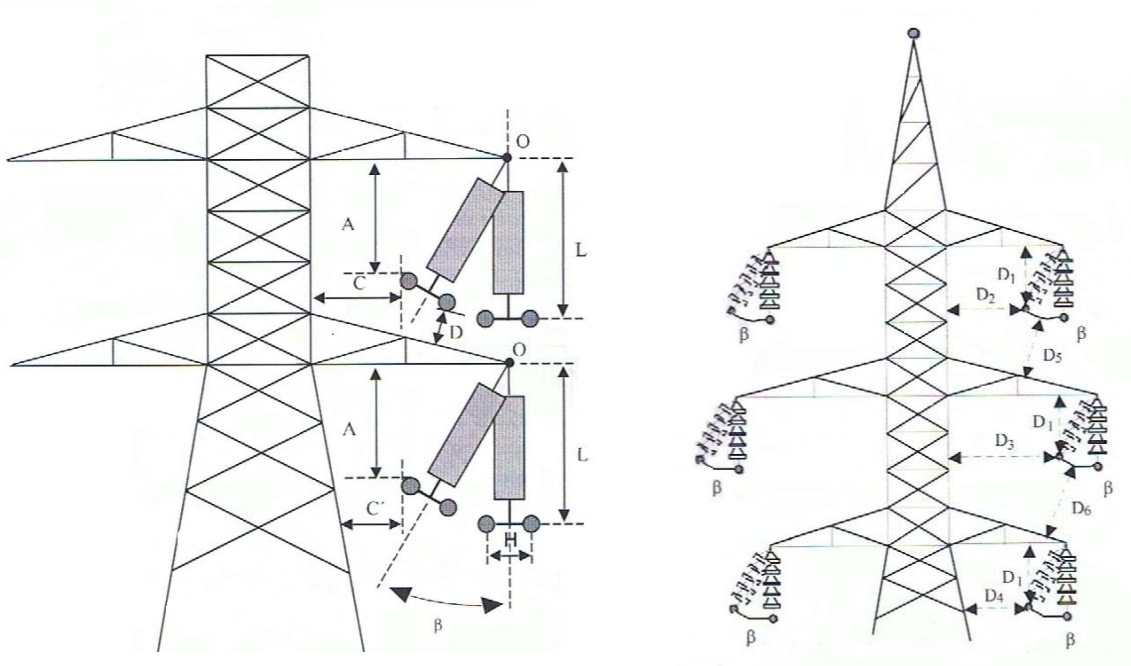
En el caso de conductores dúplex, tríplex o cuádruplex, los conductores del haz tendrán una determinada separación entre sí, del orden de unos 0,20 m. Dicha separación entre conductores provoca una disminución de la distancia a masa del conductor (distancias A, C, C' y D), ya que el conductor más cercano al apoyo no se encuentra en la vertical del engrape.

Es necesario también el efecto de **conicidad del fuste** del apoyo y la distancia entre el conductor y el tirante de la cruceta existente bajo el mismo (distancia D, D5 y D6).

Para dimensionar la altura mínima de la cabeza del apoyo, la distancia D suele ser más determinante que la separación necesaria entre conductores.

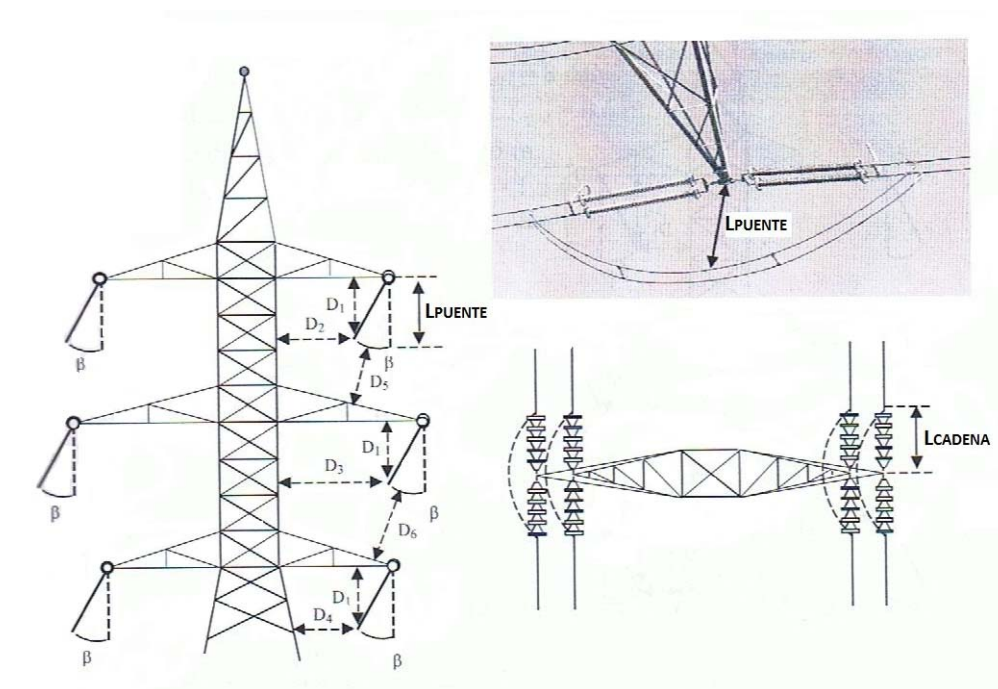
La verificación de las separaciones indicadas a continuación, determinan las longitudes de crucetas necesarias y las dimensiones de la cabeza del apoyo.

Apoyo de suspensión



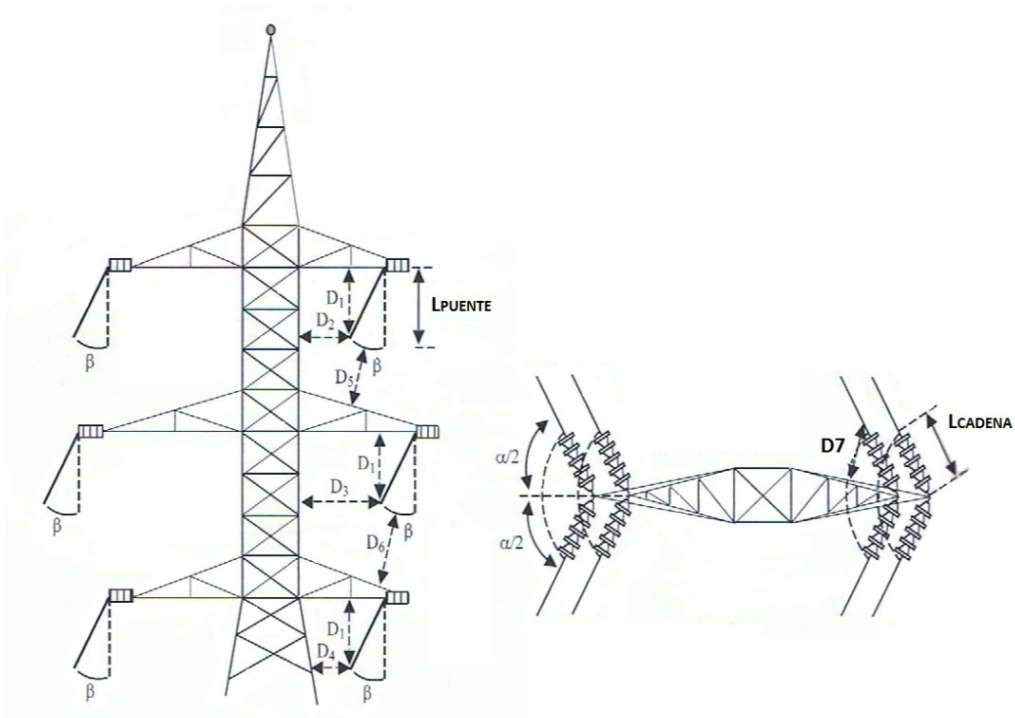
Verificar las distancias D_1 , D_2 , D_3 , D_4 , D_5 y D_6 (A, C, C' y D).

Apoyo de amarre o anclaje en alineación



Verificar las distancias D_1 , D_2 , D_3 , D_4 , D_5 y D_6 . Para la longitud del puente se suele considerar la longitud de la cadena de aisladores ($L_{PUENTE}=L_{CADENA}$ o tener en cuenta la distancia a masa). El ángulo de oscilación del puente suele ser por convenio de 20° .

Apoyo de amarre o anclaje en ángulo



Verificar las distancias D_1 , D_2 , D_3 , D_4 , D_5 , D_6 y D_7 . Con especial interés hay que verificar las distancias D_2 , D_3 y D_4 ya que el cambio de dirección de la traza provoca un acercamiento del puente al cuerpo del apoyo, tanto mayor cuanto más cerrado sea el ángulo, lo que puede provocar la necesidad de crucetas más largas. También se

verificarán las distancias del extremo de la cadena al cuerpo de la cruceta (D_7), para detectar la posible necesidad de usar crucetas más largas si el ángulo es muy cerrado.

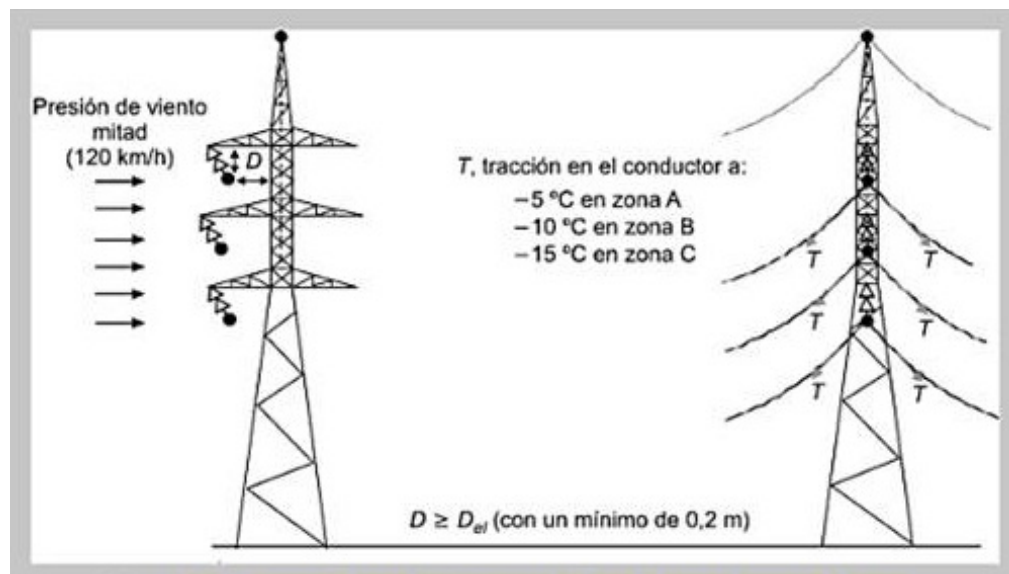
Si el puente se acerca en exceso al fuste del apoyo, debido al ángulo de desviación de traza y la oscilación del puente, puede instalarse una cadena de aisladores verticales que fijaría la situación del puente y evitaría su acercamiento excesivo al fuste.



9.4.1 DESVIACIÓN DE LA CADENA DE AISLADORES DE SUSPENSIÓN

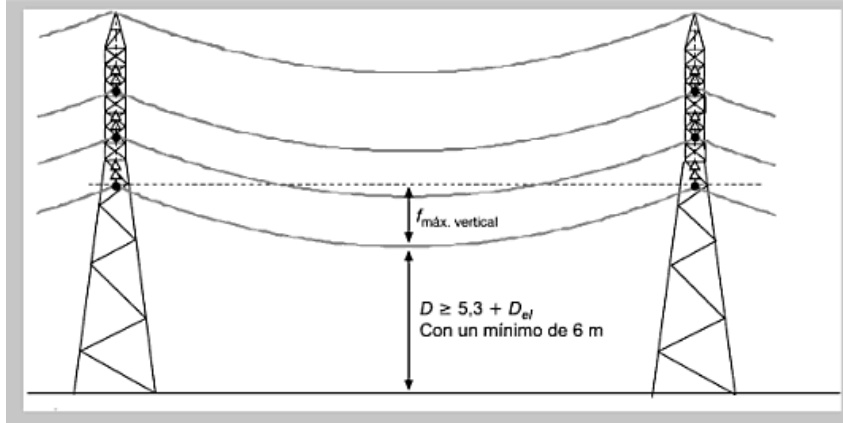
Cuando un apoyo está a un nivel inferior que los adyacentes, o debido a las presiones que provoca el viento sobre los conductores y el aislamiento, puede producirse el denominado volteo de cadenas o simplemente una desviación de las cadenas. Esta desviación puede provocar un acercamiento excesivo de los conductores al apoyo.

En el punto 5.4.2. ITC-LAT 07 “Distancia entre conductores y a partes puestas a tierra”, indica que:



9.5 DISTANCIAS AL TERRENO, CAMINOS, SENDAS Y A CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07 [punto 9.2].

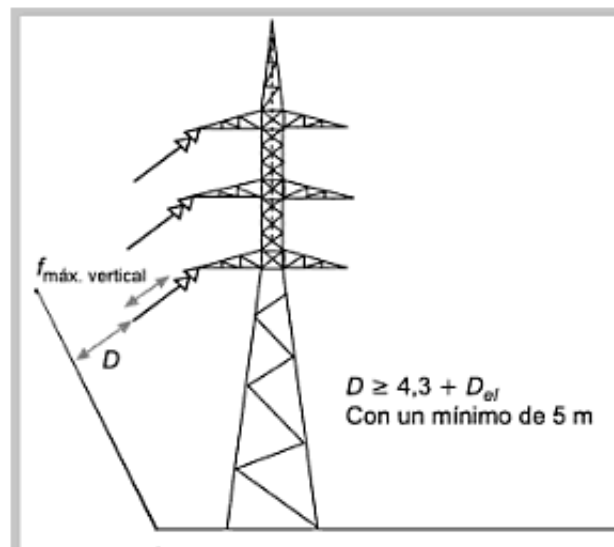


Con un mínimo de 6 m.

En lugares de difícil acceso las anteriores distancias podrán ser reducidas en un metro.

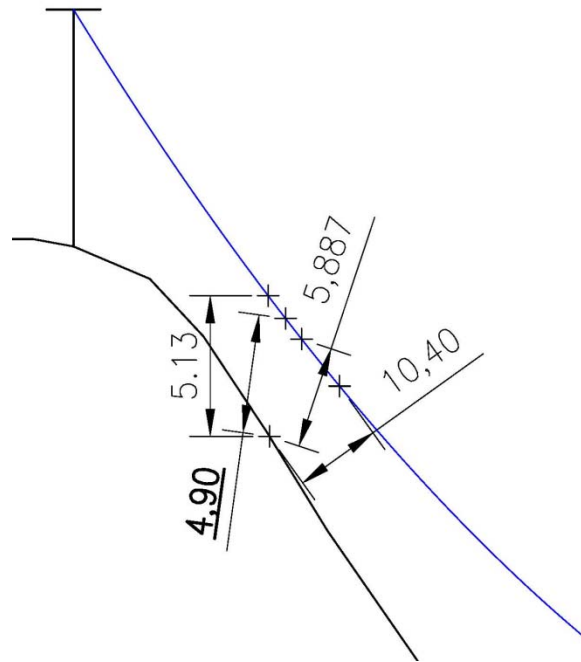
Cuando las líneas atraviesen explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas, la altura mínima será de 7 metros, con objeto de evitar accidentes por proyección de agua o por circulación de maquinaria agrícola, camiones y otros vehículos.

En la hipótesis del cálculo de flechas máximas bajo la acción del viento sobre los conductores, la distancia mínima anterior se podrá reducir en un metro, considerándose en este caso el conductor con la desviación producida por el viento.

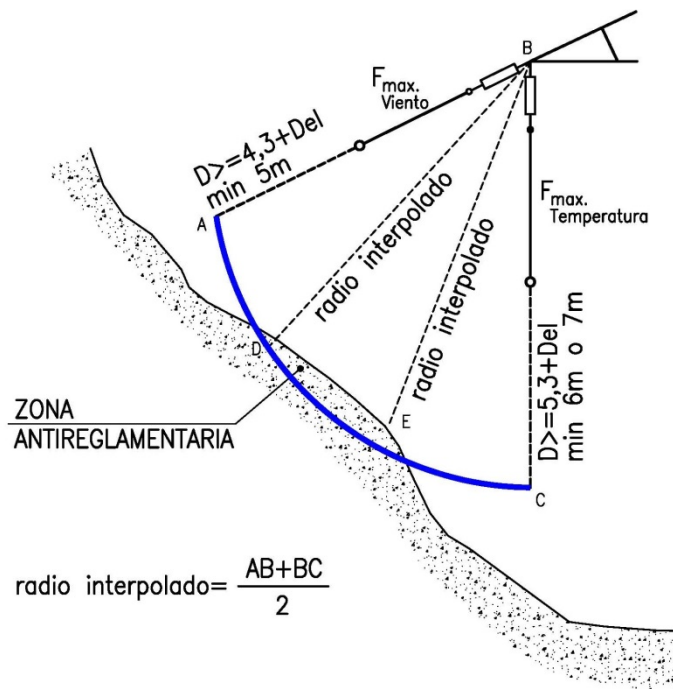


DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES DE FASE AL TERRENO EN CASO DE CONDUCTOR DESVIADO POR LA ACCIÓN DEL VIENTO

Esto último puede aplicarse a las distancias al terreno en vanos con elevado desnivel, ya que puede interpretarse geoméricamente igual. Recordar que los planos se dibujan a escalas diferentes (E.H.:1/2000 y E.V.:1/500), y por tanto para acotar la distancia al terreno habrá que tener esto en cuenta.



Entre la posición de los conductores con su flecha máxima vertical, y la posición de los conductores con su flecha y desviación correspondientes a la hipótesis de viento, las distancias de seguridad al terreno vendrán determinadas por la curva envolvente de los círculos de distancia trazados en cada posición intermedia de los conductores, con un radio interpolado entre la distancia correspondiente a la posición vertical y a la correspondiente a la posición de máxima desviación lineal del ángulo de desviación.



$$\text{radio interpolado} = \frac{AB+BC}{2}$$

9.5.1 MARGEN DE SEGURIDAD

Se ha indicado en el punto anterior que la distancia al terreno debe ser mayor de 6 m. Existen diferentes razones que obligan en la realización del proyecto, a considerar un margen de seguridad, y por tanto dejar las catenarias por encima de este valor. Las principales razones que provocan que no se cumplan las distancias de seguridad de los conductores al terreno son:

- Errores fortuitos (en el tendido, levantamiento topográfico, estaquillado, regulación, exactitud de los resultados debido a la diferencia de temperaturas o medición de flechas,...).
- Fluencia inicial en el tendido del conductor.
- Fluencia en caliente (Creep). Envejecimiento.
- Error en la determinación de la Intensidad máxima admisible, al no tener en cuenta las condiciones climatológicas.
- Variaciones en las distancias entre puntos de amarre de la realidad al proyecto.
- ...

9.6 DISTANCIAS A OTRAS LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS O LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN

9.6.1 CRUZAMIENTOS

El propietario de la línea que se va a cruzar deberá enviar, a requerimiento de la entidad que va a realizar el cruce, los datos básicos de la línea (tipo y sección del conductor, tensión, etc.), con el fin de realizar los cálculos y evitar errores por falta de información.

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 [punto 9.2], quedando modificadas de la siguiente forma:

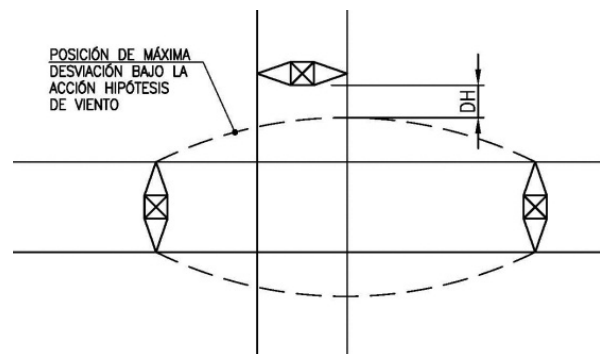
- Condición a): En líneas de $U_N > 30$ kV puede admitirse la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce.
- Condición b): Pueden emplearse apoyos de madera siempre que su fijación al terreno se realice mediante zancas metálicas o de hormigón.
- Condición c): Queda exceptuado su cumplimiento.

En los cruces de líneas eléctricas aéreas se situará a mayor altura la de tensión más elevada y, en el caso de igual tensión, la que se instale con posterioridad. Siempre que fuera preciso sobre elevar la línea preexistente, será del cargo del propietario de la nueva línea la modificación de la línea ya instalada. Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, donde la variación de la flecha superior es menor.

Distancia horizontal (conductores línea inferior y las partes más próximas del apoyo de la línea superior)

$D_H > D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el}$ [m]. Con un mínimo de:

- 2 m hasta $U_N = 45$ kV
- 3 m para $45 \text{ kV} < U_N \leq 66$ kV
- 4 m para $66 \text{ kV} < U_N \leq 132$ kV
- 5 m para $132 \text{ kV} < U_N \leq 220$ kV
- 7 m para $220 \text{ kV} < U_N \leq 400$ kV



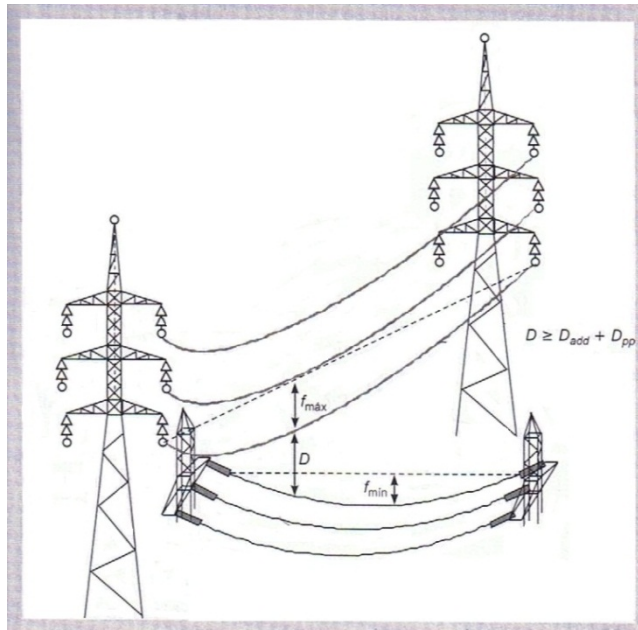
U_N de la línea inferior.

D_{el} , tabla 15 apartado 5.2 ITC-LAT 07 en función de U_S de la línea inferior.

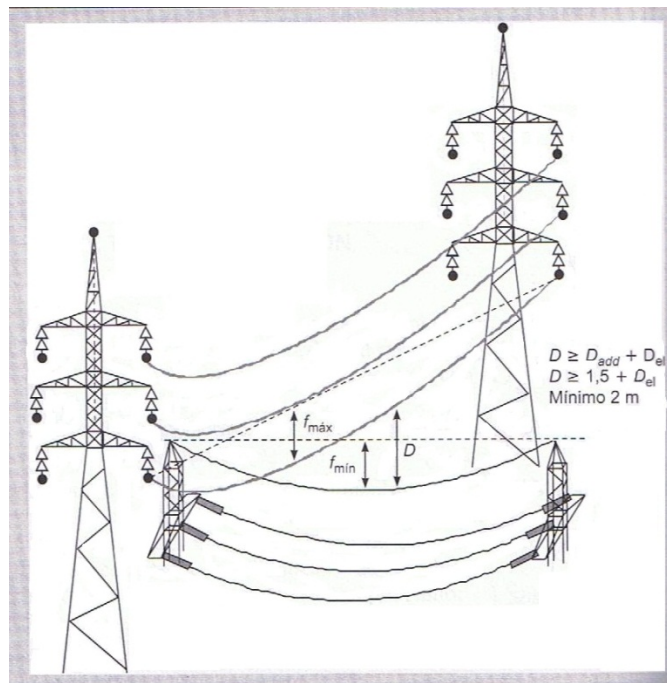
Distancia vertical entre conductores de fase

$D_V > D_{add} + D_{PP}$ [m] en las condiciones más desfavorables, considerando U_S de la línea de mayor tensión.

TABLA 17. DISTANCIAS DE AISLAMIENTO ADICIONAL D_{add} A OTRAS LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS O LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN		
UN Tensión nominal de la red (kv)	D_{add} (m)	
	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce ≤ 25 m	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce > 25 m
De 3 a 30	1,80	2,50
45 o 66	2,50	
110, 132, 150	3,00	
220	3,50	
400	4,00	



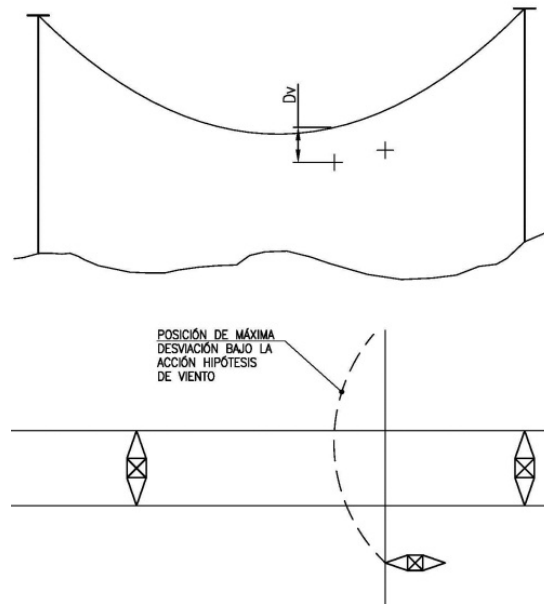
Distancia Vertical Entre Conductores de fase y cables de tierra (Convencionales o compuestos tierra-óptico OPGW)



La mínima distancia vertical se comprobará considerando:

- Los conductores de fase de la línea eléctrica superior en las condiciones más desfavorables de flecha máxima establecidas en el proyecto de la línea.
- Los conductores de fase o los cables de guarda de la línea eléctrica inferior sin sobrecarga alguna a la temperatura mínima según la zona (Condiciones de flecha mínima -5°C en zona A, -15°C en zona B y -20°C en zona C).

Cuando el punto de cruce de ambas líneas se encuentre en las proximidades del centro del vano de la línea inferior, se tendrá en cuenta la posible desviación de los conductores de fase por la acción del viento.



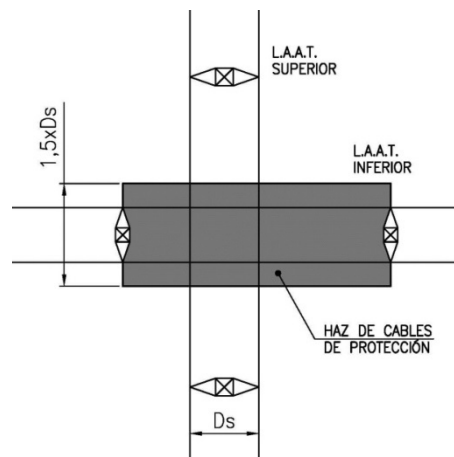
Las distancias externas mínimas de seguridad $D_{\text{add}} + D_{\text{el}}$ deben ser siempre superiores a 1,1 veces a_{son} .

Cuando la resultante de los esfuerzos del conductor en alguno de los apoyos de cruce de la línea inferior tenga componente vertical ascendente, se tomarán las debidas precauciones para que no se desprendan los conductores, aisladores o soportes.

Haz de cables de protección

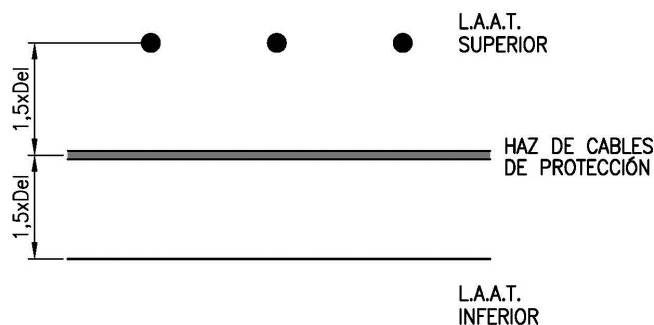
Podrán realizarse cruces de líneas, sin que la línea superior reúna en el cruce las prescripciones especiales señaladas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 [punto 9.2], si la línea inferior estuviera protegida en el cruce por un haz de cables de acero, situado entre ambas, con la suficiente resistencia mecánica para soportar la caída de los conductores de la línea superior, en el caso de que éstas se rompieran o desprendieran. Los cables de acero de protección serán de acero galvanizado y estarán puestos a tierra en las condiciones prescritas en el apartado 7 ITC-LAT 07.

El haz de cables de protección tendrá una longitud sobre la línea inferior igual al menos a vez y media la proyección horizontal de la separación entre los conductores extremos de la línea superior, en la dirección de la línea inferior.



Dicho haz de cables de protección podrá situarse sobre los mismos o diferentes apoyos de la línea inferior pero, en todo caso, los apoyos que lo soportan en su parte enterrada serán metálicas o de hormigón.

Las distancias verticales mínimas serán:



Con un mínimo de 0,75 m, siendo D_{el} según la tensión respectiva de la línea en cuestión

El órgano competente de la Administración podrá autorizar excepcionalmente, previa justificación, que se fijen sobre un mismo apoyo dos líneas que se crucen. En dicho apoyo y en los conductores de la línea superior se cumplirán las prescripciones de seguridad reforzada determinadas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 [punto 9.2].

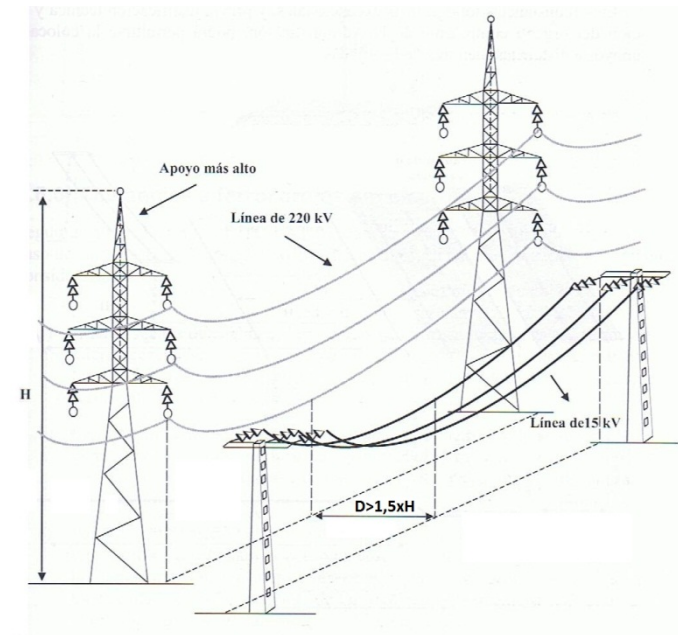
Las líneas de telecomunicación serán consideradas como líneas eléctricas de baja tensión y su cruzamiento estará sujeto por lo tanto a las prescripciones de este apartado.

9.6.2 PARALELISMOS ENTRE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 [punto 9.2].

Se entiende que existe paralelismo cuando dos o más líneas próximas siguen sensiblemente la misma dirección, aunque no sean rigurosamente paralelas.

Se evitará la construcción de líneas aéreas paralelas de energía eléctrica, a distancias inferiores a 1,5 veces de altura del apoyo más alto. Se exceptúan de la anterior recomendación las zonas de acceso a centrales generadoras y estaciones transformadoras.



Si lo anterior no fuese posible, la distancia entre conductores contiguos no será inferior a:

$$D = K \cdot \sqrt{F+L} + K' \cdot D_{PP} \quad \text{Siendo } K, F, L, K', D_{PP} \text{ de la línea de mayor tensión.}$$

El tendido de líneas de diferente tensión sobre apoyos comunes se permitirá cuando sean de iguales características en orden a la clase de corriente y frecuencia, salvo que se trate de líneas de transporte y telecomunicación o maniobra de la misma empresa y siempre que estas últimas estén afectadas exclusivamente al servicio de las primeras. El aislamiento de la línea de menor tensión no será inferior al correspondiente de puesta a tierra de la línea de tensión más elevada.

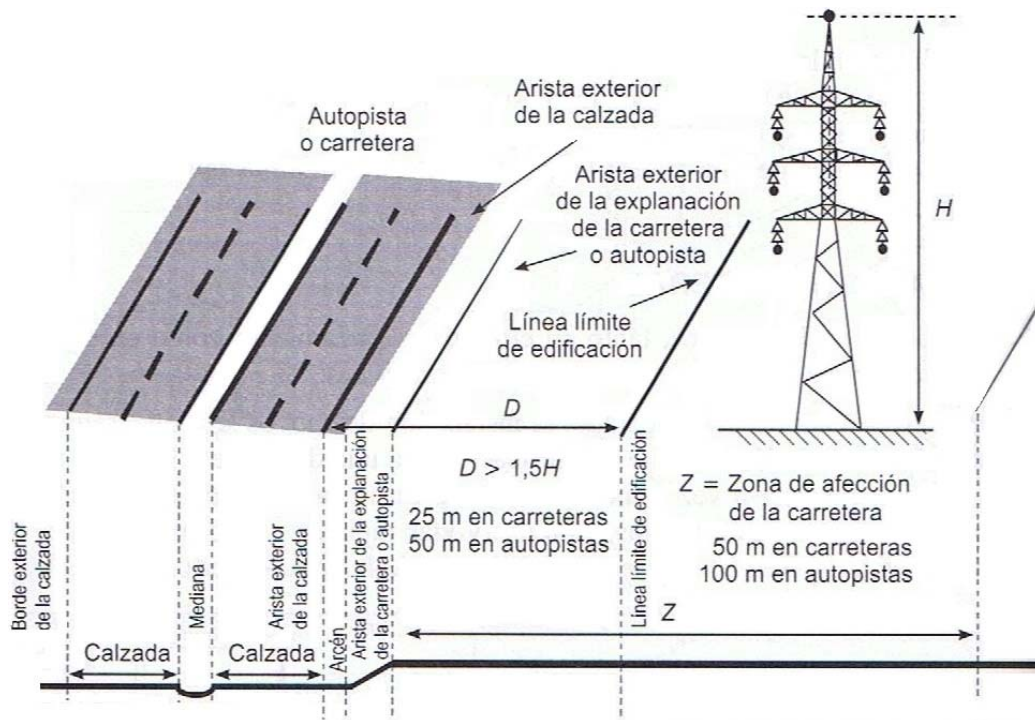
9.6.3 PARALELISMOS ENTRE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS Y LÍNEAS DE TELECOMUNICACIÓN

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07 [punto 9.2].

Se evitará siempre que se pueda el paralelismo, y cuando ello no sea posible se mantendrá entre las trazas de los conductores más próximos de una y otra línea una distancia mínima a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

9.7 DISTANCIAS A CARRETERAS

Para la red de carreteras del estado



Para las carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, la instalación de los apoyos deberá cumplir la normativa vigente de cada comunidad autónoma aplicable a tal efecto.

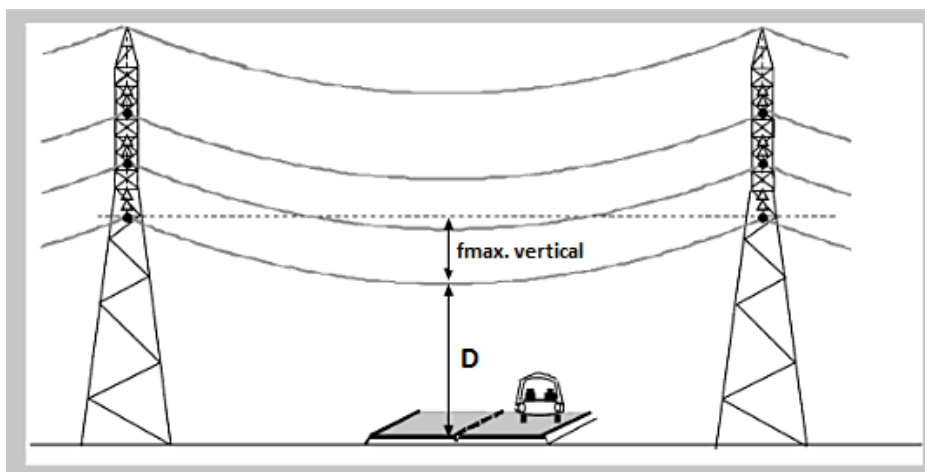
Se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración.

En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

9.7.1 CRUZAMIENTOS CON CARRETERAS

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 [punto 9.2] quedando modificadas de la siguiente forma:

Condición a): En lo que se refiere al cruce con carreteras locales y vecinales, se admite la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce para $U_N > 30$ kV.



$$D \geq D_{add} + D_{el}$$

$D_{add} = 7,5$ m líneas de categoría especial

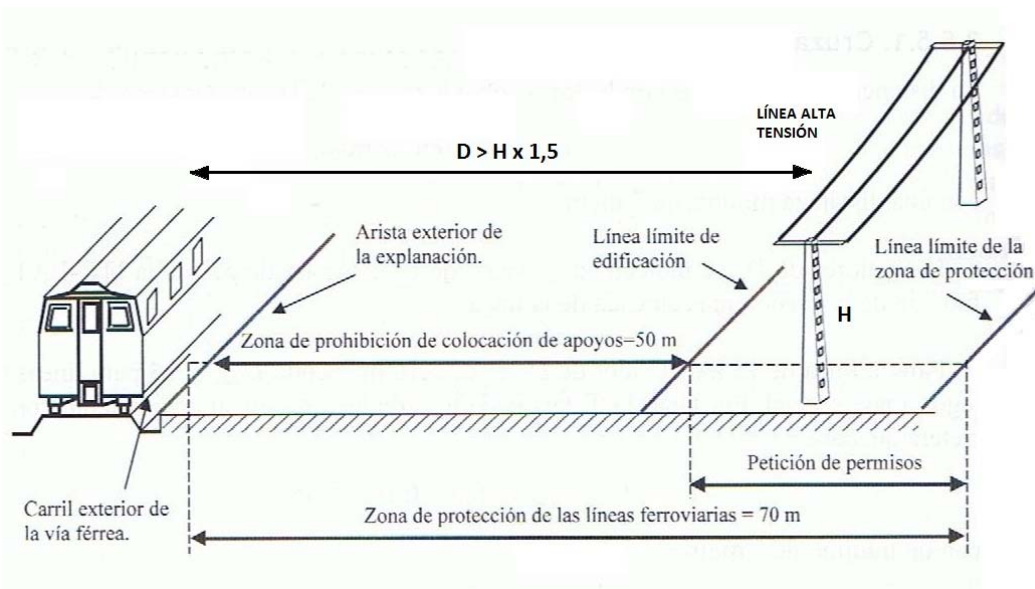
$D_{add} = 6,3$ m resto de líneas

Con un mínimo de 7 m

9.7.2 PARALELISMOS CON CARRETERAS

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 [punto 9.2].

9.8 DISTANCIAS A FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR



En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

9.8.1 CRUZAMIENTOS

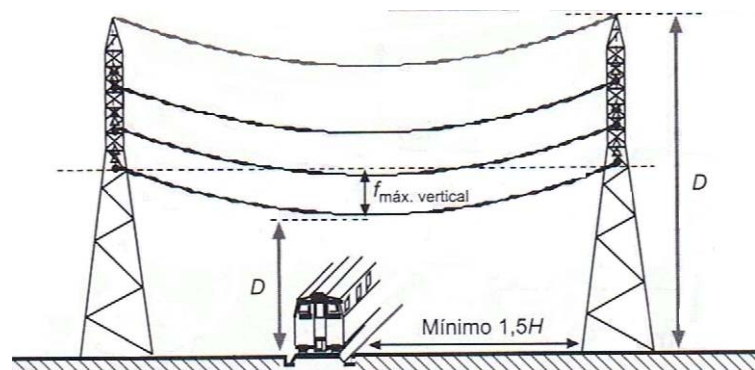
Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 [punto 9.2].

$$D \geq D_{\text{add}} + D_{\text{el}}$$

$D_{\text{add}} = 7,5$ m líneas de categoría especial

$D_{\text{add}} = 6,3$ m resto de líneas

Con un mínimo de 7 m



9.8.2 PARALELISMOS

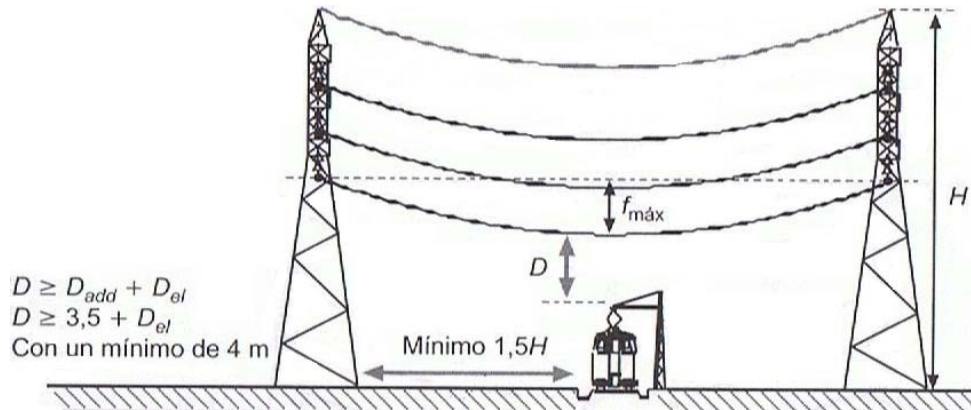
No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 [punto 9.2].

9.9 DISTANCIAS A FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVÍAS Y TROLEBUSES

Para la instalación de los apoyos, tanto para paralelismos como en cruces, se seguirá lo indicado en el punto anterior para ferrocarriles sin electrificar.

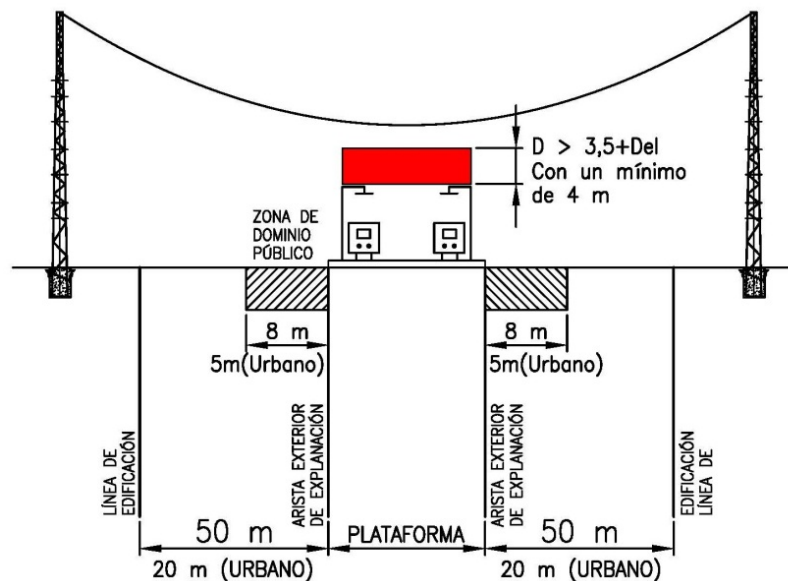
9.9.1 CRUZAMIENTOS A FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVÍAS Y TROLEBUSES

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 [punto 9.2].



Además, en el caso de ferrocarriles, tranvías y trolebuses provistos de trole, o de otros elementos de toma de corriente que puedan accidentalmente separarse de la línea de contacto, los conductores de la línea eléctrica deberán estar situados a una altura tal que, al desconectarse el órgano de toma de corriente, no quede, teniendo en cuenta la posición más desfavorable que pueda adoptar, a menor distancia de aquellos que la definida anteriormente.

Tren de alta velocidad (AVE)



9.9.2 PARALELISMOS A FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVÍAS Y TROLEBUSES

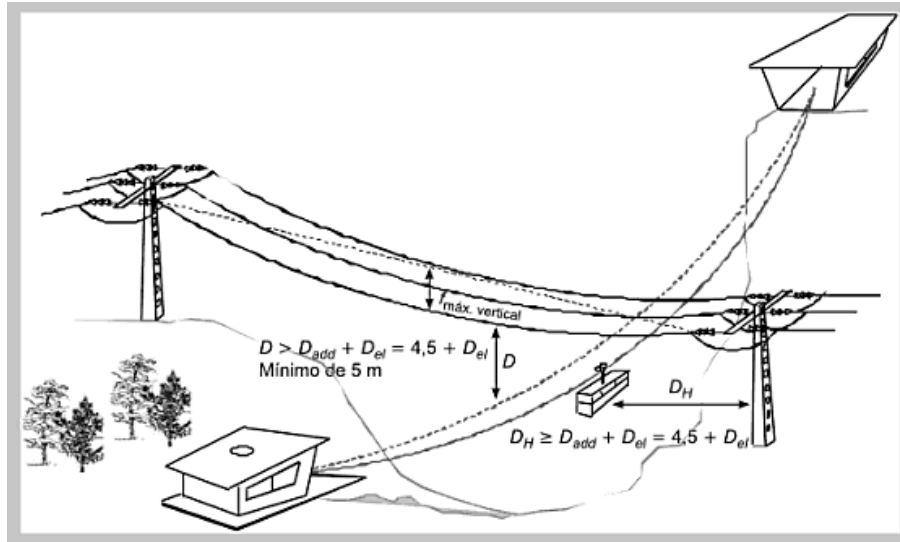
No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 [punto 9.2].

9.10 DISTANCIAS A TELEFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES

9.10.1 CRUZAMIENTOS

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 [punto 9.2].

El cruce de una línea eléctrica con teleféricos o cables transportadores deberá efectuarse siempre superiormente, salvo casos razonadamente muy justificados que expresamente se autoricen.



Habrá que tener en cuenta las oscilaciones de los cables del mismo durante su explotación normal y la posible sobre elevación que pueda alcanzar por reducción de carga en caso de accidente.

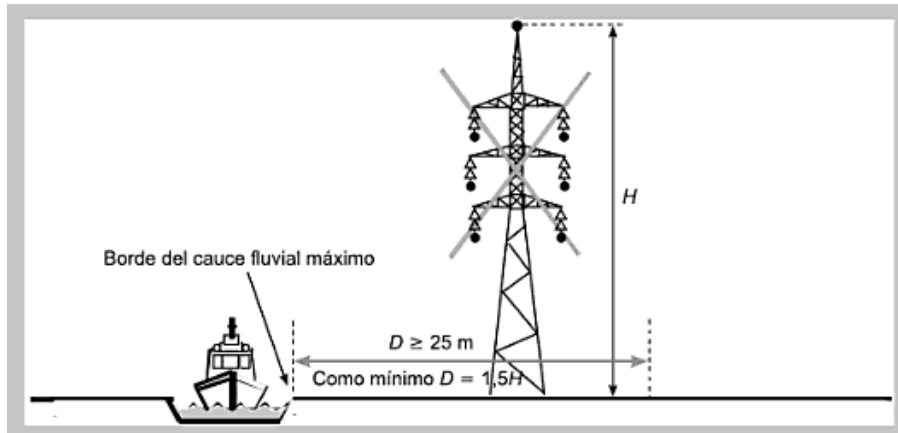
El teleférico deberá ser puesto a tierra en dos puntos, uno a cada lado del cruce, de acuerdo con las prescripciones del apartado 7 ITC-LAT 07 del RLAT.

9.10.2 PARALELISMOS A TELEFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 [punto 9.2].

9.11 DISTANCIAS A RÍOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

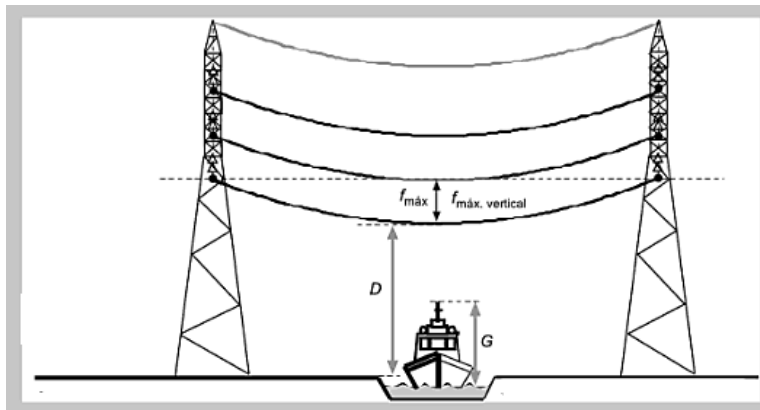


Se podrá admitir la colocación de apoyos a distancias inferiores si existe la autorización previa de la administración competente, como en el caso de circunstancias topográficas excepcionales.

El Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas y el Reglamento del 11 de abril de 1986 modificado por el R.D. 606/2003, de 23 de mayo, definen los bienes que integran el dominio público hidráulico: cauces, embalses, etc. El cauce es el terreno que cubren las aguas en sus máximas crecidas ordinarias. Se denominan márgenes los terrenos que lindan con los cauces. Las márgenes son de dominio privado pero están sujetas en toda su extensión longitudinal a una zona de servidumbre, de cinco metros de anchura, para uso público, regulada reglamentariamente y a una zona de policía, de 100 metros de anchura, que incluye a la anterior, en la que se condiciona el uso del suelo y las actividades realizables. Por tanto, a las confederaciones hidrográficas de los diferentes ríos habrá que solicitar autorización para la construcción de la línea aérea proyectada.

9.11.1 CRUZAMIENTOS A RÍOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 [punto 9.2].



Líneas de categoría especial:

$$D > G + D_{\text{add}} + D_{\text{el}} = G + 3,5 + D_{\text{el}}$$

Resto de líneas:

$$D > G + D_{\text{add}} + D_{\text{el}} = G + 2,3 + D_{\text{el}}$$

G, gallo.

En caso de que no esté definido $G = 4,7$ m.

9.11.2 PARALELISMOS A RÍOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES

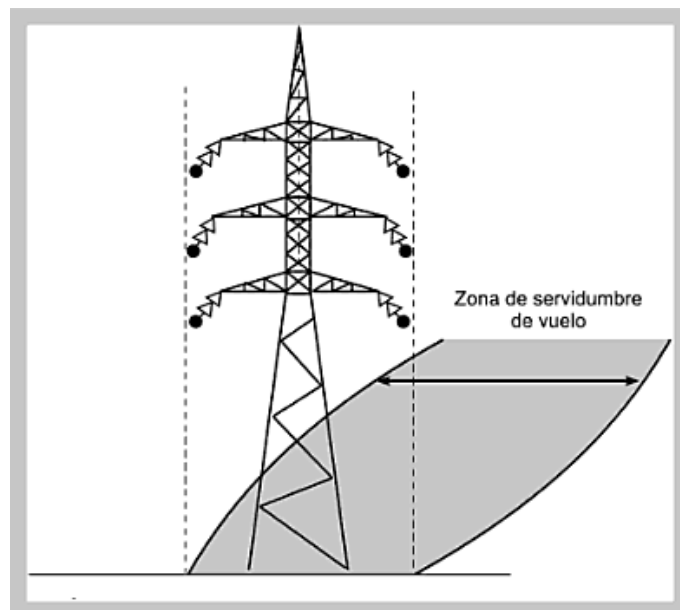
No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 [punto 9.2].

9.12 PASO POR ZONAS

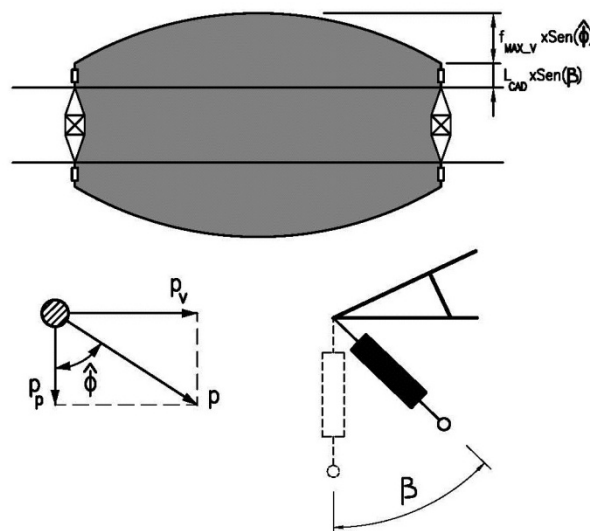
9.12.1 ZONA DE SERVIDUMBRE

Para las líneas eléctricas aéreas con conductores desnudos se define la zona de servidumbre de vuelo como la franja de terreno definida por la proyección sobre el suelo de los conductores extremos, considerados éstos y sus cadenas de aisladores en las condiciones más desfavorables, sin contemplar distancia alguna adicional.

Las condiciones más desfavorables son considerar los conductores y sus cadenas de aisladores en su posición de máxima desviación, sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento para una velocidad de viento de 120 km/h a la temperatura de 15° C.



SERVIDUMBRE DE VUELO



$$\hat{\phi} = \text{arcTg} \left(\frac{P_v}{P_p} \right) = \text{arcTg} \left(\frac{\phi \cdot q}{P_p} \right)$$

$$\text{Si } \phi \leq 16 \text{ mm} \quad q = 60 \cdot \left(\frac{V_V}{120} \right)^2 \left[\frac{\text{daN}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\text{Si } \phi > 16 \text{ mm} \quad q = 50 \cdot \left(\frac{V_V}{120} \right)^2 \left[\frac{\text{daN}}{\text{m}^2} \right] \quad \text{para } V_V = 120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

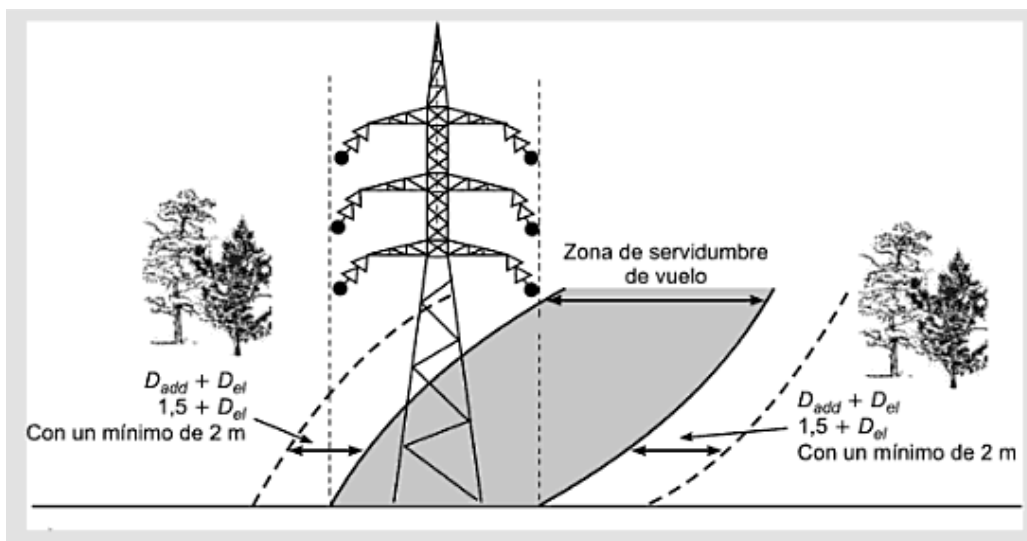
f_{MAX_V} = flecha máxima en la hipótesis de viento a la temperatura de 15°C y una $V_V = 120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Las líneas aéreas de alta tensión deberán cumplir el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre (artículo 158), en todo lo referente a las limitaciones para la constitución de servidumbre de paso.

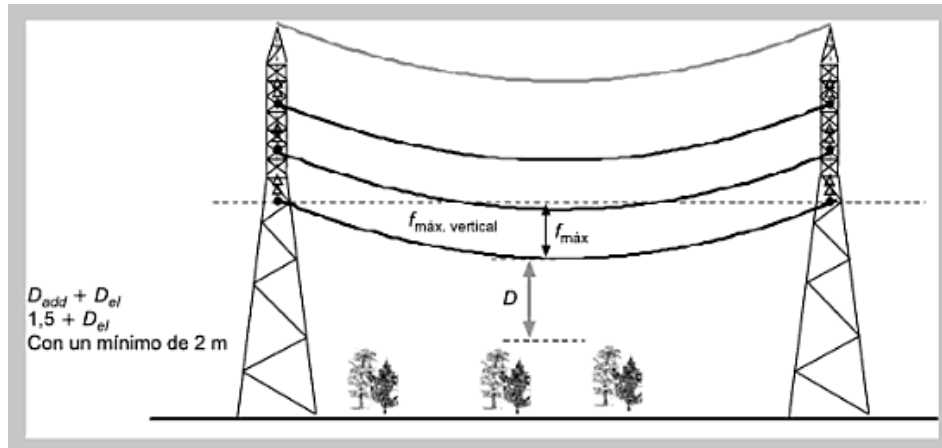
9.12.2 BOSQUES, ÁRBOLES Y MASAS DE ARBOLADO

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 del RLAT [punto 9.2].

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:



El responsable de la explotación de la línea estará obligado a garantizar que la distancia de seguridad entre los conductores de la línea y la masa de arbolado dentro de la zona de servidumbre de paso, satisface las prescripciones del RLAT. También deberá vigilar que la calle por donde discurre la línea se mantenga libre de todo residuo procedente de su limpieza, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

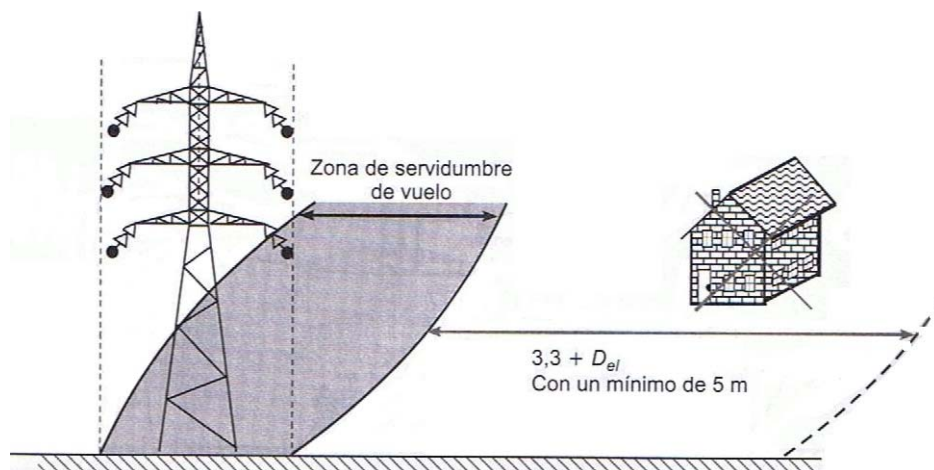


9.12.3 EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES Y ZONAS URBANAS

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 del RLAT [punto 9.2].

Se evitará el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en terrenos que estén clasificados como suelo urbano.

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre:



Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán:



- Sobre puntos accesibles a las personas: 5,5 + Del, mínimo 6 m.
- Sobre puntos no accesibles a las personas: 3,3 + Del, mínimo 4 m.

9.12.4 PROXIMIDAD A AEROPUERTOS

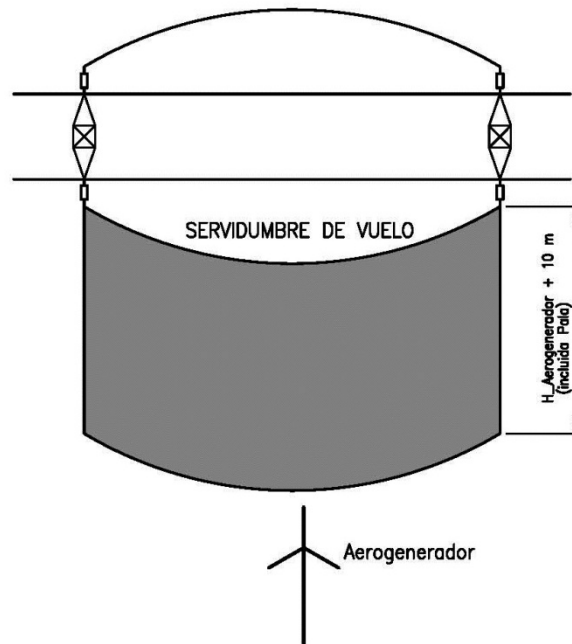
No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 [punto 9.2].

Las líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos que hayan de construirse en la proximidad de los aeropuertos, aeródromos, helipuertos e instalaciones de ayuda a la navegación aérea, deberán ajustarse a lo especificado en la legislación y disposiciones vigentes en la materia que correspondan.

9.12.5 PROXIMIDAD A PARQUES EÓLICOS

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 ITC-LAT 07 [punto 9.2].

Por motivos de seguridad de las líneas eléctricas aéreas de conductores desnudos, no se permite la instalación de nuevos aerogeneradores en la franja de terreno definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en la altura del aerogenerador, incluida la pala, más 10 m.



9.12.6 PROXIMIDAD A OBRAS

Cuando se realicen obras próximas a líneas aéreas y con objeto de garantizar la protección de los trabajadores frente a los riesgos eléctricos según la reglamentación aplicable de prevención de riesgos laborales, y en particular el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, el promotor de la obra se encargará de que se realice la señalización mediante el balizamiento de la línea aérea. El balizamiento utilizará elementos normalizados y podrá ser temporal.

10. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN LÍNEAS AÉREAS AISLADAS DE ALTA TENSIÓN HASTA $U_N \leq 30$ KV



10.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Se considerarán las distancias eléctricas básicas D_{el} y D_{pp} especificadas en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07 del RLAT.

10.2 PRESCRIPCIONES ESPECIALES

En ciertas situaciones especiales, como cruzamientos y paralelismos con otras líneas o con vías de comunicación, zonas urbanas, etc., y con objeto de reducir la probabilidad de accidente, aumentando la seguridad de la línea, además de las distancias mínimas se deberán cumplir las prescripciones especiales detalladas a continuación:

- a) Se prohíbe la utilización de apoyos de madera, salvo en los casos indicados anteriormente, siempre y cuando su fijación al terreno se realice mediante zancas metálicas o de hormigón.
- b) Los coeficientes de seguridad de cimentaciones, apoyos y crucetas, para hipótesis normales, serán un 25% superior a las establecidas.
- c) Los accesorios de fijación del fiador o de los conductores recubiertos serán antideslizantes.

Éstas no serán aplicables en caso de que los cruces y paralelismos sean con cursos de agua no navegables, caminos de herradura, sendas, veredas, cañadas y cercados no edificados, salvo que estos últimos puedan exigir un aumento de altura de los cables.

10.2.1 CUADRO RESUMEN DE LAS SITUACIONES DONDE DEBEN APLICARSE PRESCRIPCIONES ESPECIALES

AFECCIÓN	PRESCRIPCIÓN ESPECIAL ITC-LAT-08 LÍNEAS AÉREAS CON CABLES UNIPOLARES REUNIDOS EN HAZ	
	CRUZAMIENTO	PARALELISMO
CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES, CAMINOS DE HERRADURA, SENDAS, VEREDAS, CAÑADAS Y CERCADOS NO EDIFICADOS (salvo que estos últimos exijan una de altura de los cables)	NO	NO
TERRENO	NO	NO
LÍNEAS AÉREA DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES DESNUDOS	SI (Prescripciones especiales ITC-LAT-08)	NO
	FIJACIÓN SOBRE EL MISMO APOYO Se cumplan las Prescripciones especiales de la ITC-LAT-08. No se admitirán en esta circunstancia el empleo de apoyos de madera Se cumplan las Prescripciones especiales de la ITC-LAT-07, con las siguientes condiciones: Condición a) U≥30 kV puede admitirse la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce Condición b) Pueden emplearse apoyos de madera siempre que su fijación al terreno se realice mediante zancas metálicas o de hormigón Condición c) Queda exceptuado su cumplimiento	
LÍNEAS AÉREA DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES NO DESNUDOS	EN EL CASO DE CRUZAMIENTOS CON CONDUCTORES RECUBIERTOS:	NO
	SI (Prescripciones especiales ITC-LAT-08) FIJACIÓN SOBRE EL MISMO APOYO Se cumplan las Prescripciones especiales de la ITC-LAT-08. No se admitirán en esta circunstancia el empleo de apoyos de madera Se cumplan las Prescripciones especiales de la ITC-LAT-07, con las siguientes condiciones: Condición a) U≥30 kV puede admitirse la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce Condición b) Pueden emplearse apoyos de madera siempre que su fijación al terreno se realice mediante zancas metálicas o de hormigón Condición c) Queda exceptuado su cumplimiento	
LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN O LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN	NO	NO
CARRETERAS	SI (Prescripciones especiales ITC-LAT-08)	NO
	También se deberán cumplir las prescripciones especiales de la ITC-LAT-07 Condición a) En lo que se refiere al cruce con carreteras locales y vecinales, se admite la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce para las líneas de tensión nominal superior a 30 kV	
FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR	SI (Prescripciones especiales ITC-LAT-08)	NO
	También las Prescripciones especiales ITC-LAT-07	
FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVÍAS Y TROLEBUSES	SI (Prescripciones especiales ITC-LAT-08)	NO
	También las Prescripciones especiales ITC-LAT-07	
TELEFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES	SI	NO
RÍOS Y CANALES, NAVEGABLES Y FLOTABLES	SI (Prescripciones especiales ITC-LAT-08)	NO
	También las Prescripciones especiales ITC-LAT-07	
ANTENAS RECEPTORAS DE RADIO, TELEVISIÓN Y PARARRAYOS	NO	NO
BOSQUES, ÁRBOLES Y MASAS DE ARBOLADOS	NO	NO
EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES Y ZONAS URBANAS	NO	NO
PROXIMIDAD A AEROPUERTOS	NO	NO

AFECCIÓN	PRESCRIPCIÓN ESPECIAL	
	ITC-LAT-08 LÍNEAS AÉREAS CON CONDUCTORES RECUBIERTOS	
	CRUZAMIENTO	PARALELISMO
CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES, CAMINOS DE HERRADURA, SENDAS, VEREDAS, CAÑADAS Y CERCADOS NO EDIFICADOS (salvo que estos últimos exijan una de altura de los cables)	NO	NO
TERRENO	NO	NO
LÍNEAS AÉREA DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES DESNUDOS	<p>SI (Prescripciones especiales ITC-LAT-08), pero no la prescripción b). En fijaciones sobre el mismo apoyo no se admitirá el empleo de apoyos de madera</p> <p>Se cumplan las Prescripciones especiales de la ITC-LAT-07, con las siguientes condiciones:</p> <p>Condición a) $U \geq 30$ kV puede admitirse la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce</p> <p>Condición b) Pueden emplearse apoyos de madera siempre que su fijación al terreno se realice mediante zancas metálicas o de hormigón</p> <p>Condición c) Queda exceptuado su cumplimiento</p>	NO
LÍNEAS AÉREA DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES NO DESNUDOS	<p>EN EL CASO DE CRUZAMIENTOS CON CONDUCTORES RECUBIERTOS:</p> <p>SI (Prescripciones especiales ITC-LAT-08), pero no la prescripción b). En fijaciones sobre el mismo apoyo no se admitirá el empleo de apoyos de madera</p> <p>Se cumplan las Prescripciones especiales de la ITC-LAT-07, con las siguientes condiciones:</p> <p>Condición a) $U \geq 30$ kV puede admitirse la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce</p> <p>Condición b) Pueden emplearse apoyos de madera siempre que su fijación al terreno se realice mediante zancas metálicas o de hormigón</p> <p>Condición c) Queda exceptuado su cumplimiento</p>	NO
LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN O LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN	NO	NO
CARRETERAS	<p>SI (Prescripciones especiales ITC-LAT-08)</p> <p>También se deberán cumplir las prescripciones especiales de la ITC-LAT-07</p> <p>Condición a) En lo que se refiere al cruce con carreteras locales y vecinales, se admite la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce para las líneas de tensión nominal superior a 30 kV</p>	NO
FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR	<p>SI (Prescripciones especiales ITC-LAT-08)</p> <p>También las Prescripciones especiales ITC-LAT-07</p>	NO
FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVÍAS Y TROLEBUSES	<p>SI (Prescripciones especiales ITC-LAT-08)</p> <p>También las Prescripciones especiales ITC-LAT-07</p>	NO
TELEFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES	SI	NO
RÍOS Y CANALES, NAVEGABLES Y FLOTABLES	<p>SI (Prescripciones especiales ITC-LAT-08)</p> <p>También las Prescripciones especiales ITC-LAT-07</p>	NO
ANTENAS RECEPTORAS DE RADIO, TELEVISIÓN Y PARARRAYOS	NO	NO
BOSQUES, ÁRBOLES Y MASAS DE ARBOLADOS	NO	NO
EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES Y ZONAS URBANAS	NO	NO
PROXIMIDAD A AEROPUERTOS	NO	NO

10.3 DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES ENTRE SÍ Y ENTRE ESTOS Y LOS APOYOS

10.3.1.1 CABLES UNIPOLARES AISLADOS REUNIDOS EN HAZ

La distancia entre los conductores y los apoyos será la adecuada para que, en las condiciones más desfavorables de entre las hipótesis de cálculo de los apoyos, no sea posible el deterioro de los mismos, como consecuencia de los movimientos u oscilaciones que pudieran producirse, debidos al viento, hielo, etc.

No se exige distancia entre conductores entre sí.

10.3.1.2 CONDUCTORES RECUBIERTOS

Las distancias entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos serán las indicadas en el apartado 5.4.2. ITC-LAT 07.

La distancia mínima entre conductores deberá ser:

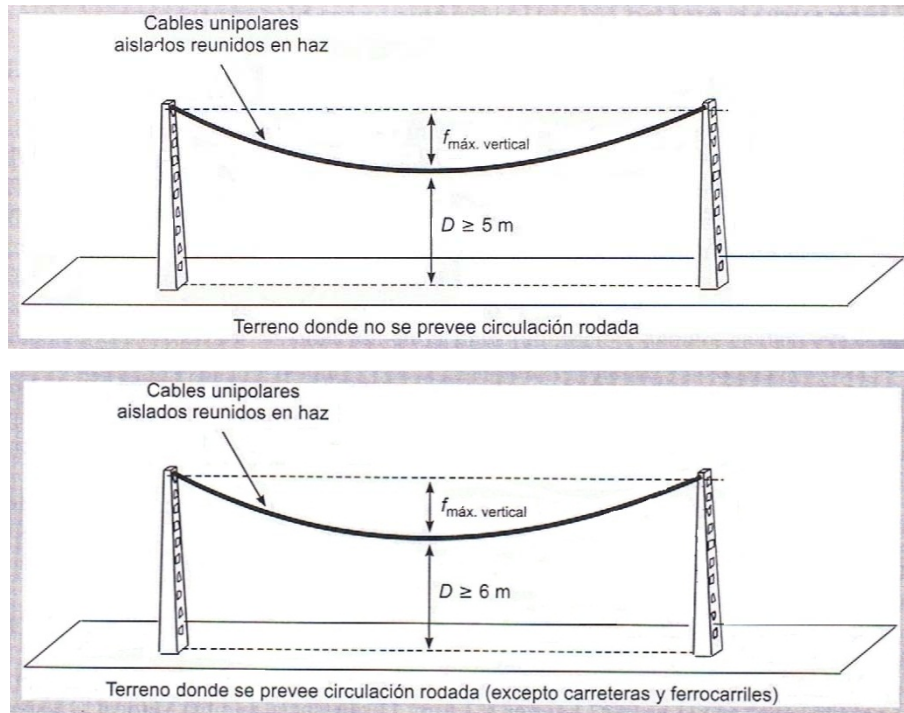
$$D = \frac{1}{3} \cdot [K \cdot \sqrt{F + L} + 0,75 \cdot D_{PP}] \quad \text{Con un mínimo de 0,2 m.}$$

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50397	COEFICIENTE "K" (DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES)				
	p_v (daN/m) Sobrecarga de viento de 120 km/h	FLECHA MÁXIMA DE TEMPERATURA O HIELO		FLECHA MÁXIMA DE VIENTO	
		α (°)	K	α (°)	K
PAS-50 (CCX 50-AL3 K 20 kV)	0,84600000	0	0,55	80,21°	0,65
PAS-120 (CCX 120-AL3 K 20 kV)	0,94500000	0	0,55	71,57°	0,65
CCX-AL3-56	0,88800000	0	0,55	75,33°	0,65
CCX-AL3-110	0,97000000	0	0,55	65,72°	0,65
OTRO CONDUCTOR	50	0	0,55	88,85°	0,65

10.4 DISTANCIAS MÍNIMAS AL TERRENO

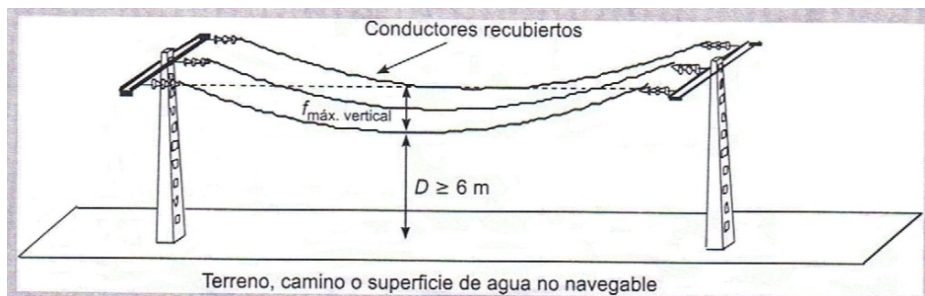
En instalaciones previstas en pistas o estaciones de esquí, y en general, en zonas donde el nivel del terreno puede aumentar como consecuencia de la acumulación de capa de nieve, las distancias que se definen a continuación se entenderán referidas al nivel del terreno, aumentando en el máximo espesor previsible para dicha capa.

10.4.1 CABLES UNIPOLARES AISLADOS REUNIDOS EN HAZ



En calles interiores de fábricas, granjas, explotaciones forestales y mineras, y en general, cualquier tipo de vía donde sea posible su circulación, con una altura mínima de 6 m, la altura mínima será de 1 m sobre la altura máxima de maquinaria o transporte de gran altura.

10.4.2 CONDUCTORES RECUBIERTOS



10.5 DISTANCIAS A OTRAS LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN

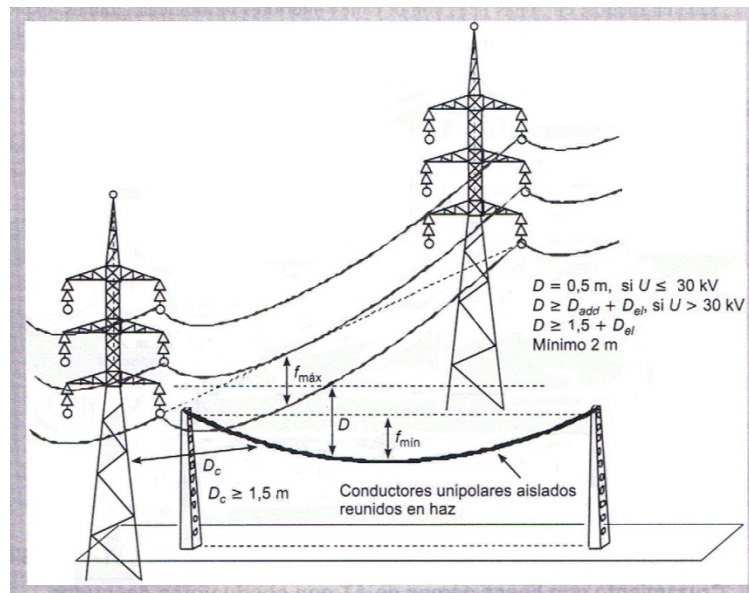
10.5.1 CRUZAMIENTO CON L.A.A.T. CON CONDUCTORES DESNUDOS

Las líneas aéreas aisladas se situarán a una altura inferior a la línea con conductores desnudos, sea cual fuere la tensión nominal de aquella. En caso contrario será preciso recabar autorización expresa del organismo competente de la Administración.

Se podrán fijar sobre el mismo apoyo las líneas que se cruzan, cumpliendo las prescripciones especiales de la ITC-LAT 07 y ITC-LAT 08 del RLAT. No se admitirán en esta circunstancia el empleo de apoyos de madera.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea con conductores desnudos, donde la variación de la flecha del conductor desnudo es menor.

Conductores unipolares aislados reunidos en haz.



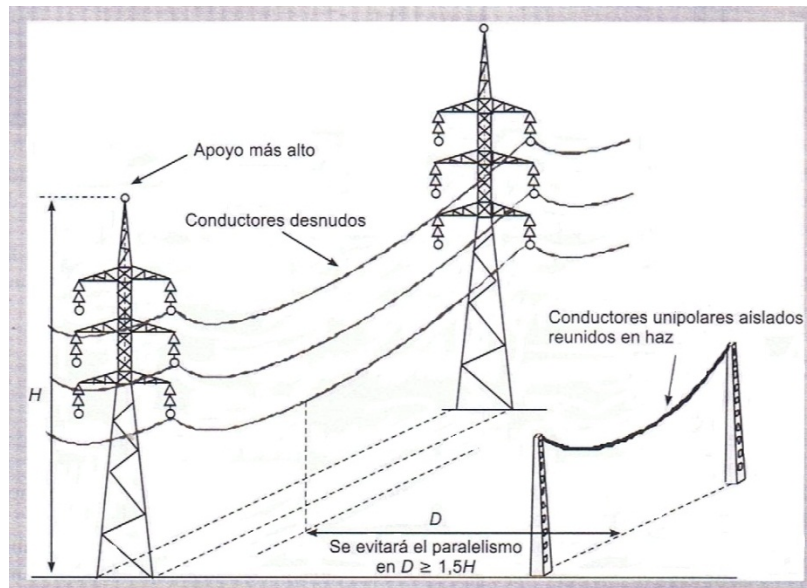
En el cruce de líneas con conductores recubiertos y de líneas con conductores desnudos, se aplicará en su totalidad lo establecido en el apartado 5.6.1 de la ITC-LAT 07, con independencia de la tensión de la línea del conductor desnudo.

No se aplicará la prescripción b) del apartado 6.2 de la ITC-LAT 08 para este tipo de cruces (coeficientes de seguridad un 25% superior).

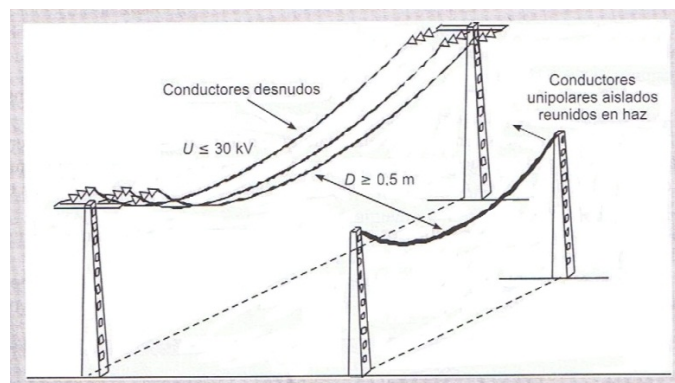
10.5.2 PARALELISMO CON L.A.A.T. CON CONDUCTORES DESNUDOS

La distancia entre apoyos será la suficiente para que la influencia de las faltas a tierra de la L.A.A.T. con conductores desnudos no provoque perforaciones en el aislamiento de los cables de la L.A.A.T. aislados.

Las líneas con conductores recubiertos se consideran como si fuesen desnudas y cumplieran todo lo indicado en el apartado 5.6.2 de la ITC-LAT 07.



Se exceptúan de la anterior prescripción las zonas de acceso a centrales generadoras y estaciones transformadoras.



Para paralelismos con líneas de conductores desnudos de $U_N > 30$ kV, se considerarán los cables unipolares aislados reunidos en haz como conductores desnudos, aplicándose lo indicado en el apartado 5.6.2 de la ITC-LAT 07.

Cuando se utilicen apoyos comunes, la línea con cable unipolar reunido en haz, se situará siempre a nivel inferior que las líneas de conductores desnudos.

10.5.3 CRUZAMIENTO ENTRE L.A.A.T. DE CONDUCTORES NO DESNUDOS

Cuando el cruce se efectúe entre líneas con cables unipolares aislados de alta tensión reunidos en haz la posición relativa de los mismos será indiferente, siendo suficiente para impedir contactos que pudieran producir deterioro en los conductores.

En caso de cruce entre un cable unipolar aislado reunido en haz y un conductor recubierto, el conductor recubierto se considerará como un conductor desnudo.

En el caso de cruzamiento de líneas con conductores recubiertos, la distancia mínima entre ellos será la indicada en el apartado 5.6.1. ITC-LAT 07.

10.5.4 PARALELISMO ENTRE L.A.A.T. DE CONDUCTORES NO DESNUDOS

En el caso de paralelismos de líneas con conductores recubiertos, la distancia mínima entre ellos será la indicada en el apartado 5.6.2. ITC-LAT 07.

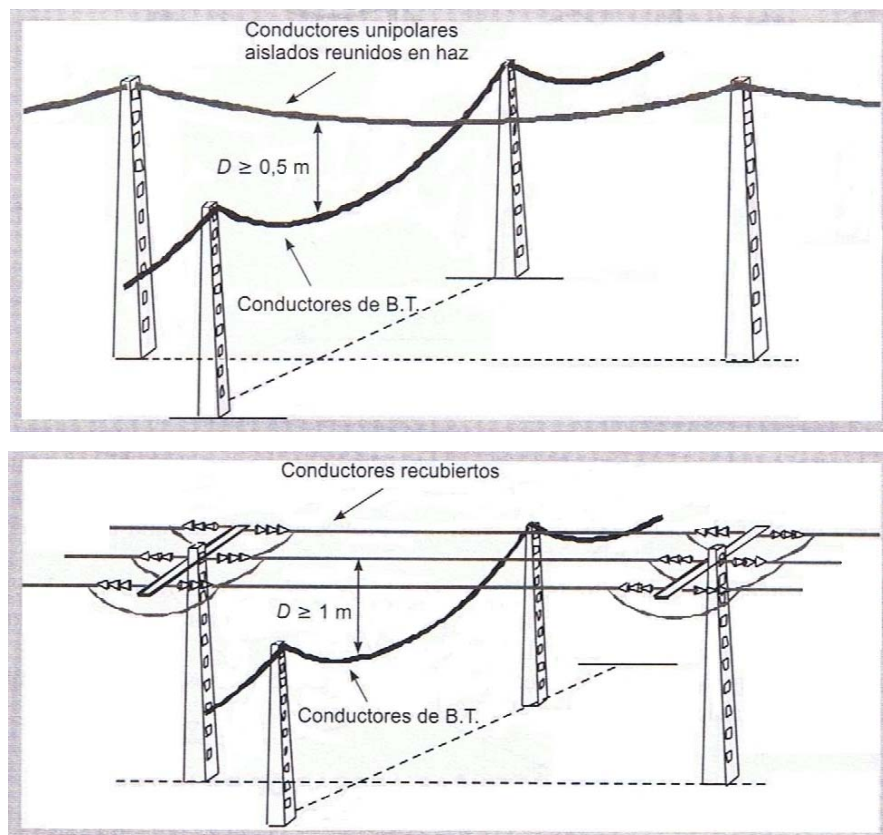
En el caso de paralelismo entre una línea con cable unipolar aislado reunido en haz y una línea con conductor recubierto, el conductor recubierto se considerará como un conductor desnudo, aplicándose lo indicado en el apartado 6.5.2. ITC-LAT-07.

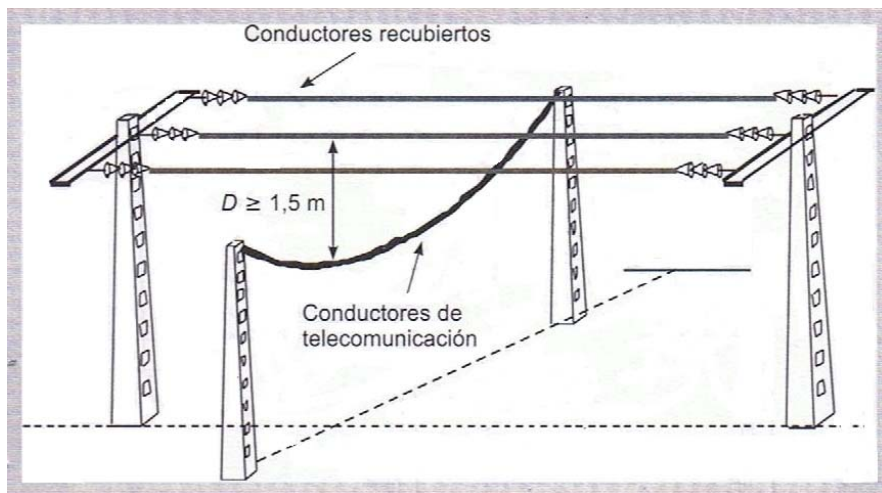
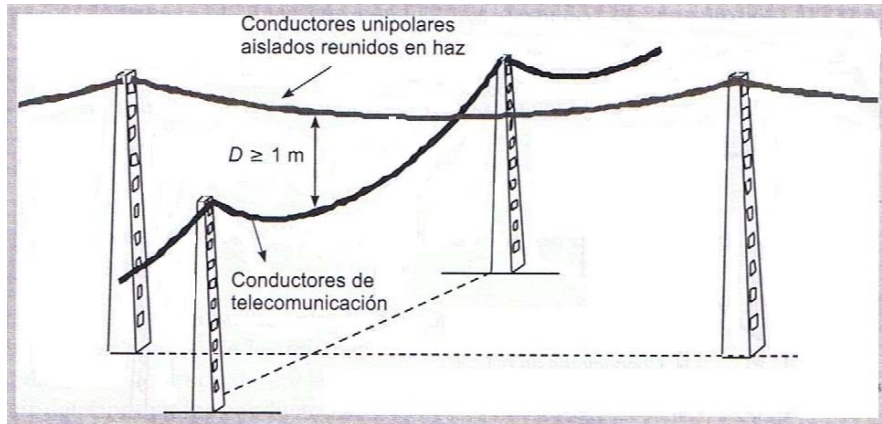
Cuando el paralelismo sea entre líneas con cables unipolares aislados reunidos en haz la distancia entre apoyos será la suficiente para que la influencia de las faltas a tierra en una de las líneas no provoque perforación en el aislamiento de las otras. Las líneas podrán situarse sobre apoyos comunes, teniendo en cuenta que el aislamiento de cualquiera de ellas deberá soportar las tensiones provocadas por la falta a tierra de una de las otras.

10.6 DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN O A LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN

10.6.1 CRUZAMIENTOS

La L.A.A.T. con cable unipolar aislado reunido en haz podrá cruzar indistintamente por encima o debajo. Las L.A.A.T. con conductores recubiertos cruzarán por encima.

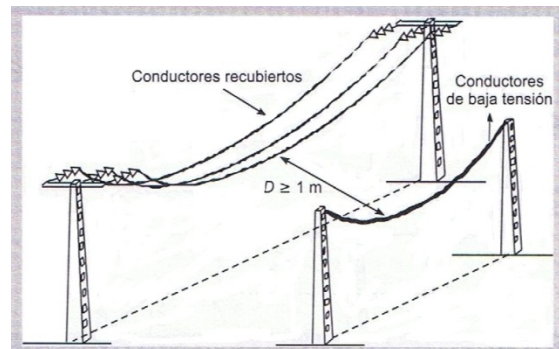
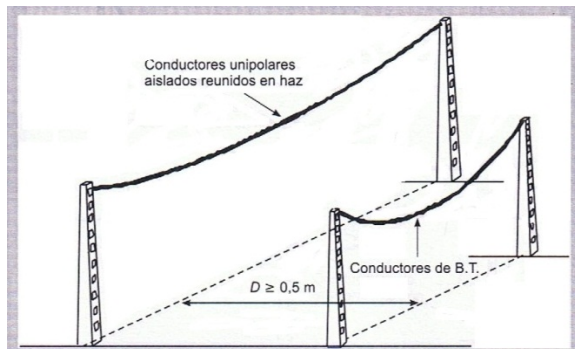




10.6.2 PARALELISMO CON LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN

Se podrán disponer sobre apoyos distintos o comunes.

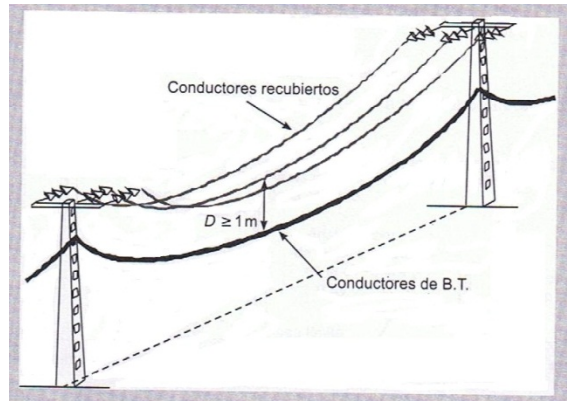
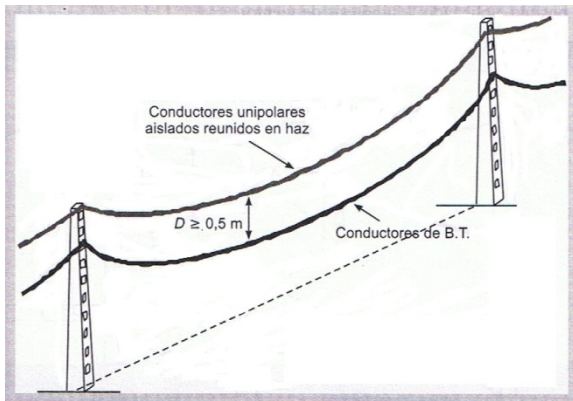
Aposos distintos



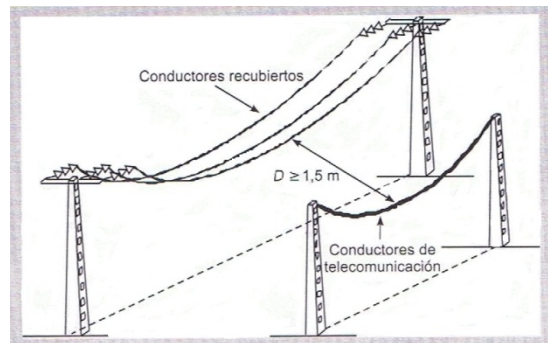
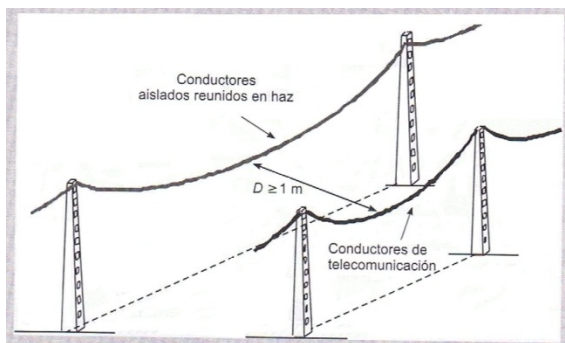
Considerando los conductores de ambas líneas en su máxima desviación posible, aplicando la hipótesis de viento.

Aposos comunes

El aislamiento entre ambas líneas deberá estar dimensionado para soportar la influencia de las faltas a tierra de la línea de alta tensión.



10.6.3 PARALELISMO CON LA LÍNEA AÉREA DE TELECOMUNICACIÓN



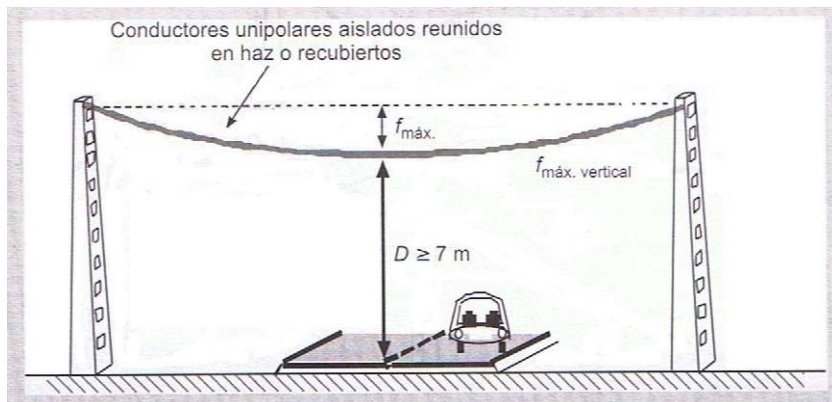
Los elementos que se conecten a la línea de telecomunicación deben estar debidamente protegidos contra sobretensiones que puedan producirse por inducción o contacto accidental entre los conductores de una y otra línea, de tal manera que se descarte todo peligro para las personas y las cosas.

10.7 DISTANCIAS A CARRETERAS

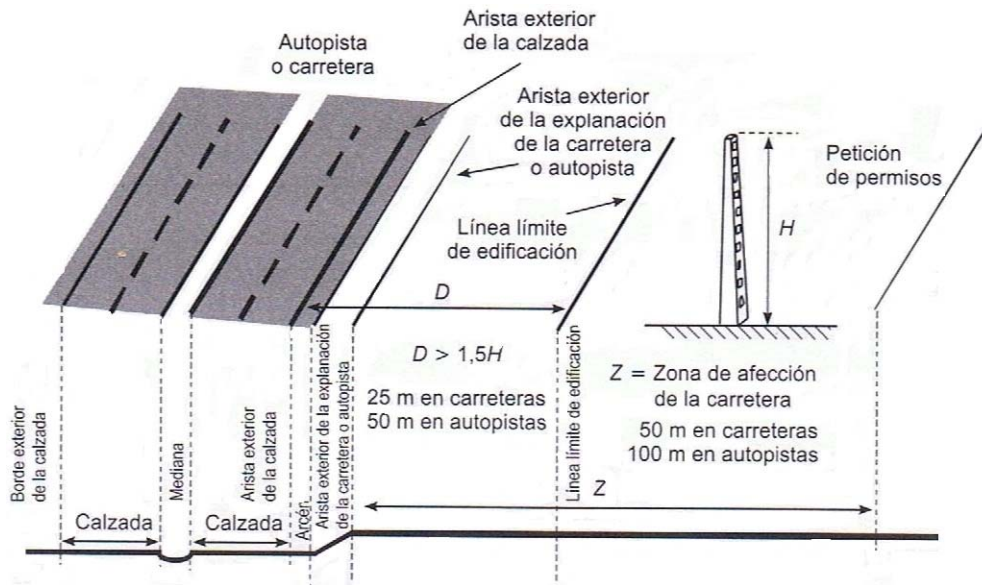
Es aplicable el apartado 5.7 ITC-LAT 07.

10.7.1 CRUZAMIENTO CON CARRETERAS

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 6.2 ITC-LAT 08.



10.7.2 PARALELISMO CON CARRETERAS



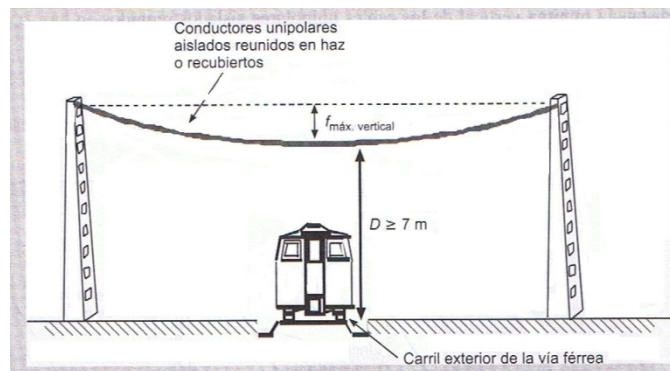
Se cumplirá con lo indicado para l.a.a.t. con conductores desnudos en los apartados 5.7 ITC-LAT 07.

10.8 DISTANCIAS A FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR

Es aplicable lo indicado en el apartado 5.8. de la ITC-LAT 07.

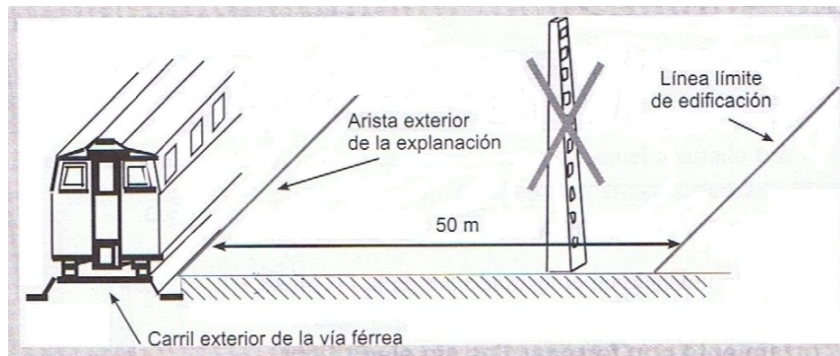
10.8.1 CRUZAMIENTOS

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 6.2 ITC-LAT 08.



10.8.2 PARALELISMOS A FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR

Se cumplirá con lo indicado para L.A.A.T. con conductores desnudos apartado 5.8. ITC-LAT 07.

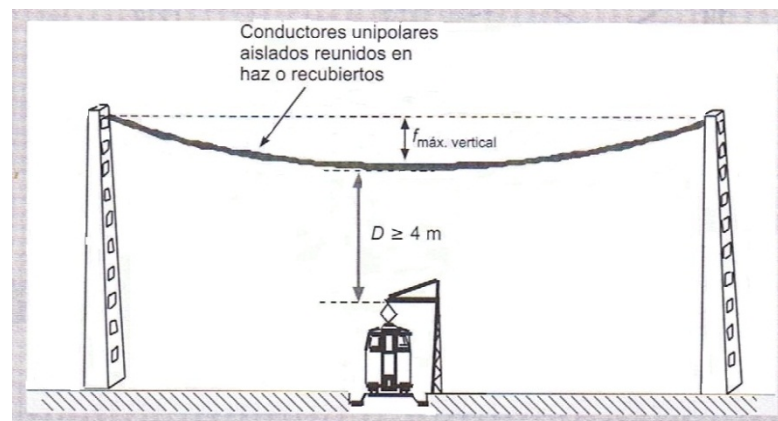


10.9 DISTANCIAS A FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVÍAS Y TROLEBUSES

Es aplicable lo indicado en el apartado 5.9. ITC-LAT 07.

10.9.1 CRUZAMIENTOS

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 6.2. ITC-LAT 08.



10.9.2 PARALELISMOS A FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVÍAS Y TROLEBUSES

Se cumplirá con lo indicado para líneas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en los apartado 5.9 de la ITC-LAT 07.

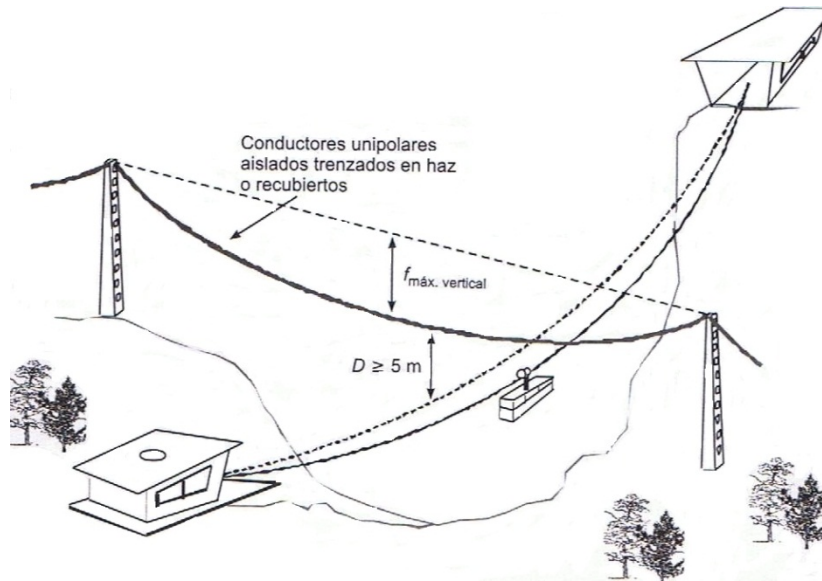
10.10 DISTANCIAS A TELEFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES

10.10.1 CRUZAMIENTOS

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 6.2. ITC-LAT 08.

Deberá efectuarse siempre superiormente la línea eléctrica, salvo casos razonadamente muy justificados que expresamente se autoricen.

La distancia mínima vertical entre los cables y conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical, y la parte más elevada del teleférico, teniendo en cuenta las oscilaciones de los cables del mismo durante su explotación normal y la posible sobre elevación que pueda alcanzar por reducción de carga en caso de accidente, será de 5 m.



La distancia horizontal entre la parte más próxima del teleférico y los apoyos de línea eléctrica en el vano de cruce será, como mínimo de 5 m.

El teleférico deberá ser puesto a tierra en dos puntos, uno a cada lado del cruce, de acuerdo con las prescripciones del apartado 7 de la ITC-LAT 07.

10.10.2 PARALELISMOS A TELEFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES

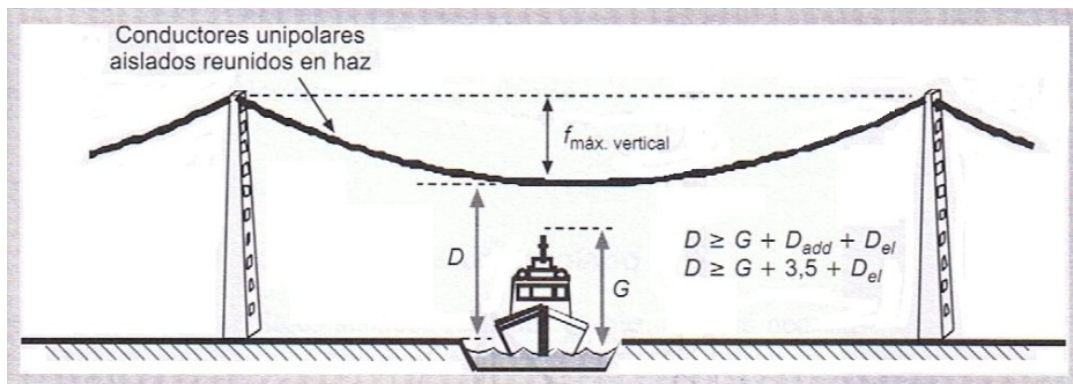
Se cumplirá lo indicado para L.A.A.T. con conductores desnudos en el apartado 5.10 ITC-LAT 07.

10.11 DISTANCIAS A RÍOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES

Es aplicable lo indicado en el apartado 5.11. ITC-LAT 07.

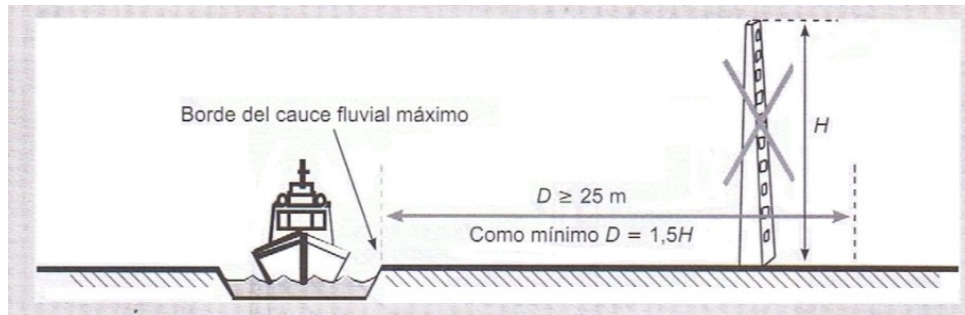
10.11.1 CRUZAMIENTOS

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 6.2. ITC-LAT 08 y lo indicado en el apartado 5.11.1 ITC-LAT 07.



10.11.2 PARALELISMO A RÍOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES

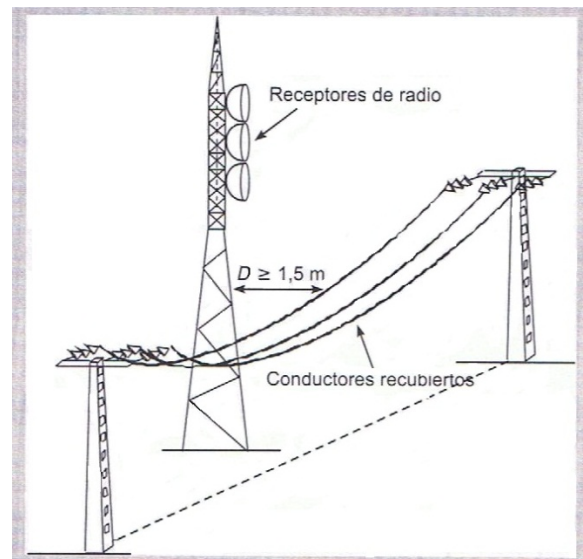
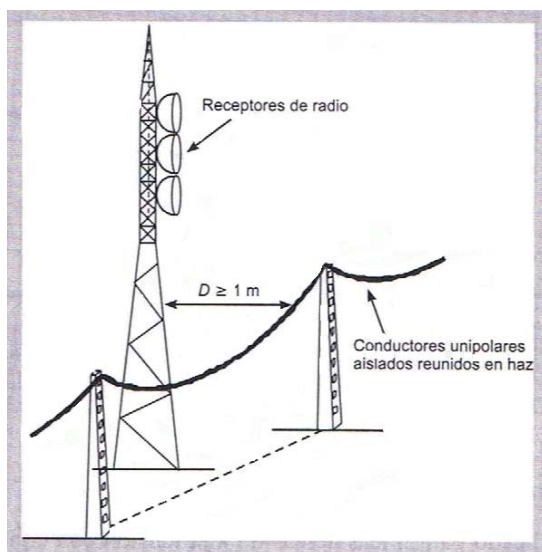
Se cumplirá lo indicado para líneas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en el apartado 5.11 ITC-LAT 07.



10.12 DISTANCIAS A ANTENAS RECEPTORAS DE RADIO, TELEVISIÓN Y PARARRAYOS

Queda prohibida la utilización de los apoyos de sustentación de líneas con cable unipolar aislado de alta tensión reunido en haz, para la fijación sobre los mismos de las antenas de radio o televisión, así como de los tirantes de las mismas.

Para la distancia mínima de separación habrá que tener en cuenta los posibles tirantes o conductores de bajada.

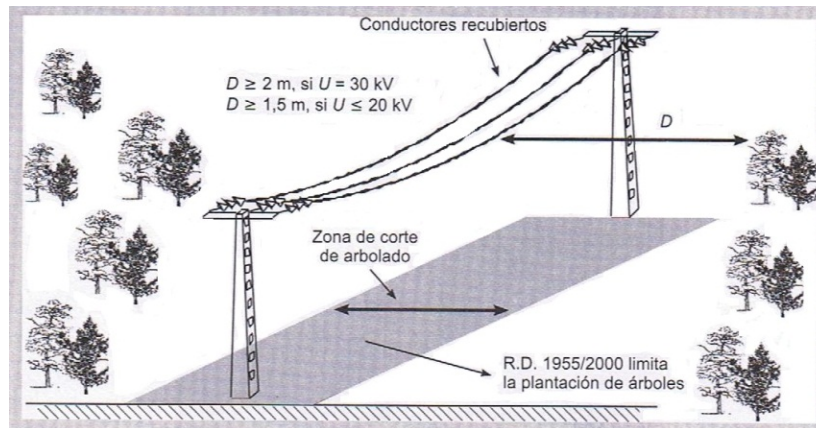


10.13 PASO POR ZONAS

10.13.1 BOSQUES, ÁRBOLES Y MASAS DE ARBOLADO

Para los cables unipolares aislados reunidos en haz, no será necesaria ninguna prescripción especial, salvo las que puedan afectar a la propia integridad del cable.

Para los conductores recubiertos, para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de corte de arbolado a ambos lados de la línea, manteniéndose como mínimo una distancia desde cualquier conductor en reposo a la masa de arbolado de:



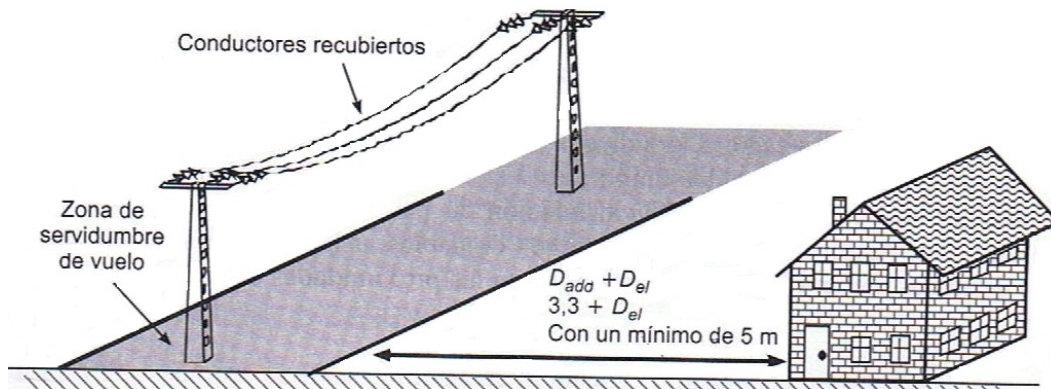
Deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea, entendiéndose como tales los que, por inclinación o caída fortuita o provocada, puedan alcanzar los conductores.

El responsable de la explotación de la línea estará obligado a garantizar que la distancia de seguridad entre los conductores de la línea y la masa de arbolado dentro de la zona de servidumbre de paso satisface las distancias anteriores, estando obligado el propietario de los terrenos a permitir la realización de tales actividades.

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas eléctricas aéreas, queda limitada la plantación de árboles en la franja definida por la servidumbre de vuelo, incrementada con las distancias mínimas de seguridad a ambos lados de la proyección.

10.13.2 EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES Y ZONAS URBANAS

Para los conductores recubiertos, se aplicará, a este respecto, lo especificado en el apartado 5.12.2. ITC-LAT 07.



10.13.3 PROXIMIDAD A AEROPUERTOS

Las líneas eléctricas de alta tensión aisladas, que hayan de construirse en la proximidad de los aeropuertos, aeródromos, helipuertos e instalaciones de ayuda a la navegación aérea deberán ajustarse, además de a las prescripciones anteriormente expuestas, a lo especificado en la legislación y disposiciones vigentes en la materia que correspondan.

11. APLICACIONES INFORMÁTICAS DESARROLLADAS



11.1 APLICACIÓN “VANO MÁXIMO ADMISIBLE.XLSM”

Esta aplicación está desarrollada con Microsoft Excel 2010 en el lenguaje de programación Visual Basic (VBA). Calcula el vano máximo admisible para un apoyo determinado, y así ayudar en la distribución de los nuevos apoyos en el perfil topográfico.

En hoja “DATOS” se introducen los datos en las casillas sombreadas de color gris, y posteriormente se pulsa el botón “CALCULAR VANO MÁXIMO”. Los resultados se presentan en la hoja “RESULTADOS”.

Se ha incorporado el botón “DATOS DEL CONDUCTOR”, con el cual se podrán obtener los datos y sobrecargas de los diferentes conductores y cables.

También se ha incorporado el botón “CALCULAR D, SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES”, con el cual podremos fácilmente obtener la distancia entre conductores en los diferentes armados (Bóveda, recta, triángulo, doble circuito y tresbolillo).

11.1.1 DATOS

11.1.1.1 DATOS NECESARIOS

- Tipo de apoyo; Número del apoyo, característica, o cualquier otro dato.
- Us [kV], tensión más elevada de la red.
- ¿Categoría especial? [SI / NO].
- Condición de la tensión de partida [TRACCIÓN MÁXIMA / E.D.S. / TRACCIÓN FLECHA MÁXIMA].
- Tensión de partida [daN].
- Zona [A / B / C].
- Longitud cadena de suspensión [m].

11.1.1.2 CÁLCULO DE “D”

- Armado [Bóveda / Recta (en capa) / Triángulo / Doble circuito / Tresbolillo].
- a [m].
- b [m].
- d [m].

11.1.1.3 DATOS DEL CONDUCTOR

- Tipo.
- Conductor.

11.1.2 CÓDIGO

```
Option Explicit
'1-CREACIÓN DE VARIABLES GLOBALES
'Datos conductor
Public pp As Double
Public pV_140 As Double
Public pV_120 As Double
Public pH_B As Double
Public pH_C As Double
Public pH_C_mayor As Double
```

```

Public pHV_B As Double
Public pHV_C As Double
Public pHV_C_mayor As Double
Public Sección As Double
Public módulo_E As Double
Public coeficiente As Double
Public Kht As Double
Public Kv As Double
Public Cd As Workbook
Public Un As Double
Public ruta As String
'Datos Necesarios
Public Tipo_Apoyo As String
Public Us As Double
Public Categoría_Especial As String
Public Condición_Tensión As String
Public Tensión_partida As Double
Public zona As String
Public Longitud_CS As Double
Public Ángulo_Dh_Dv() As Double 'Matriz para guardar los valores de ángulo y Dh y Dv para
cada ángulo
Public K_prima As Double
Public Fmax() As Double 'Matriz para valores de Flecha máxima y valor mínimo de "D"
Public D_Separación() As Double 'Matriz para valores de Flecha máxima y valor mínimo de
"D"
Public Vanos() As Double 'Matriz para guardar los valores de los vanos de la tabla de
resultados
Public T_fmax As Double
Public T_EDS() As Double 'Matriz para guardar la tensión en los diferentes vanos
Public T_MAX() As Double 'Matriz para guardar la tensión en los diferentes vanos
Public H_fmax As Double
Public H_EDS() As Double 'Matriz para guardar la tensión en los diferentes vanos
Public H_MAX() As Double 'Matriz para guardar la tensión en los diferentes vanos
Public V_MAX() As Double 'Matriz para guardar LOS RESULTADOS
Public Dpp As Double
Public libro As ThisWorkbook

```

'2-MÓDULO PRINCIPAL

```

Public Sub Vmax()
'2.1-VARIABLES WORKBOOKS
Set libro = ThisWorkbook
'2.2-GUARDAMOS EL DIRECTORIO DONDE ESTÁ GUARDADO ESTE ARCHIVO
ruta = Application.ActiveWorkbook.Path
'2.3-ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
'2.4-DATOS NECESARIOS
Application.Run ("Vmaxx_1_Datos")
'2.5-CALCULAMOS Fmax Y D (Distancia menor en el armados entre conductores)
Application.Run ("Vmaxx_2_FMAX_D")
'2.6-CALCULAMOS LA TENSIÓN A LA TEMPERATURA DE FLECHA MÁXIMA (Consideramos 85°C)
Application.Run ("Vmaxx_3_Tensión")
'2.7-CALCULAMOS EL VALOR DE VANO MÁXIMO
Application.Run ("Vmaxx_4_Cálculo_Vmax")
'2.8-ESCRIBIMOS EL RESULTADO
Application.Run ("Vmaxx_5_Resultados")
'2.9-ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
End Sub

```

Option Explicit

```

Sub Vmaxx_1_Datos()
'Declaración de variables locales
Dim xx As Integer
Dim yy As Integer
Dim zz As Integer
Dim pipi As Double
Dim xxx As Integer
Dim T15 As Workbook
'Constante Pi
pipi = (Application.WorksheetFunction.Asin(1)) * 2
'Datos del conductor
Application.Run ("Vmaxx_Datos_Conductores_Cables")
'Datos necesarios
Tipo_Apoyo = libro.Worksheets("DATOS").Range("E5").Value
Us = libro.Worksheets("DATOS").Range("E6")

```

```

Categoría_Especial = libro.Worksheets("DATOS").Range("E7")
Condición_Tensión = libro.Worksheets("DATOS").Range("E8")
Tensión_partida = libro.Worksheets("DATOS").Range("E9")
zona = libro.Worksheets("DATOS").Range("E10")
Longitud_CS = libro.Worksheets("DATOS").Range("E11")
'Datos ángulo - D_horizontal - D_vertical
ReDim Ángulo_Dh_Dv(37, 2) As Double      'Dimensionamos matriz
yy = 5
zz = 0
For xx = 14 To 51
    Ángulo_Dh_Dv(zz, 0) = libro.Worksheets("DATOS").Cells(xx, yy - 1).Value
    Ángulo_Dh_Dv(zz, 0) = Ángulo_Dh_Dv(zz, 0) * pipi * 2 / 400
    Ángulo_Dh_Dv(zz, 1) = libro.Worksheets("DATOS").Cells(xx, yy).Value
    Ángulo_Dh_Dv(zz, 2) = libro.Worksheets("DATOS").Cells(xx, yy + 1).Value
    zz = zz + 1
Next xx
'Ponemos el valor de K_prima
If Categoría_Especial = "SI" Then
    K_prima = 0.85
Else:
    K_prima = 0.75
End If
'Buscamos Dpp a la tabla 15
Set T15 = Workbooks.Open(ruta & "..\..\..\..\DATOS\RLAT Tablas\Tabla 15 ITC-LAT-
07_00.xls")
If Us = 3.6 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C3")
    Un = 3
ElseIf Us = 7.2 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C4")
    Un = 6
ElseIf Us = 12 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C5")
    Un = 10
ElseIf Us = 17.5 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C6")
    Un = 15
ElseIf Us = 24 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C7")
    Un = 20
ElseIf Us = 30 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C8")
    Un = 25
ElseIf Us = 36 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C9")
    Un = 30
ElseIf Us = 52 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C10")
    Un = 45
ElseIf Us = 72.5 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C11")
    Un = 66
ElseIf Us = 123 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C12")
    Un = 110
ElseIf Us = 145 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C13")
    Un = 132
ElseIf Us = 170 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C14")
    Un = 150
ElseIf Us = 245 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C15")
    Un = 220
ElseIf Us = 420 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C16")
    Un = 420
End If
T15.Close
'Kv y Kht
If Un > 30 Then
    Kht = Valores_Conductor(1, 32)
    Kv = Valores_Conductor(1, 34)
Else
    Kht = Valores_Conductor(1, 33)

```

```

        Kv = Valores_Conductor(1, 35)
    End If
    'Vanos, valores
    ReDim Vanos(27, 0) As Double      'Dimensionamos matriz
    Vanos(0, 0) = 50
    Vanos(1, 0) = 80
    Vanos(2, 0) = 100
    Vanos(3, 0) = 120
    Vanos(4, 0) = 130
    Vanos(5, 0) = 150
    Vanos(6, 0) = 170
    Vanos(7, 0) = 190
    Vanos(8, 0) = 210
    Vanos(9, 0) = 230
    Vanos(10, 0) = 250
    Vanos(11, 0) = 270
    Vanos(12, 0) = 290
    Vanos(13, 0) = 310
    Vanos(14, 0) = 350
    Vanos(15, 0) = 400
    Vanos(16, 0) = 450
    Vanos(17, 0) = 500
    Vanos(18, 0) = 550
    Vanos(19, 0) = 600
    Vanos(20, 0) = 650
    Vanos(21, 0) = 700
    Vanos(22, 0) = 750
    Vanos(23, 0) = 800
    Vanos(24, 0) = 850
    Vanos(25, 0) = 900
    Vanos(26, 0) = 950
    Vanos(27, 0) = 1000
End Sub

Option Explicit
Sub Vmaxx_2_FMAX_D()
'Declaración de variables locales
Dim Flecha_Dh As Double
Dim Flecha_Dv As Double
Dim xx As Integer
'Dimensionamos matriz
ReDim Fmax(37, 0) As Double
ReDim D_Separación(37, 0) As Double
'Cálculos "D" (0 matriz)(Separación entre conductores) y Flecha máxima (1 matriz)
For xx = 0 To 37
    If Ángulo_Dh_Dv(xx, 2) = 0 Then          'Si Dv=0, los valores vienen por Dh
        D_Separación(xx, 0) = Ángulo_Dh_Dv(xx, 1)      'Cogemos D de Dh, al ser Dv=0
        'Calculamos Flecha máxima
        If Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then 'Conductores Recuebiertos
            Fmax(xx, 0) = (((3 * Ángulo_Dh_Dv(xx, 1) - K_prima * Dpp) / (Kv)) ^ 2) -
Longitud_CS
        Else                                     'Resto de conductores
            Fmax(xx, 0) = (((Ángulo_Dh_Dv(xx, 1) - K_prima * Dpp) / (Kv)) ^ 2) -
Longitud_CS
        End If
    Else                                       'Si Dv es diferente de 0
        'Calculamos Flecha máxima
        If Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then 'Conductores Recuebiertos
            Flecha_Dh = (((3 * Ángulo_Dh_Dv(xx, 1) - K_prima * Dpp) / (Kv)) ^ 2) -
Longitud_CS
            Flecha_Dv = (((3 * Ángulo_Dh_Dv(xx, 2) - K_prima * Dpp) / (Kht)) ^ 2) -
Longitud_CS
        Else                                     'Resto de conductores
            Flecha_Dh = (((Ángulo_Dh_Dv(xx, 1) - K_prima * Dpp) / (Kv)) ^ 2) - Longitud_CS
            Flecha_Dv = (((Ángulo_Dh_Dv(xx, 2) - K_prima * Dpp) / (Kht)) ^ 2) - Longitud_CS
        End If
        'Elegimos Fmax menor entre F_Dh y F_Dv y cogemos el valor de D
        If Flecha_Dh < Flecha_Dv Then
            Fmax(xx, 0) = Flecha_Dh
            D_Separación(xx, 0) = Ángulo_Dh_Dv(xx, 1)
        Else
            Fmax(xx, 0) = Flecha_Dv
            D_Separación(xx, 0) = Ángulo_Dh_Dv(xx, 2)
        End If
    End If
Next xx
End Sub

```

```

'CONDICIONES DE PARTIDA QUE SE HAN CONSIDERADO PARA EL "TENSE MÁXIMO"
' CATEGORÍA ESPECIAL
'   ZONA A.      -5°C   V140
'   ZONA B.      -15°C  HB_V60
'   ZONA C.      -20°C  HC_V60   Para alturas menores de 1500 m
'   ZONA C>1500m. -20°C  HC_V60   Para alturas MAYORES de 1500 m
'NO CATEGORÍA ESPECIAL
'   ZONA A.      -5°C   V120
'   ZONA B.      -15°C  HB
'   ZONA C.      -20°C  HC       Para alturas menores de 1500 m
'   ZONA C>1500m. -20°C  HC_V60   Para alturas MAYORES de 1500 m
'CONDICIONES DE PARTIDA PARA EDS
'   ZONA A/B/C   15°C   m=peso propio
'CONDICIONES DE PARTIDA PARA TENSE EN HIPÓTESIS DE FLECHA MÁXIMA
'   ZONA A/B/C   85°C   m=peso propio

Option Explicit
Sub Vmaxx_3_Tensión()
'Declaración de variables locales
Dim xx As Integer
Dim Temperatura_Inicial As Integer
'Dimensionamos las matrices
ReDim T_EDS(27, 0) As Double
ReDim H_EDS(27, 0) As Double
ReDim T_MAX(27, 0) As Double
ReDim H_MAX(27, 0) As Double
If Condición_Tensión = "TRACCIÓN DE FLECHA MÁXIMA" Then
    T_fmmax = Tensión_partida
    H_fmmax = Tensión_partida / Valores_Conductor(1, 4)
ElseIf Condición_Tensión = "E.D.S." Then
    For xx = 0 To 27
        Temperatura_Inicial = 15
        T_EDS(xx, 0) = Vmaxx_ECC_Catenaria(xx, Temperatura_Inicial, Valores_Conductor(1,
4))
    Next xx
    For xx = 0 To 27
        H_EDS(xx, 0) = T_EDS(xx, 0) / Valores_Conductor(1, 4)
    Next xx
Else 'HIPÓTESIS DE TRACCIÓN MÁXIMA
    For xx = 0 To 27
        If Categoría_Especial = "SI" Then
            If zona = "A" Then
                Temperatura_Inicial = -5
                T_MAX(xx, 0) = Vmaxx_ECC_Catenaria(xx, Temperatura_Inicial,
Valores_Conductor(1, 15))
            ElseIf zona = "B" Then
                Temperatura_Inicial = -15
                T_MAX(xx, 0) = Vmaxx_ECC_Catenaria(xx, Temperatura_Inicial,
Valores_Conductor(1, 16))
            ElseIf zona = "C" Then
                Temperatura_Inicial = -20
                T_MAX(xx, 0) = Vmaxx_ECC_Catenaria(xx, Temperatura_Inicial,
Valores_Conductor(1, 18))
            Else
                Temperatura_Inicial = -20
                T_MAX(xx, 0) = Vmaxx_ECC_Catenaria(xx, Temperatura_Inicial,
Valores_Conductor(1, 20))
            End If
        Else
            If zona = "A" Then
                Temperatura_Inicial = -5
                T_MAX(xx, 0) = Vmaxx_ECC_Catenaria(xx, Temperatura_Inicial,
Valores_Conductor(1, 9))
            ElseIf zona = "B" Then
                Temperatura_Inicial = -15
                T_MAX(xx, 0) = Vmaxx_ECC_Catenaria(xx, Temperatura_Inicial,
Valores_Conductor(1, 12))
            ElseIf zona = "C" Then
                Temperatura_Inicial = -20
                T_MAX(xx, 0) = Vmaxx_ECC_Catenaria(xx, Temperatura_Inicial,
Valores_Conductor(1, 13))
            Else
                Temperatura_Inicial = -20
                T_MAX(xx, 0) = Vmaxx_ECC_Catenaria(xx, Temperatura_Inicial,
Valores_Conductor(1, 14))
            End If
        End If
    End If
End Sub

```



```

Next xx
For xx = 0 To 27
    H_MAX(xx, 0) = T_MAX(xx, 0) / Valores_Conductor(1, 4)
Next xx
End If
End Sub
'Macro para calcular la TENSIÓN EN EL ESTADO FINAL con las ECUACIONES DE LA CATENARIA
Public Function Vmaxx_ECC_Catenaria(xxx As Integer, Temperatura_Inicial As Integer,
p_inicial As Double) As Double
'Declaración variables locales
Dim h_inicial As Double
Dim L_inicial As Double
'Calculo del parámetro inicial
h_inicial = Tensión_partida / p_inicial
'Longitud del conductor inicial
L_inicial = Longitud(Vanos(xxx, 0), 0, h_inicial)
'CALCULAMOS EL VALOR DE LA TENSIÓN EN EL ESTADO FINAL
Vmaxx_ECC_Catenaria = Bisección_Catenaria(L_inicial, Vanos(xxx, 0),
Valores_Conductor(1, 3), Valores_Conductor(1, 6), Valores_Conductor(1, 5),
Temperatura_Inicial, 85, Tensión_partida, Valores_Conductor(1, 4))
End Function
'FUNCIÓN DE LA BISECCIÓN. Calcula el valor de la tensión en el estado FINAL
Public Function Bisección_Catenaria(L_inicial As Double, a As Double, Sección As Double,
Modulo_Elasticidad As Double, Coeficiente_Dilatación As Double, Temperatura_Inicial As
Integer, Temperatura_Final As Double, Tensión_Inicial As Double, p2 As Double) As Double
'Declaración de variables locales
Dim t2 As Double
Dim L1_2 As Double
Dim T2_1 As Double
Dim T2_2 As Double
Dim EcuaciónSuma As Double
Dim matriz_1 As Double
Dim i As Integer
Dim h2_catenaria As Double
Dim L_final As Double
Dim Tensión_Final As Double
EcuaciónSuma = 0
T2_1 = 0
T2_2 = 20000
t2 = (T2_1 + T2_2) / 2
h2_catenaria = t2 / p2
'Longitud hilo en estado 2
L_final = Longitud(a, 0, h2_catenaria)
'Ecuación de la catenaria
Tensión_Final = Ecuación(a, a, L_inicial, L_final, Coeficiente_Dilatación,
Temperatura_Final, Temperatura_Inicial, t2, Tensión_Inicial, Sección, Modulo_Elasticidad)
EcuaciónSuma = EcuaciónSuma + Tensión_Final
Do While Not (Abs(EcuaciónSuma) < 0.0000001)
    t2 = (T2_1 + T2_2) / 2
    h2_catenaria = t2 / p2
    EcuaciónSuma = 0
    'Longitud hilo en estado 2
    L_final = Longitud(a, 0, h2_catenaria)
    Tensión_Final = Ecuación(a, a, L_inicial, L_final, Coeficiente_Dilatación,
Temperatura_Final, Temperatura_Inicial, t2, Tensión_Inicial, Sección, Modulo_Elasticidad)
    EcuaciónSuma = EcuaciónSuma + Tensión_Final
    If EcuaciónSuma < 0 Then
        T2_1 = t2
    Else
        T2_2 = t2
    End If
Loop
Bisección_Catenaria = t2
End Function
'FUNCIÓN PARA CALCULAR LA ECUACIÓN ECC DE LA CATENARIA
Public Function Ecuación(a As Double, b As Double, L_1 As Double, L_2 As Double,
Coeficiente_Dilatación As Double, Temperatura_Final As Double, Temperatura_Inicial As
Integer, t2 As Double, t1 As Double, Sección As Double, Modulo_Elasticidad As Double) As
Double
Ecuación = L_1 - L_2 + (Coeficiente_Dilatación * (Temperatura_Final -
Temperatura_Inicial) * L_1) + ((t2 - t1) * (b / a)) * L_1 / (Sección * Modulo_Elasticidad)
End Function
'FUNCIÓN PARA CALCULAR LA LONGITUD DEL CONDUCTOR EN UN VANO
Public Function Longitud(a As Double, d As Double, h As Double) As Double
Longitud = (d ^ 2 + (h ^ 2) * 2 * (Application.WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1)) ^ (1
/ 2)
End Function

```

```

Option Explicit
Sub Vmaxx_4_Cálculo_Vmax()
'Declaración de variables locales
Dim xx As Integer
Dim yy As Integer
'BUCLE Calculamos cada casilla de V_max
If Condición_Tensión = "TRACCIÓN DE FLECHA MÁXIMA" Then
  ReDim V_MAX(37, 0) As Double      'Dimensionamos matriz
  For xx = 0 To 37
    If Fmax(xx, 0) > 0 Then
      V_MAX(xx, 0) = biseccion(0, 2000, Fmax(xx, 0), H_fmax)
    Else
      V_MAX(xx, 0) = "0"
    End If
  Next xx
ElseIf Condición_Tensión = "E.D.S." Then
  ReDim V_MAX(37, 27) As Double
  For yy = 0 To 27
    For xx = 0 To 37
      If Fmax(xx, 0) > 0 Then
        V_MAX(xx, yy) = biseccion(0, 2000, Fmax(xx, 0), H_EDS(yy, 0))
      Else
        V_MAX(xx, yy) = "0"
      End If
    Next xx
  Next yy
Else 'HIPÓTESIS DE TRACCIÓN MÁXIMA
  ReDim V_MAX(37, 27) As Double
  For yy = 0 To 27
    For xx = 0 To 37
      If Fmax(xx, 0) > 0 Then
        V_MAX(xx, yy) = biseccion(0, 2000, Fmax(xx, 0), H_MAX(yy, 0))
      Else
        V_MAX(xx, yy) = "0"
      End If
    Next xx
  Next yy
End If
End Sub
'MÉTODO DE BISECCIÓN-NEWTON PARA CALCULAR VANO MÁXIMO
Public Function biseccion(v1 As Double, v2 As Double, ff As Double, hh As Double) As Double
  Dim xr As Double
  xr = ((v2 + v1) / 2)
  Do While Not (Abs(func(xr, ff, hh)) < 0.01)
    xr = ((v2 + v1) / 2)
    If ((func(v1, ff, hh) * func(xr, ff, hh)) < 0) Then
      v2 = xr
    Else
      v1 = xr
    End If
  Loop
  biseccion = xr
End Function
Public Function func(aaa As Double, fff As Double, hhh As Double) As Double
  func = fff - (((Exp(aaa / (2 * hhh)) + Exp(-aaa / (2 * hhh))) / 2) - 1) * hhh)
End Function

```

```

Option Explicit
Sub Vmaxx_5_Resultados()
'Declaración de variables locales
Dim xx As Integer
Dim yy As Integer
Dim pipi As Double
'Constante Pi
pipi = (Application.WorksheetFunction.Asin(1)) * 2
'BORRAMOS LAS CASILLAS A RELLENAR
  'Nos vamos a la hoja "RESULTADOS"
  libro.Worksheets("RESULTADOS").Activate
  Range("B3:AF3").Select
  Selection.ClearContents
  Range("C5:D5").Select
  Selection.ClearContents
  Range("C6:D6").Select
  Selection.ClearContents
  Range("F6").Select
  Selection.ClearContents

```

```

Range("O6").Select
Selection.ClearContents
Range("S6:T6").Select
Selection.ClearContents
Range("E9:AF9").Select
Selection.ClearContents
Range("E11:AF11").Select
Selection.ClearContents
Range("B12:AF49").Select
Selection.ClearContents
Range("A1").Select
Range("W5:Y5").Select
Selection.ClearContents
Range("W6:X6").Select
Selection.ClearContents
Range("AC5:AD5").Select
Selection.ClearContents
Range("AC6:AD6").Select
Selection.ClearContents
'Escribimos los valores de VANO MÁXIMO / PARÁMETRO
If Condición_Tensión = "TRACCIÓN DE FLECHA MÁXIMA" Then
  For xx = 0 To 37
    libro.Worksheets("RESULTADOS").Cells(xx + 12, 5).Value = V_MAX(xx, 0)
  Next xx
  libro.Worksheets("RESULTADOS").Range("E11") = H_fmax
ElseIf Condición_Tensión = "E.D.S." Then
  For yy = 0 To 27
    For xx = 0 To 37
      libro.Worksheets("RESULTADOS").Cells(xx + 12, yy + 5).Value = V_MAX(xx, yy)
    Next xx
    libro.Worksheets("RESULTADOS").Cells(11, yy + 5).Value = H_EDS(yy, 0)
    libro.Worksheets("RESULTADOS").Cells(9, yy + 5).Value = Vanos(yy, 0)
  Next yy
Else 'HIPÓTESIS DE TRACCIÓN MÁXIMA
  For yy = 0 To 27
    For xx = 0 To 37
      libro.Worksheets("RESULTADOS").Cells(xx + 12, yy + 5) = V_MAX(xx, yy)
    Next xx
    libro.Worksheets("RESULTADOS").Cells(11, yy + 5).Value = H_MAX(yy, 0)
    libro.Worksheets("RESULTADOS").Cells(9, yy + 5).Value = Vanos(yy, 0)
  Next yy
End If
libro.Worksheets("RESULTADOS").Range("B3").Value = Tipo_Apoyo
libro.Worksheets("RESULTADOS").Range("F6") = Us
libro.Worksheets("RESULTADOS").Range("O6") = Categoría_Especial
libro.Worksheets("RESULTADOS").Range("W5") = Condición_Tensión
libro.Worksheets("RESULTADOS").Range("W6") = Tensión_partida
libro.Worksheets("RESULTADOS").Range("S6") = zona
libro.Worksheets("RESULTADOS").Range("AC6") = Longitud_CS
'Tipo de conductor
libro.Worksheets("RESULTADOS").Range("C5") = Datos_Conductor(1, 1)
'Conductor
libro.Worksheets("RESULTADOS").Range("C6") = Datos_Conductor(1, 2)
'Aislamiento
If Longitud_CS = 0 Then
  libro.Worksheets("RESULTADOS").Range("AC5") = "AMARRE"
Else
  libro.Worksheets("RESULTADOS").Range("AC5") = "SUSPENSIÓN"
End If
'Ángulo
For xx = 0 To 37
  libro.Worksheets("RESULTADOS").Cells(xx + 12, 2) = (Ángulo_Dh_Dv(xx, 0) * 400 / (2
* pipi))
Next xx
'D, separación entre conductores
For xx = 0 To 37
  libro.Worksheets("RESULTADOS").Cells(xx + 12, 3) = D_Separación(xx, 0)
Next xx
'Flecha máximas
For xx = 0 To 37
  libro.Worksheets("RESULTADOS").Cells(xx + 12, 4) = Fmax(xx, 0)
Next xx
End Sub

Option Explicit
'DECLARACIÓN DE VARIABLES GLOBALES
Public Datos_Conductor() As String 'Matriz

```

```

Public Valores_Conductor() As Double 'Matriz
Dim Archivo_Conductor As Workbook
Dim Archivo_ruta As String
Public Sub Vmaxx_Datos_Conductores_Cables()
'VARIABLES NIVEL LOCAL=PRIVADA
Dim li As ThisWorkbook
Dim pv1 As Double
Dim pv2 As Double
Dim Peso_inicial As Double
Dim Peso_final As Double
'ACTIVACIÓN VARIABLES WORKBOOKS
Set li = ThisWorkbook
'GUARDAMOS EL DIRECTORIO
Archivo_ruta = Application.ActiveWorkbook.Path
'ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
'Dimensionamos las matrices
ReDim Datos_Conductor(1, 2) As String
ReDim Valores_Conductor(1, 35) As Double
'CAPTURA DE DATOS DE LA PANTALLA
Datos_Conductor(1, 1) = li.Worksheets("DATOS").Range("J18") 'Tipo de conductor
Datos_Conductor(1, 2) = li.Worksheets("DATOS").Range("J19") 'Conductor
'BUSCAR VALORES DEL CONDUCTOR-CABLE
If Datos_Conductor(1, 1) = "AL1_ST1A" Then
Call Función_Conductor_AL1ST1A
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "LARL" Then Call Función_Conductor_LARL
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_1" Then Call Función_Conductor_AL_1
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_3" Then Call Función_Conductor_AL_3
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL3_ST1A" Then Call Función_Conductor_AL3_ST1A
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "ACERO" Then Call Función_Conductor_ACERO
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "COBRE" Then Call Función_Conductor_COBRE
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AISLADOS_HAZ" Then Call Función_Conductor_HAZ
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then Call Función_Conductor_RECUBIERTOS
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "FIBRA_ÓPTICA" Then Call Función_Conductor_FIBRA
End If
'ESCRIBIMOS LOS VALORES EN LA PANTALLA
li.Worksheets("DATOS").Range("N18") = Valores_Conductor(1, 4)
li.Worksheets("DATOS").Range("N19") = Valores_Conductor(1, 15)
li.Worksheets("DATOS").Range("N20") = Valores_Conductor(1, 9)
li.Worksheets("DATOS").Range("N21") = Valores_Conductor(1, 12)
li.Worksheets("DATOS").Range("N22") = Valores_Conductor(1, 13)
li.Worksheets("DATOS").Range("N23") = Valores_Conductor(1, 14)
li.Worksheets("DATOS").Range("N24") = Valores_Conductor(1, 16)
li.Worksheets("DATOS").Range("N25") = Valores_Conductor(1, 18)
li.Worksheets("DATOS").Range("N26") = Valores_Conductor(1, 20)
li.Worksheets("DATOS").Range("N27") = Valores_Conductor(1, 3)
li.Worksheets("DATOS").Range("N28") = Valores_Conductor(1, 6)
li.Worksheets("DATOS").Range("N29") = Valores_Conductor(1, 5)
li.Worksheets("DATOS").Range("N30") = Valores_Conductor(1, 32)
li.Worksheets("DATOS").Range("N31") = Valores_Conductor(1, 34)
li.Worksheets("DATOS").Range("N32") = Valores_Conductor(1, 33)
li.Worksheets("DATOS").Range("N33") = Valores_Conductor(1, 35)
'ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
End Sub
'CONDUCTORES AL1/ST1A
Public Sub Función_Conductor_AL1ST1A()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL1-ST1A_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "27-AL1/4-ST1A LA 30" Then
fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "47-AL1/8-ST1A LA 56" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "67-AL1/11-ST1A LA 78" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "100-AL1/17-ST1A" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "94-AL1/22-ST1A LA 110" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "119-AL1/28-ST1A LA 145" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "107-AL1/18-ST1A LA 125 PENGUIN" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "152-AL1/25-ST1A LA 175 OSTRICH" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "147-AL1/34-ST1A LA 180" Then fila = 15

```

```

ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "242-AL1/39-ST1A LA 280 HAWK" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "337-AL1/44-ST1A LA 380 GULL" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "402-AL1/52-ST1A LA 455 CONDOR" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "483-AL1/33-ST1A LA 510 RAIL" Then fila = 19
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "485-AL1/63-ST1A LA 545 CARDINAL" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "806-AL1/56-ST1A LA 860 LAPWING" Then fila = 21
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "565-AL1/72-ST1A LA 635 FINCH" Then fila = 22
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LA-9506" Then fila = 23
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 24
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES LARL
Public Sub Función_Conductor_LARL()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_LARL_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 30" Then
    fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 56" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 78" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 125 PENGUIN" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 145" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 175 OSTRICH" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 180" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL HAWK" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL GULL" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL CONDOR" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 510 RAIL" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL CARDINAL" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 600 (BLUEJAY)" Then fila = 19
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL FINCH" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 820 (PLOVER)" Then fila = 21
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 22
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL1
Public Sub Función_Conductor_AL_1()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL1_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "28-AL1 (L 28)" Then
    fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "43-AL1 (L 40)" Then fila = 8

```

```

ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "55-AL1 (L 56)" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "76-AL1 (L 80)" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "117-AL1 (L 110)" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "148-AL1 (L 145)" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "188-AL1 (L 180)" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "279-AL1 (L 280)" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "381-AL1 (L 400)" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "454-AL1 (L 450)" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "547-AL1 (L 550)" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "638-AL1 (L 630)" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 19
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
  If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
    Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
    N = N + 1
  End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL3
Public Sub Función_Conductor_AL_3()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL3_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "28-AL3 (D 28)" Then
  fila = 7
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "43-AL3 (D 40)" Then fila = 8
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "55-AL3 (D 56)" Then fila = 9
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "76-AL3 (D 80)" Then fila = 10
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "117-AL3 (D 110)" Then fila = 11
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "148-AL3 (D 145)" Then fila = 12
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "188-AL3 (D 180)" Then fila = 13
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "279-AL3 (D 280)" Then fila = 14
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "381-AL3 (D 400)" Then fila = 15
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "454-AL3 (D 450)" Then fila = 16
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "547-AL3 (D 550)" Then fila = 17
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "638-AL3 (D 630)" Then fila = 18
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 19
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
  If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
    Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
    N = N + 1
  End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL3/ST1A
Public Sub Función_Conductor_AL3_ST1A()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL3-ST1A_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "27-AL3/4-ST1A (DA 30)" Then
  fila = 7
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "47-AL3/8-ST1A (DA 56)" Then fila = 8
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "67-AL3/11-ST1A (DA 78)" Then fila = 9

```

```

        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "94-AL3/22-ST1A (DA 110)" Then fila = 10
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "119-AL3/28-ST1A (DA 145)" Then fila = 11
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "147-AL3/34-ST1A (DA 180)" Then fila = 12
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "226-AL3/53-ST1A (DA 280)" Then fila = 13
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 14
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    N = 1
    For M = 3 To 45
        If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
            Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
            N = N + 1
        End If
    Next M
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES ACERO
Public Sub Función_Conductor_ACERO()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim N As Integer
    Dim M As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_ACERO_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "6,3-S1A-7" Then
        fila = 7
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "10-S1A-7" Then fila = 8
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 8,9 (1+6) 2,97 A" Then fila = 9
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 9,8 (3+9) 2,37 A" Then fila = 10
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 11,8 (1+6+12) 2,37 A" Then fila = 11
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 6 (1+6) 2,0 A" Then fila = 12
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "16-SA1A-7" Then fila = 13
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "25-SA1A-7" Then fila = 14
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.9" Then fila = 15
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.8" Then fila = 16
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.7" Then fila = 17
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "ARLE 53" Then fila = 18
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "ARLE 83" Then fila = 19
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "T 50 (1+6)" Then fila = 20
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "T 70 (1+6)" Then fila = 21
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW 60 (1+6)" Then fila = 22
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "50-ST1A (AC-50)" Then fila = 23
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 24
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    N = 1
    For M = 3 To 45
        If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
            Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
            N = N + 1
        End If
    Next M
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES COBRE
Public Sub Función_Conductor_COBRE()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim N As Integer
    Dim M As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Cu_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "C 10" Then
        fila = 7
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 16" Then fila = 8
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 25" Then fila = 9
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 35" Then fila = 10
    End If

```

```

    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 50" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 70" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 95" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 120" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 150" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 185" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 235" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 300" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 400" Then fila = 19
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 500" Then fila = 20
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 21
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AISLADOS_HAZ
Public Sub Función_Conductor_HAZ()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\CablesAislados_HAZ_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X50 K Al + H16/50 Ac" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X95 K Al + H16/50 Ac" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X150 K Al + H16/50 Ac" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 18/30 kV 3X95 K Al + H25/50 Ac" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 18/30 kV 3X150 K Al + H25/50 Ac" Then fila =
11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 12
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
Valores_Conductor(1, 1) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 3)
'CARGA DE ROTURA
Valores_Conductor(1, 2) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 4)
'DIÁMETRO
Valores_Conductor(1, 3) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 5)
'SECCIÓN
Valores_Conductor(1, 4) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 7)
'PESO
Valores_Conductor(1, 5) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 8)
'ALFA
Valores_Conductor(1, 6) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 9)
'E
Valores_Conductor(1, 7) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 10)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 8) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 11)
'ALTURA H>1500 M
Valores_Conductor(1, 9) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 12)
'VIENTO 120
Valores_Conductor(1, 11) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 12) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 14)
'HIELO B
Valores_Conductor(1, 13) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 15)
'HIELO C
Valores_Conductor(1, 14) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 16)
'HIELO C H>1500 m
Valores_Conductor(1, 22) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 17)
'C VIENTO 120
Valores_Conductor(1, 24) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'C VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 25) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 19)
'C HB

```



```

    Valores_Conductor(1, 26) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 20)
'C HC
    Valores_Conductor(1, 27) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'C HC >1500 m
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES RECUERTOS
Public Sub Función_Conductor_RECUBIERTOS()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\CablesAislados_RECUBIERTOS_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "PAS-50 (CCX 50-AL3 K 20 kV)" Then
        fila = 7
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "PAS-120 (CCX 120-AL3 K 20 kV)" Then fila = 8
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "CCX-AL3-56" Then fila = 9
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "CCX-AL3-110" Then fila = 10
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 11
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    Valores_Conductor(1, 1) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 3)
'CARGA DE ROTURA
    Valores_Conductor(1, 2) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 4)
'DIÁMETRO
    Valores_Conductor(1, 3) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 5)
'SECCIÓN
    Valores_Conductor(1, 4) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 7)
'PESO
    Valores_Conductor(1, 5) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 8)
'ALFA
    Valores_Conductor(1, 6) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 9)
'E
    Valores_Conductor(1, 7) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 10)
'VIENTO EXCEPCIONAL
    Valores_Conductor(1, 8) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 11)
'ALTURA H>1500 M
    Valores_Conductor(1, 9) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 12)
'VIENTO 120
    Valores_Conductor(1, 10) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
'VIENTO MITAD
    Valores_Conductor(1, 11) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 14)
'VIENTO EXCEPCIONAL
    Valores_Conductor(1, 12) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 15)
'HIELO B
    Valores_Conductor(1, 13) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 16)
'HIELO C
    Valores_Conductor(1, 14) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 17)
'HIELO C H>1500 m
    Valores_Conductor(1, 22) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'C VIENTO 120
    Valores_Conductor(1, 23) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 19)
'C VIENTO MITAD
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 24) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 20)
'C VIENTO EXCEPCIONAL
    Valores_Conductor(1, 25) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'C HB
    Valores_Conductor(1, 26) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'C HC
    Valores_Conductor(1, 27) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'C HC >1500 m
    Valores_Conductor(1, 33) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'K T Y H U<30
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 35) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 28)
'K V U<30
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES FIBRA ÓPTICA
Public Sub Función_Conductor_FIBRA()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim M As Integer
    Dim N As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores

```

```

Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\Cables_FibraÓptica_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24 (57/24) 12" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24 (66/32) 15" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 48-96 (82/32) 17" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24-48-96 (106/62) 26" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (53/32) 15" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (74/34) 17" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (106/63) 25" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-12-24/0" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-24/0" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-48/0 OPGW-16-36/12" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-80/0 OPGW-16-64/16" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-90/0 OPGW-16-72/18" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-24" Then fila = 19
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-48/0 FOADK-36/12" Then fila = 20
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-80/0 FOADK-64/16" Then fila = 21
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-90/0 FOADK-72/18" Then fila = 22
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..24" Then fila = 23
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..48" Then fila = 24
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..64" Then fila = 25
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..24 F" Then fila = 26
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..48 F" Then fila = 27
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..64 F" Then fila = 28
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 29
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
        Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub

```

Option Base 1

Option Explicit

Public Sub Vmaxx_Dh_Dv()

'1-DECLARAR VARIABLES

Dim Dh As Double

Dim Dv As Double

Dim Armado As String

Dim a As Double

Dim b As Double

Dim d As Double

Dim xx As Double

Dim yy As Double

Dim ángulo As Double

Dim Pi As Double

Dim D1 As Double

Dim D2 As Double

Dim D3 As Double

Dim libro As ThisWorkbook

Set libro = ThisWorkbook

Dim pipi As Double

'Constante Pi

pipi = (Application.WorksheetFunction.Asin(1)) * 2

'2-TOMA DE DATOS

Armado = libro.Worksheets("DATOS").Range("J5")

a = libro.Worksheets("DATOS").Range("J6")

b = libro.Worksheets("DATOS").Range("J7")

d = libro.Worksheets("DATOS").Range("J8")

'3-CÁLCULO DE Dh Y Dv

yy = 5

If (b < a) And ((Armado = "DOBLE CIRCUITO") Or (Armado = "TRESBOLILLO")) Then

'Introducimos este if para asegurarnos que b>a

'Borramos la tabla

libro.Worksheets("DATOS").Range("E14:F51").ClearContents

libro.Worksheets("DATOS").Range("E14").Value = "ERROR, b>a"

libro.Worksheets("DATOS").Range("F14").Value = "ERROR, b>a"

```

Else
  For xx = 14 To 51
    ángulo = libro.Worksheets("DATOS").Cells(xx, yy - 1).Value
    ángulo = ángulo * ppi * 2 / 400
    If Armado = "BÓVEDA" Then
      Dh = ((d ^ 2) + ((a * Cos(ángulo / 2)) ^ 2)) ^ (1 / 2)
      Dv = 0
    ElseIf Armado = "RECTO (EN CAPA)" Then
      Dh = a * Cos(ángulo / 2)
      Dv = 0
    ElseIf Armado = "TRIÁNGULO" Then
      Dh = ((d ^ 2) + ((a * Cos(ángulo / 2)) ^ 2)) ^ (1 / 2)
      Dv = 0
    ElseIf Armado = "DOBLE CIRCUITO" Then
      Dh = 2 * a * Cos(ángulo / 2)
      Dv = ((d ^ 2) + ((b - a) * Cos(ángulo / 2)) ^ 2) ^ (1 / 2)
    ElseIf Armado = "TRESBOLILLO" Then
      D1 = ((d ^ 2) + ((2 * b * Cos(ángulo / 2)) ^ 2)) ^ (1 / 2)
      D2 = ((d ^ 2) + ((a + b) * Cos(ángulo / 2)) ^ 2) ^ (1 / 2)
      D3 = (((2 * d) ^ 2) + ((b - a) * Cos(ángulo / 2)) ^ 2) ^ (1 / 2)
      If D1 > D2 Then
        Dh = D2
      Else
        Dh = D1
      End If
      Dv = D3
    End If
    'Escribimos los resultados
    libro.Worksheets("DATOS").Cells(xx, yy) = Dh
    libro.Worksheets("DATOS").Cells(xx, yy + 1) = Dv
  Next xx
End If
End Sub

```

11.2 APLICACIÓN “ÁNGULO OSCILACIÓN TRANSVERSAL CADENA SUSPENSIÓN.XLSM”

Esta aplicación calcula el ángulo de oscilación transversal de la cadena de aisladores en un apoyo con aislamiento suspendido. Se ha realizado con Microsoft Excel en lenguaje de programación VBA.

Se incluyen las siguientes aplicaciones adicionales.

- Datos del conductor. Nota: El dato del peso aparente es en el caso de viento-mitad.
- Cálculo del contrapeso necesario, si el ángulo de oscilación fuera mayor que el admisible.
- Confección de una gráfica de utilización de apoyos y una tabla de valores mínimos de vano medio para no superar el ángulo de desviación admisible.
- Cálculo de la altura necesaria del apoyo para que el ángulo sea inferior al admisible.

El cálculo se realiza siguiendo las exigencias del RLAT. Para poder realizar un cálculo más exigente se pueden cambiar los siguientes valores:

- Presión del viento-mitad NO.
- Sustituir los valores de a1 y a2 por L1 y L2.
- Cambiar el valor de la tensión horizontal del conductor en la hipótesis de viento-mitad, por la tensión en la hipótesis de viento a 120 km/h, 140km/h u otra.
- Indicar una velocidad de viento $V_v > 120$ km/h.
- Sustituir el peso aparente en la hipótesis viento-mitad por otro de otra hipótesis más existente. Nota: El dato facilitado por la aplicación que obtiene los datos del conductor es el del viento-mitad, habrá que sustituirlo a mano, si se quiere un cálculo más exigente.

11.2.1 DATOS NECESARIOS

- Apoyo: Número, tipo, etc...
- Método de cálculo del esfuerzo vertical: Catenaria / Gravivano Parábola / Gravivano Catenaria / Más Desfavorable.
- Velocidad del viento [km/h].
- Presión Viento-mitad [SI/NO].
- d [m], diámetro del conductor.
- p_p [daN/m], peso propio del conductor por metro lineal.
- p [daN/m], peso aparente en la hipótesis viento-mitad del conductor por metro lineal.
- n, número de conductores por puntos de sujeción.
- a1 [m]. Longitud del vano izquierdo.
- a2 [m]. Longitud del vano derecho.
- d1 [m]. Desnivel del vano izquierdo.

- d_2 [m]. Desnivel del vano derecho.
- α [g]. Ángulo de desviación de la traza en grado centesimales.
- $T_{v/2}$ [daN]. Tensión horizontal del conductor en la hipótesis de viento-mitad.
- Peso de la cadena de aisladores [daN].
- Peso de los herrajes [daN].
- C, peso del contrapeso instalado [daN].
- Dato cadena aisladores [Sobrecarga/Superficie].
- $\beta_{\text{Admisible}}$ [°]. Ángulo de desviación máximo admisible.

11.2.2 CÓDIGO

```
'MÓDULO PARA CALCULAR EL ÁNGULO DE OSCILACIÓN
Option Base 1
Option Explicit
Public Sub AOTCS_AnguloDeOscilacion()
    '1-DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    'Datos
    Dim Apoyo As String
    Dim Método_Cálculo As String
    Dim Vv As Double
    Dim Presión_Viento_Mitad As String
    Dim d As Double
    Dim Pp As Double
    Dim P As Double
    Dim n As Integer
    Dim a1 As Double
    Dim a2 As Double
    Dim d1 As Double
    Dim d2 As Double
    Dim Ángulo_Traza As Double
    Dim T_v2 As Double
    Dim P_cadena As Double
    Dim P_herrajes As Double
    Dim C As Double
    Dim Dato_Cadena As String
    Dim Ai As Double
    Dim Beta_Admisible As Double
    Dim Tipo_Conductor As String
    Dim Conductor As String
    'Variables para cálculos
    Dim q As Double
    Dim Beta_Calculado As Double
    Dim pi As Double
    Dim libro As ThisWorkbook
    Dim Carga_Vertical As Double
    Dim P_conductores As Double
    Dim Fv_conductores As Double
    Dim Fv_cadena As Double
    Dim k As Double
    '2-ASIGNAMOS VALOR A VARIABLE WORKBOOK
    Set libro = ThisWorkbook
    '3-TOMA DE DATOS
    Apoyo = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D4")
    Método_Cálculo = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D5")
    Vv = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D6")
    Presión_Viento_Mitad = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D7")
    d = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D9")
    Pp = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D10")
    P = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D11")
    n = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D12")
    a1 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D14")
    a2 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D15")
    d1 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D16")
    d2 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D17")
    Ángulo_Traza = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D19")
    T_v2 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D21")
    P_cadena = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D23")
```

```

P_herrajes = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D24")
C = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D25")
Dato_Cadena = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D27")
Ai = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D28")
Beta_Admisible = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D30")
Tipo_Conductor = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("K9")
Conductor = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("K10")
'4-CÁLCULOS
'Creamos pi
pi = 4 * Atn(1)
'Cálculo de q
If Presión_Viento_Mitad = "SI" Then
    k = 0.5
Else
    k = 1
End If
If d > 0.016 Then
    q = k * 50 * ((Vv / 120) ^ 2)
Else
    q = k * 60 * ((Vv / 120) ^ 2)
End If
P_conductores = AOTCS_Fv(a1, a2, d1, d2, T_v2, Pp, n, P, Método_Cálculo)
Fv_conductores = n * (2 * T_v2 * Sin((Ángulo_Traza / 2) * pi / 200) + q * d * ((a1 +
a2) / 2) * Cos((Ángulo_Traza / 2) * pi / 200))
If Dato_Cadena = "SOBRECARGA" Then
    Fv_cadena = Ai
Else
    Fv_cadena = Ai * k * 70 * ((Vv / 120) ^ 2)
End If

Carga_Vertical = P_conductores + (P_cadena / 2) + P_herrajes + C

If P_conductores > 0.1 Then
    Beta_Calculado = (Atn((Fv_cadena / 2 + Fv_conductores) / (P_cadena / 2 +
P_conductores + P_herrajes + C))) * 180 / pi
Else
    If Abs(P_conductores + C + (P_cadena / 2) + P_herrajes) <= 0.1 Then
        Beta_Calculado = 90
    ElseIf (P_conductores + C + (P_cadena / 2) + P_herrajes) > 0.1 Then
        Beta_Calculado = (Atn((Fv_cadena / 2 + Fv_conductores) / (P_cadena / 2 +
P_conductores + P_herrajes + C))) * 180 / pi
    Else
        Beta_Calculado = 90 + (Atn((Abs(P_conductores) - C - (P_cadena / 2) -
P_herrajes) / ((Fv_cadena / 2) + Fv_conductores))) * 180 / pi
    End If
End If
'5-ESCRIBIMOS RESULTADOS
libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D32") = Beta_Calculado
End Sub
Public Function AOTCS_Fv(a1 As Double, a2 As Double, d1 As Double, d2 As Double, Th As
Double, Pp As Double, n As Integer, P As Double, Método As String)
'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES
Dim V_1_fase_Catenaria As Double
Dim V_1_fase_Aprox1 As Double
Dim V_1_fase_Aprox2 As Double
Dim V_2_fase_Catenaria As Double
Dim V_2_fase_Aprox1 As Double
Dim V_2_fase_Aprox2 As Double
Dim Vtotal_fase_Catenaria As Double
Dim Vtotal_fase_Aprox1 As Double
Dim Vtotal_fase_Aprox2 As Double
'Otros
Dim ubi_1 As String
Dim ubi_2 As String
Dim Resultado As Double
'Ubicamos cada vano en el lado correspondiente
ubi_1 = "Derecha"
ubi_2 = "Izquierda"
'Cálculos fórmulas catenaria
V_1_fase_Catenaria = Fv_cate_fase(a1, d1, Th, Pp, P, n, ubi_1)
V_2_fase_Catenaria = Fv_cate_fase(a2, d2, Th, Pp, P, n, ubi_2)
Vtotal_fase_Catenaria = V_1_fase_Catenaria + V_2_fase_Catenaria
'Cálculos fórmulas Gravivanos Parábola
V_1_fase_Aprox1 = Fv_aprox1_fase(a1, d1, Th, Pp, P, n, ubi_1)
V_2_fase_Aprox1 = Fv_aprox1_fase(a2, d2, Th, Pp, P, n, ubi_2)
Vtotal_fase_Aprox1 = V_1_fase_Aprox1 + V_2_fase_Aprox1
'Cálculos fórmulas Gravivano Catenaria

```

```

V_1_fase_Aprox2 = Fv_aprox2_fase(a1, d1, Th, Pp, P, n, ubi_1)
V_2_fase_Aprox2 = Fv_aprox2_fase(a2, d2, Th, Pp, P, n, ubi_2)
Vtotal_fase_Aprox2 = V_1_fase_Aprox2 + V_2_fase_Aprox2
If Método = "CATENARIA" Then
    Resultado = Vtotal_fase_Catenaria
ElseIf Método = "GRAVIVANO PARÁBOLA" Then
    Resultado = Vtotal_fase_Aprox1
ElseIf Método = "GRAVIVANO CATENARIA" Then
    Resultado = Vtotal_fase_Aprox2
Else 'MÁS DESFAVORABLE
    If Vtotal_fase_Catenaria < Vtotal_fase_Aprox1 Then
        Resultado = Vtotal_fase_Catenaria
    Else
        Resultado = Vtotal_fase_Aprox1
    End If
    If Resultado < Vtotal_fase_Aprox2 Then
        'Resultado = Vtotal_fase_Catenaria
    Else
        Resultado = Vtotal_fase_Aprox2
    End If
End If
AOTCS_Fv = Resultado
End Function
'FUNCIONES CATENARIA
Public Function Fv_cate_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, P As Double, n As Integer, ubi As String)
    Dim P As Double
    Dim h As Double
    Dim ángulo As Double
    Dim av As Double
    Dim dv As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    Dim Pv As Double
    Pv = (P ^ 2 - Pp ^ 2) ^ (1 / 2)
    h = Th / P
    ángulo = Atn(Pv / Pp)
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    dv = d * Cos(ángulo)
    av = (b ^ 2 - dv ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then
        FFvv = P * h * (-1) * n * Cos(ángulo) * WorksheetFunction.Sinh((h * Log((dv / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) + ((dv / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) - av / 2) / h)
    Else
        FFvv = P * h * n * Cos(ángulo) * WorksheetFunction.Sinh((h * Log((dv / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) + ((dv / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) + av / 2) / h)
    End If
    Fv_cate_fase = FFvv
End Function
'FUNCIONES APROXIMACIÓN 1
Public Function Fv_aprox1_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, P As Double, n As Integer, ubi As String)
    Dim h As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    h = Th / P
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then
        FFvv = n * (Pp * a / 2 - Pp * (Th / P) * (d / a))
    Else
        FFvv = n * (Pp * a / 2 + Pp * (Th / P) * (d / a))
    End If
    Fv_aprox1_fase = FFvv
End Function
'FUNCIONES APROXIMACIÓN 2
Public Function Fv_aprox2_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, P As Double, n As Integer, ubi As String)
    Dim h As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    Dim ag1 As Double
    Dim ag2 As Double
    h = Th / P
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then

```

```

        ag2 = h * ((WorksheetFunction.Atanh((WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) /
(WorksheetFunction.Sinh(a / h)))) - (WorksheetFunction.Asinh((d / h) /
((WorksheetFunction.Sinh(a / h)) ^ 2 - (WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) ^ (2)) ^ (1 /
2))))))
        FFvv = n * Pp * ag2
    Else
        ag1 = a - h * ((WorksheetFunction.Atanh((WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) /
(WorksheetFunction.Sinh(a / h)))) - (WorksheetFunction.Asinh((d / h) /
((WorksheetFunction.Sinh(a / h)) ^ 2 - (WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) ^ (2)) ^ (1 /
2))))))
        FFvv = n * Pp * ag1
    End If
    Fv_aprox2_fase = FFvv
End Function

```

```

'APLICACIÓN PARA CAPTURAR LOS DATOS NECESARIOS DE LOS CONDUCTORES
Option Base 1
Option Explicit
'DECLARACIÓN DE VARIABLES GLOBALES
Public Datos_Conductor() As String 'Matriz
Public Valores_Conductor() As Double 'Matriz
Dim Archivo_Conductor As Workbook
Dim Archivo_ruta As String
Public Sub AOTCS_Datos_Conductor()
'VARIABLES NIVEL LOCAL=PRIVADA
Dim li As ThisWorkbook
Dim Pp As Double
Dim d As Double
'ACTIVACIÓN VARIABLES WORKBOOKS
Set li = ThisWorkbook
'GUARDAMOS EL DIRECTORIO
Archivo_ruta = Application.ActiveWorkbook.Path
'ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
'Dimensionamos las matrices
ReDim Datos_Conductor(1, 2) As String
ReDim Valores_Conductor(1, 35) As Double
'BUCLE DE CÁLCULO PARA PARA LOS 6 VANOS
If Not IsEmpty(li.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("K9")) Then
'CAPTURA DE DATOS DE LA PANTALLA
Datos_Conductor(1, 1) = li.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("K9") 'Tipo
de conductor
Datos_Conductor(1, 2) = li.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("K10")
'Conductor
'BUSCAR VALORES DEL CONDUCTOR-CABLE
If Datos_Conductor(1, 1) = "AL1_ST1A" Then
Call Función_Conductor_AL1ST1A
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "LARL" Then Call Función_Conductor_LARL
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_1" Then Call Función_Conductor_AL_1
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_3" Then Call Función_Conductor_AL_3
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL3_ST1A" Then Call Función_Conductor_AL3_ST1A
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "ACERO" Then Call Función_Conductor_ACERO
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "COBRE" Then Call Función_Conductor_COBRE
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AISLADOS_HAZ" Then Call Función_Conductor_HAZ
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then Call
Función_Conductor_RECUBIERTOS
ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "FIBRA_ÓPTICA" Then Call Función_Conductor_FIBRA
End If
'CAPTURAMOS LOS VALORES
Pp = Valores_Conductor(1, 4)
d = Valores_Conductor(1, 2)
'ESCRIBIMOS LOS VALORES EN LA PANTALLA
li.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D9") = d
li.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D10") = Pp
li.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D11") = Valores_Conductor(1, 10)
'ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO
End If
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
End Sub
'CONDUCTORES AL1/ST1A
Public Sub Función_Conductor_AL1ST1A()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim n As Integer
Dim M As Integer

```



```

'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL1-ST1A_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "27-AL1/4-ST1A LA 30" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "47-AL1/8-ST1A LA 56" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "67-AL1/11-ST1A LA 78" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "100-AL1/17-ST1A" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "94-AL1/22-ST1A LA 110" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "119-AL1/28-ST1A LA 145" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "107-AL1/18-ST1A LA 125 PENGUIN" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "152-AL1/25-ST1A LA 175 OSTRICH" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "147-AL1/34-ST1A LA 180" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "242-AL1/39-ST1A LA 280 HAWK" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "337-AL1/44-ST1A LA 380 GULL" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "402-AL1/52-ST1A LA 455 CONDOR" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "483-AL1/33-ST1A LA 510 RAIL" Then fila = 19
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "485-AL1/63-ST1A LA 545 CARDINAL" Then fila = 20
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "806-AL1/56-ST1A LA 860 LAPWING" Then fila = 21
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "565-AL1/72-ST1A LA 635 FINCH" Then fila = 22
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LA-9506" Then fila = 23
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 24
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
n = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, n) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        n = n + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES LARL
Public Sub Función_Conductor_LARL()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim n As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_LARL_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 30" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 56" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 78" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 125 PENGUIN" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 145" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 175 OSTRICH" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 180" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL HAWK" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL GULL" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL CONDOR" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 510 RAIL" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL CARDINAL" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 600 (BLUEJAY)" Then fila = 19
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL FINCH" Then fila = 20
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 820 (PLOVER)" Then fila = 21
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 22
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
n = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, n) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        n = n + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close

```

```

End Sub
'CONDUCTORES AL1
Public Sub Función_Conductor_AL_1()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim n As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL1_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "28-AL1 (L 28)" Then
fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "43-AL1 (L 40)" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "55-AL1 (L 56)" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "76-AL1 (L 80)" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "117-AL1 (L 110)" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "148-AL1 (L 145)" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "188-AL1 (L 180)" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "279-AL1 (L 280)" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "381-AL1 (L 400)" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "454-AL1 (L 450)" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "547-AL1 (L 550)" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "638-AL1 (L 630)" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 19
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
n = 1
For M = 3 To 45
If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
Valores_Conductor(1, n) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
n = n + 1
End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL3
Public Sub Función_Conductor_AL_3()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim n As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL3_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "28-AL3 (D 28)" Then
fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "43-AL3 (D 40)" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "55-AL3 (D 56)" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "76-AL3 (D 80)" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "117-AL3 (D 110)" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "148-AL3 (D 145)" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "188-AL3 (D 180)" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "279-AL3 (D 280)" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "381-AL3 (D 400)" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "454-AL3 (D 450)" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "547-AL3 (D 550)" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "638-AL3 (D 630)" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 19
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
n = 1
For M = 3 To 45
If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
Valores_Conductor(1, n) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
n = n + 1
End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub

```

```

'CONDUCTORES AL3/ST1A
Public Sub Función_Conductor_AL3_ST1A()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim n As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL3-ST1A_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "27-AL3/4-ST1A (DA 30)" Then
fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "47-AL3/8-ST1A (DA 56)" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "67-AL3/11-ST1A (DA 78)" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "94-AL3/22-ST1A (DA 110)" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "119-AL3/28-ST1A (DA 145)" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "147-AL3/34-ST1A (DA 180)" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "226-AL3/53-ST1A (DA 280)" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 14
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
n = 1
For M = 3 To 45
If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
Valores_Conductor(1, n) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
n = n + 1
End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES ACERO
Public Sub Función_Conductor_ACERO()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim n As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_ACERO_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "6,3-S1A-7" Then
fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "10-S1A-7" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 8,9 (1+6) 2,97 A" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 9,8 (3+9) 2,37 A" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 11,8 (1+6+12) 2,37 A" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 6 (1+6) 2,0 A" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "16-SA1A-7" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "25-SA1A-7" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.9" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.8" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.7" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "ARLE 53" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "ARLE 83" Then fila = 19
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "T 50 (1+6)" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "T 70 (1+6)" Then fila = 21
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW 60 (1+6)" Then fila = 22
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "50-ST1A (AC-50)" Then fila = 23
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 24
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
n = 1
For M = 3 To 45
If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
Valores_Conductor(1, n) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
n = n + 1
End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES COBRE

```

```

Public Sub Función_Conductor_COBRE()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim n As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Cu_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "C 10" Then
fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 16" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 25" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 35" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 50" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 70" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 95" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 120" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 150" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 185" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 235" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 300" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 400" Then fila = 19
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 500" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 21
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
n = 1
For M = 3 To 45
If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
Valores_Conductor(1, n) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
n = n + 1
End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AISLADOS_HAZ
Public Sub Función_Conductor_HAZ()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim n As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\CablesAislados_HAZ_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X50 K Al + H16/50 Ac" Then
fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X95 K Al + H16/50 Ac" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X150 K Al + H16/50 Ac" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 18/30 kV 3X95 K Al + H25/50 Ac" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 18/30 kV 3X150 K Al + H25/50 Ac" Then fila =
11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 12
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
Valores_Conductor(1, 1) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 3)
'CARGA DE ROTURA
Valores_Conductor(1, 2) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 4)
'DIÁMETRO
Valores_Conductor(1, 3) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 5)
'SECCIÓN
Valores_Conductor(1, 4) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 7)
'PESO
Valores_Conductor(1, 5) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 8)
'ALFA
Valores_Conductor(1, 6) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 9)
'E
Valores_Conductor(1, 7) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 10)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 8) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 11)
'ALTURA H>1500 M
Valores_Conductor(1, 9) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 12)
'VIENTO 120

```

```

    Valores_Conductor(1, 11) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
' VIENTO EXCEPCIONAL
    Valores_Conductor(1, 12) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 14)
' HIELO B
    Valores_Conductor(1, 13) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 15)
' HIELO C
    Valores_Conductor(1, 14) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 16)
' HIELO C H>1500 m
    Valores_Conductor(1, 22) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 17)
' C VIENTO 120
    Valores_Conductor(1, 24) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
' C VIENTO EXCEPCIONAL
    Valores_Conductor(1, 25) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 19)
' C HB
    Valores_Conductor(1, 26) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 20)
' C HC
    Valores_Conductor(1, 27) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
' C HC >1500 m
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
' CONDUCTORES RECUERTOS
Public Sub Función_Conductor_RECUBIERTOS()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\CablesAislados_RECUBIERTOS_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "PAS-50 (CCX 50-AL3 K 20 kV)" Then
        fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "PAS-120 (CCX 120-AL3 K 20 kV)" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "CCX-AL3-56" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "CCX-AL3-110" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 11
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    Valores_Conductor(1, 1) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 3)
' CARGA DE ROTURA
    Valores_Conductor(1, 2) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 4)
' DIÁMETRO
    Valores_Conductor(1, 3) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 5)
' SECCIÓN
    Valores_Conductor(1, 4) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 7)
' PESO
    Valores_Conductor(1, 5) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 8)
' ALFA
    Valores_Conductor(1, 6) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 9)
' E
    Valores_Conductor(1, 7) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 10)
' VIENTO EXCEPCIONAL
    Valores_Conductor(1, 8) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 11)
' ALTURA H>1500 M
    Valores_Conductor(1, 9) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 12)
' VIENTO 120
    Valores_Conductor(1, 10) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
' VIENTO MITAD
    Valores_Conductor(1, 11) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 14)
' VIENTO EXCEPCIONAL
    Valores_Conductor(1, 12) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 15)
' HIELO B
    Valores_Conductor(1, 13) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 16)
' HIELO C
    Valores_Conductor(1, 14) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 17)
' HIELO C H>1500 m
    Valores_Conductor(1, 22) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
' C VIENTO 120
    Valores_Conductor(1, 23) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 19)
' C VIENTO MITAD ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 24) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 20)
' C VIENTO EXCEPCIONAL
    Valores_Conductor(1, 25) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
' C HB
    Valores_Conductor(1, 26) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
' C HC
    Valores_Conductor(1, 27) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
' C HC >1500 m

```

```

    Valores_Conductor(1, 33) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'K T Y H U<30          ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 35) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 28)
'K V U<30            ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES FIBRA ÓPTICA
Public Sub Función_Conductor_FIBRA()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim M As Integer
Dim n As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\Cables_FibraÓptica_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24 (57/24) 12" Then
    fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24 (66/32) 15" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 48-96 (82/32) 17" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24-48-96 (106/62) 26" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (53/32) 15" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (74/34) 17" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (106/63) 25" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-12-24/0" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-24/0" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-48/0 OPGW-16-36/12" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-80/0 OPGW-16-64/16" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-90/0 OPGW-16-72/18" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-24" Then fila = 19
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-48/0 FOADK-36/12" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-80/0 FOADK-64/16" Then fila = 21
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-90/0 FOADK-72/18" Then fila = 22
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..24" Then fila = 23
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..48" Then fila = 24
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..64" Then fila = 25
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..24 F" Then fila = 26
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..48 F" Then fila = 27
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..64 F" Then fila = 28
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 29
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
n = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, n) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        n = n + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub

```

```

Option Base 1
Option Explicit
Public Sub AOTCS_Altura_Mínima()
'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
'Datos
Dim Apoyo As String
Dim Método_Cálculo As String
Dim Vv As Double
Dim Presión_Viento_Mitad As String
Dim d As Double
Dim Pp As Double
Dim P As Double
Dim n As Integer
Dim a1 As Double
Dim a2 As Double
Dim d1 As Double
Dim d2 As Double
Dim Ángulo_Traza As Double
Dim T_v2 As Double
Dim P_cadena As Double
Dim P_herrajes As Double

```

```

Dim C As Double
Dim Dato_Cadena As String
Dim Ai As Double
Dim Beta_Admisible As Double
Dim Tipo_Conductor As String
Dim Conductor As String
'Variables para cálculos
Dim q As Double
Dim Beta_Calculado As Double
Dim pi As Double
Dim libro As ThisWorkbook
Dim Carga_Vertical As Double
Dim P_conductores As Double
Dim Fv_conductores As Double
Dim Fv_cadena As Double
Dim k As Double
Dim C_necesario As Double
Dim h As Double
'2-ASIGNAMOS VALOR A VARIABLE WORKBOOK
Set libro = ThisWorkbook
'3-TOMA DE DATOS
Apoyo = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D4")
Método_Cálculo = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D5")
Vv = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D6")
Presión_Viento_Mitad = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D7")
d = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D9")
Pp = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D10")
P = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D11")
n = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D12")
a1 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D14")
a2 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D15")
d1 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D16")
d2 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D17")
Ángulo_Traza = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D19")
T_v2 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D21")
P_cadena = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D23")
P_herrajes = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D24")
C = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D25")
Dato_Cadena = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D27")
Ai = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D28")
Beta_Admisible = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D30")
Tipo_Conductor = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("K9")
Conductor = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("K10")
'4-CÁLCULOS
'Creamos pi
pi = 4 * Atn(1)
'Cálculo de q
If Presión_Viento_Mitad = "SI" Then
    k = 0.5
Else
    k = 1
End If
If d > 0.016 Then
    q = k * 50 * ((Vv / 120) ^ 2)
Else
    q = k * 60 * ((Vv / 120) ^ 2)
End If
P_conductores = AOTCS_Fv(a1, a2, d1, d2, T_v2, Pp, n, P, Método_Cálculo)
Fv_conductores = n * (2 * T_v2 * Sin((Ángulo_Traza / 2) * pi / 200) + q * d * ((a1 +
a2) / 2) * Cos((Ángulo_Traza / 2) * pi / 200))
If Dato_Cadena = "SOBRECARGA" Then
    Fv_cadena = Ai
Else
    Fv_cadena = Ai * k * 70 * ((Vv / 120) ^ 2)
End If
Carga_Vertical = P_conductores + (P_cadena / 2) + P_herrajes + C
If P_conductores > 0.1 Then
    Beta_Calculado = (Atn((Fv_cadena / 2 + Fv_conductores) / (P_cadena / 2 +
P_conductores + P_herrajes + C))) * 180 / pi
Else
    If Abs(P_conductores + C + (P_cadena / 2) + P_herrajes) <= 0.1 Then
        Beta_Calculado = 90
    ElseIf (P_conductores + C + (P_cadena / 2) + P_herrajes) > 0.1 Then
        Beta_Calculado = (Atn((Fv_cadena / 2 + Fv_conductores) / (P_cadena / 2 +
P_conductores + P_herrajes + C))) * 180 / pi
    Else

```

```

        Beta_Calculado = 90 + (Atn((Abs(P_conductores) - C - (P_cadena / 2) -
P_herrajes) / ((Fv_cadena / 2) + Fv_conductores))) * 180 / pi
    End If
End If
'5-ESCRIBIMOS RESULTADOS
libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D32") = Beta_Calculado
'6-CALCULAMOS EL CONTRAPESO NECESARIO, SI EL ÁNGULO ES MAYOR QUE EL ADMISIBLE
'Se considera que Beta_admisible es menor de 90°
'Puede que el Contrapeso calculado de un valor de ángulo con algún decimal, y esto
produce que cuando volvemos a calcular el contrapeso con los mismos valores,
'REDONDEAMOS A 2 DECIMALES
Beta_Calculado = Round(Beta_Calculado, 2)
If Beta_Calculado <= Beta_Admisible Then
    libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("R32") = 0
Else
    Do While (h < 100) And (Beta_Calculado > Beta_Admisible)
        d1 = d1 + h
        d2 = d2 - h
        P_conductores = AOTCS_Fv(a1, a2, d1, d2, T_v2, Pp, n, P, Método_Cálculo)
        Carga_Vertical = P_conductores + (P_cadena / 2) + P_herrajes + C
        If P_conductores > 0.1 Then
            Beta_Calculado = (Atn((Fv_cadena / 2 + Fv_conductores) / (P_cadena / 2 +
P_conductores + P_herrajes + C))) * 180 / pi
        Else
            If Abs(P_conductores + C + (P_cadena / 2) + P_herrajes) <= 0.1 Then
                Beta_Calculado = 90
            ElseIf (P_conductores + C + (P_cadena / 2) + P_herrajes) > 0.1 Then
                Beta_Calculado = (Atn((Fv_cadena / 2 + Fv_conductores) / (P_cadena / 2
+ P_conductores + P_herrajes + C))) * 180 / pi
            Else
                Beta_Calculado = 90 + (Atn((Abs(P_conductores) - C - (P_cadena / 2) -
P_herrajes) / ((Fv_cadena / 2) + Fv_conductores))) * 180 / pi
            End If
        End If
        h = h + 0.5
    Loop
    If h < 100 Then
        libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("R32") = h
    Else
        libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("R32") = "NO SOLUCIÓN"
    End If
End If
End Sub
Public Function AOTCS_Fv(a1 As Double, a2 As Double, d1 As Double, d2 As Double, Th As
Double, Pp As Double, n As Integer, P As Double, Método As String)
'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES
'Resultados
Dim V_1_fase_Catenaria As Double
Dim V_1_fase_Aprox1 As Double
Dim V_1_fase_Aprox2 As Double
Dim V_2_fase_Catenaria As Double
Dim V_2_fase_Aprox1 As Double
Dim V_2_fase_Aprox2 As Double
Dim Vtotal_fase_Catenaria As Double
Dim Vtotal_fase_Aprox1 As Double
Dim Vtotal_fase_Aprox2 As Double
'Otros
Dim ubi_1 As String
Dim ubi_2 As String
Dim Resultado As Double
'Ubicamos cada vano en el lado correspondiente
ubi_1 = "Derecha"
ubi_2 = "Izquierda"
'Cálculos fórmulas catenaria
V_1_fase_Catenaria = Fv_cate_fase(a1, d1, Th, Pp, P, n, ubi_1)
V_2_fase_Catenaria = Fv_cate_fase(a2, d2, Th, Pp, P, n, ubi_2)
Vtotal_fase_Catenaria = V_1_fase_Catenaria + V_2_fase_Catenaria
'Cálculos fórmulas Gravivanos Parábola
V_1_fase_Aprox1 = Fv_aprox1_fase(a1, d1, Th, Pp, P, n, ubi_1)
V_2_fase_Aprox1 = Fv_aprox1_fase(a2, d2, Th, Pp, P, n, ubi_2)
Vtotal_fase_Aprox1 = V_1_fase_Aprox1 + V_2_fase_Aprox1
'Cálculos fórmulas Gravivano Catenaria
V_1_fase_Aprox2 = Fv_aprox2_fase(a1, d1, Th, Pp, P, n, ubi_1)
V_2_fase_Aprox2 = Fv_aprox2_fase(a2, d2, Th, Pp, P, n, ubi_2)
Vtotal_fase_Aprox2 = V_1_fase_Aprox2 + V_2_fase_Aprox2
If Método = "CATENARIA" Then
    Resultado = Vtotal_fase_Catenaria

```



```

ElseIf Método = "GRAVIVANO PARÁBOLA" Then
    Resultado = Vtotal_fase_Aprox1
ElseIf Método = "GRAVIVANO CATENARIA" Then
    Resultado = Vtotal_fase_Aprox2
Else 'MÁS DESFAVORABLE
    If Vtotal_fase_Catenaria < Vtotal_fase_Aprox1 Then
        Resultado = Vtotal_fase_Catenaria
    Else
        Resultado = Vtotal_fase_Aprox1
    End If
    If Resultado < Vtotal_fase_Aprox2 Then
        Else
            Resultado = Vtotal_fase_Aprox2
        End If
    End If
AOTCS_Fv = Resultado
End Function
'FUNCIONES CATENARIA
Public Function Fv_cate_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, P As
Double, n As Integer, ubi As String)
    Dim h As Double
    Dim ángulo As Double
    Dim av As Double
    Dim dv As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    Dim Pv As Double
    Pv = (P ^ 2 - Pp ^ 2) ^ (1 / 2)
    h = Th / P
    ángulo = Atn(Pv / Pp)
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    dv = d * Cos(ángulo)
    av = (b ^ 2 - dv ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then
        FFvv = P * h * (-1) * n * Cos(ángulo) * WorksheetFunction.Sinh((h * Log((dv / (2 *
h * WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) + (((dv / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(av /
(2 * h)))) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) - av / 2) / h)
    Else
        FFvv = P * h * n * Cos(ángulo) * WorksheetFunction.Sinh((h * Log((dv / (2 * h *
WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) + (((dv / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(av / (2 *
h)))) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) + av / 2) / h)
    End If
    Fv_cate_fase = FFvv
End Function
'FUNCIONES APROXIMACIÓN 1
Public Function Fv_aprox1_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, P As
Double, n As Integer, ubi As String)
    Dim h As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    h = Th / P
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then
        FFvv = n * (Pp * a / 2 - Pp * (Th / P) * (d / a))
    Else
        FFvv = n * (Pp * a / 2 + Pp * (Th / P) * (d / a))
    End If
    Fv_aprox1_fase = FFvv
End Function
'FUNCIONES APROXIMACIÓN 2
Public Function Fv_aprox2_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, P As
Double, n As Integer, ubi As String)
    Dim h As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    Dim ag1 As Double
    Dim ag2 As Double
    h = Th / P
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)

    If ubi = "Izquierda" Then
        ag2 = h * ((WorksheetFunction.Atanh((WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) /
(WorksheetFunction.Sinh(a / h)))) - (WorksheetFunction.Asinh((d / h) /
(((WorksheetFunction.Sinh(a / h)) ^ 2 - (WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) ^ (2)) ^ (1 /
2))))))
        FFvv = n * Pp * ag2
    Else

```

```

    ag1 = a - h * ((WorksheetFunction.Atanh((WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) /
(WorksheetFunction.Sinh(a / h)))) - (WorksheetFunction.Asinh((d / h) /
((WorksheetFunction.Sinh(a / h)) ^ 2 - (WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) ^ (2)) ^ (1 /
2))))))
    FFvv = n * Pp * ag1
End If
Fv_aprox2_fase = FFvv
End Function

```

'MÓDULO PARA CALCULAR EL ÁNGULO DE OSCILACIÓN

Option Base 1

Option Explicit

Public Sub AOTCS_Contrapeso()

'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES

'Datos

Dim Apoyo As String

Dim Método_Cálculo As String

Dim Vv As Double

Dim Presión_Viento_Mitad As String

Dim d As Double

Dim Pp As Double

Dim P As Double

Dim n As Integer

Dim a1 As Double

Dim a2 As Double

Dim d1 As Double

Dim d2 As Double

Dim Ángulo_Traza As Double

Dim T_v2 As Double

Dim P_cadena As Double

Dim P_herrajes As Double

Dim C As Double

Dim Dato_Cadena As String

Dim Ai As Double

Dim Beta_Admisible As Double

Dim Tipo_Conductor As String

Dim Conductor As String

'Variables para cálculos

Dim q As Double

Dim Beta_Calculado As Double

Dim pi As Double

Dim libro As ThisWorkbook

Dim Carga_Vertical As Double

Dim P_conductores As Double

Dim Fv_conductores As Double

Dim Fv_cadena As Double

Dim k As Double

Dim C_necesario As Double

Dim h As Double

'2-ASIGNAMOS VALOR A VARIABLE WORKBOOK

Set libro = ThisWorkbook

'3-TOMA DE DATOS

Apoyo = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D4")

Método_Cálculo = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D5")

Vv = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D6")

Presión_Viento_Mitad = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D7")

d = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D9")

Pp = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D10")

P = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D11")

n = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D12")

a1 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D14")

a2 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D15")

d1 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D16")

d2 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D17")

Ángulo_Traza = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D19")

T_v2 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D21")

P_cadena = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D23")

P_herrajes = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D24")

C = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D25")

Dato_Cadena = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D27")

Ai = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D28")

Beta_Admisible = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D30")

Tipo_Conductor = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("K9")

Conductor = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("K10")

'4-CÁLCULOS

'Creamos pi

pi = 4 * Atn(1)

```

'Cálculo de q
If Presión_Viento_Mitad = "SI" Then
    k = 0.5
Else
    k = 1
End If
If d > 0.016 Then
    q = k * 50 * ((Vv / 120) ^ 2)
Else
    q = k * 60 * ((Vv / 120) ^ 2)
End If
P_conductores = AOTCS_Fv(a1, a2, d1, d2, T_v2, Pp, n, P, Método_Cálculo)
Fv_conductores = n * (2 * T_v2 * Sin((Ángulo_Traza / 2) * pi / 200) + q * d * ((a1 +
a2) / 2) * Cos((Ángulo_Traza / 2) * pi / 200))
If Dato_Cadena = "SOBRECARGA" Then
    Fv_cadena = Ai
Else
    Fv_cadena = Ai * k * 70 * ((Vv / 120) ^ 2)
End If
Carga_Vertical = P_conductores + (P_cadena / 2) + P_herrajes + C
If P_conductores > 0.1 Then
    Beta_Calculado = (Atn((Fv_cadena / 2 + Fv_conductores) / (P_cadena / 2 +
P_conductores + P_herrajes + C))) * 180 / pi
Else
    If Abs(P_conductores + C + (P_cadena / 2) + P_herrajes) <= 0.1 Then
        Beta_Calculado = 90
    ElseIf (P_conductores + C + (P_cadena / 2) + P_herrajes) > 0.1 Then
        Beta_Calculado = (Atn((Fv_cadena / 2 + Fv_conductores) / (P_cadena / 2 +
P_conductores + P_herrajes + C))) * 180 / pi
    Else
        Beta_Calculado = 90 + (Atn((Abs(P_conductores) - C - (P_cadena / 2) -
P_herrajes) / ((Fv_cadena / 2) + Fv_conductores))) * 180 / pi
    End If
End If
'5-ESCRIBIMOS RESULTADOS
libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D32") = Beta_Calculado
'6-CALCULAMOS EL CONTRAPESO NECESARIO, SI EL ÁNGULO ES MAYOR QUE EL ADMISIBLE
'Se considera que Beta_admisible es menor de 90°
'Puede que el Contrapeso calculado de un valor de ángulo con algún decimal, y esto
produce que cuando volvemos a calcular el contrapeso con los mismos valores,
'REDONDEAMOS A 2 DECIMALES
Beta_Calculado = Round(Beta_Calculado, 2)
If Beta_Calculado <= Beta_Admisible Then
    libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("N32") = 0
Else
    C_necesario = (((Fv_cadena / 2 + Fv_conductores) / (Tan(Beta_Admisible * pi /
180))) - (P_cadena / 2 + P_conductores + P_herrajes))
    libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("N32") = C_necesario
End If
End Sub
Public Function AOTCS_Fv(a1 As Double, a2 As Double, d1 As Double, d2 As Double, Th As
Double, Pp As Double, n As Integer, P As Double, Método As String)
'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES
'Resultados
Dim V_1_fase_Catenaria As Double
Dim V_1_fase_Aprox1 As Double
Dim V_1_fase_Aprox2 As Double
Dim V_2_fase_Catenaria As Double
Dim V_2_fase_Aprox1 As Double
Dim V_2_fase_Aprox2 As Double
Dim Vtotal_fase_Catenaria As Double
Dim Vtotal_fase_Aprox1 As Double
Dim Vtotal_fase_Aprox2 As Double
'Otros
Dim ubi_1 As String
Dim ubi_2 As String
Dim Resultado As Double
'Ubicamos cada vano en el lado correspondiente
ubi_1 = "Derecha"
ubi_2 = "Izquierda"
'Cálculos fórmulas catenaria
V_1_fase_Catenaria = Fv_cate_fase(a1, d1, Th, Pp, P, n, ubi_1)
V_2_fase_Catenaria = Fv_cate_fase(a2, d2, Th, Pp, P, n, ubi_2)
Vtotal_fase_Catenaria = V_1_fase_Catenaria + V_2_fase_Catenaria
'Cálculos fórmulas Gravivanos Parábola
V_1_fase_Aprox1 = Fv_aprox1_fase(a1, d1, Th, Pp, P, n, ubi_1)
V_2_fase_Aprox1 = Fv_aprox1_fase(a2, d2, Th, Pp, P, n, ubi_2)

```

```

Vtotal_fase_Aprox1 = V_1_fase_Aprox1 + V_2_fase_Aprox1
'Cálculos fórmulas Gravivano Catenaria
V_1_fase_Aprox2 = Fv_aprox2_fase(a1, d1, Th, Pp, P, n, ubi_1)
V_2_fase_Aprox2 = Fv_aprox2_fase(a2, d2, Th, Pp, P, n, ubi_2)
Vtotal_fase_Aprox2 = V_1_fase_Aprox2 + V_2_fase_Aprox2
If Método = "CATENARIA" Then
    Resultado = Vtotal_fase_Catenaria
ElseIf Método = "GRAVIVANO PARÁBOLA" Then
    Resultado = Vtotal_fase_Aprox1
ElseIf Método = "GRAVIVANO CATENARIA" Then
    Resultado = Vtotal_fase_Aprox2
Else 'MÁS DESFAVORABLE
    If Vtotal_fase_Catenaria < Vtotal_fase_Aprox1 Then
        Resultado = Vtotal_fase_Catenaria
    Else
        Resultado = Vtotal_fase_Aprox1
    End If
    If Resultado < Vtotal_fase_Aprox2 Then
        Resultado = Vtotal_fase_Catenaria
    Else
        Resultado = Vtotal_fase_Aprox2
    End If
End If
AOTCS_Fv = Resultado
End Function
'FUNCIONES CATENARIA
Public Function Fv_cate_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, P As
Double, n As Integer, ubi As String)
    Dim h As Double
    Dim ángulo As Double
    Dim av As Double
    Dim dv As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    Dim Pv As Double
    Pv = (P ^ 2 - Pp ^ 2) ^ (1 / 2)
    h = Th / P
    ángulo = Atn(Pv / Pp)
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    dv = d * Cos(ángulo)
    av = (b ^ 2 - dv ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then
        FFvv = P * h * (-1) * n * Cos(ángulo) * WorksheetFunction.Sinh((h * Log((dv / (2 *
h * WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) + (((dv / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(av /
(2 * h)))) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) - av / 2) / h)
    Else
        FFvv = P * h * n * Cos(ángulo) * WorksheetFunction.Sinh((h * Log((dv / (2 * h *
WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) + (((dv / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(av / (2 *
h)))) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) + av / 2) / h)
    End If
    Fv_cate_fase = FFvv
End Function
'FUNCIONES APROXIMACIÓN 1
Public Function Fv_aprox1_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, P As
Double, n As Integer, ubi As String)
    Dim h As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    h = Th / P
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then
        FFvv = n * (Pp * a / 2 - Pp * (Th / P) * (d / a))
    Else
        FFvv = n * (Pp * a / 2 + Pp * (Th / P) * (d / a))
    End If
    Fv_aprox1_fase = FFvv
End Function
'FUNCIONES APROXIMACIÓN 2
Public Function Fv_aprox2_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, P As
Double, n As Integer, ubi As String)
    Dim h As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    Dim ag1 As Double
    Dim ag2 As Double
    h = Th / P
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)

```

```

    If ubi = "Izquierda" Then
        ag2 = h * ((WorksheetFunction.Atanh((WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) /
(WorksheetFunction.Sinh(a / h)))) - (WorksheetFunction.Asinh((d / h) /
(((WorksheetFunction.Sinh(a / h)) ^ 2 - (WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) ^ (2)) ^ (1 /
2))))))
        FFvv = n * Pp * ag2
    Else
        ag1 = a - h * ((WorksheetFunction.Atanh((WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) /
(WorksheetFunction.Sinh(a / h)))) - (WorksheetFunction.Asinh((d / h) /
(((WorksheetFunction.Sinh(a / h)) ^ 2 - (WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) ^ (2)) ^ (1 /
2))))))
        FFvv = n * Pp * ag1
    End If
    Fv_aprox2_fase = FFvv
End Function

```

```

Dim d As Double
Dim n As Integer
Dim Pp As Double
Dim P As Double
Dim T_v2 As Double
Dim q As Double
Dim Fv_cadena As Double
Dim P_cadena As Double
Dim P_herrajes As Double
Dim C As Double
Dim pi As Double
Public Sub AOTCS_Vanomínimo()
'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
'Datos
Dim Vv As Double
Dim Presión_Viento_Mitad As String
Dim a1 As Double
Dim a2 As Double
Dim d1 As Double
Dim d2 As Double
Dim Ángulo_Traza As Double
Dim Dato_Cadena As String
Dim Ai As Double
Dim Beta_Admisible As Double
Dim Tipo_Conductor As String
Dim Conductor As String
'Variables para cálculos
Dim Beta_Calculado As Double
Dim Carga_Vertical As Double
Dim P_conductores As Double
Dim Fv_conductores As Double
Dim k As Double
Dim pendiente As Double
Dim L As Integer
Dim libro As ThisWorkbook
Dim L_bueno As Integer
Dim X As Integer
Dim Y As Integer
'VARIABLES WORKBOOK
Set libro = ThisWorkbook
'ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
'3-TOMA DE DATOS
Apoyo = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D4")
Método_Cálculo = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D5")
Vv = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D6")
Presión_Viento_Mitad = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D7")
d = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D9")
Pp = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D10")
P = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D11")
n = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D12")
a1 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D14")
a2 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D15")
d1 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D16")
d2 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D17")
Ángulo_Traza = 0
T_v2 = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D21")
P_cadena = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D23")
P_herrajes = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D24")
C = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D25")

```

```

Dato_Cadena = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D27")
Ai = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D28")
Beta_Admissible = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("D30")
Tipo_Conductor = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("K9")
Conductor = libro.Worksheets("ÁNGULO DE OSCILACIÓN").Range("K10")
'4-CÁLCULOS
'Creamos pi
pi = 4 * Atn(1)
'Cálculo de q
If Presión_Viento_Mitad = "SI" Then
    k = 0.5
Else
    k = 1
End If
If d > 0.016 Then
    q = k * 50 * ((Vv / 120) ^ 2)
Else
    q = k * 60 * ((Vv / 120) ^ 2)
End If
If Dato_Cadena = "SOBRECARGA" Then
    Fv_cadena = Ai
Else
    Fv_cadena = Ai * k * 70 * ((Vv / 120) ^ 2)
End If
L = 1
X = 9
Y = 3
For pendiente = 0.1 To -0.2875 Step -0.0125
    For Ángulo_Traza = 0 To 5 Step 1
        Beta_Calculado = CalculaBeta(L, pendiente, Ángulo_Traza)
        Do While (L < 1001) And (Beta_Calculado > Beta_Admissible)
            L = L + 1
            Beta_Calculado = CalculaBeta(L, pendiente, Ángulo_Traza)
        Loop
        'Escribimos Resultado en celda
        If (Beta_Calculado > Beta_Admissible) Then
            libro.Worksheets("TABLA VANO MÍNIMO").Cells(X, Y) = ""
        Else
            libro.Worksheets("TABLA VANO MÍNIMO").Cells(X, Y) = L
        End If
        X = X + 1
        L = 1
        L_bueno = 1
    Next Ángulo_Traza
    X = 9
    Y = Y + 1
Next pendiente
'RESULTADOS
libro.Worksheets("TABLA VANO MÍNIMO").Activate
libro.Worksheets("TABLA VANO MÍNIMO").Range("B3") = Apoyo
libro.Worksheets("TABLA VANO MÍNIMO").Range("F4") = Tipo_Conductor
libro.Worksheets("TABLA VANO MÍNIMO").Range("F5") = Conductor
libro.Worksheets("TABLA VANO MÍNIMO").Range("P5") = Beta_Admissible
libro.Worksheets("TABLA VANO MÍNIMO").Range("U5") = T_v2
libro.Worksheets("TABLA VANO MÍNIMO").Range("AA5") = P_cadena + P_herrajes
libro.Worksheets("TABLA VANO MÍNIMO").Range("AD5") = n
libro.Worksheets("TABLA VANO MÍNIMO").Range("AF5") = C
'ACTIVAMOS EL PESTAÑEO DEL PROCESO
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
End Sub
Public Function CalculaBeta(L As Integer, pendiente As Double, ángulo As Double)
    P_conductores = n * Pp * (L + (T_v2 / P) * (pendiente))
    Fv_conductores = n * (2 * T_v2 * Sin((ángulo / 2) * pi / 200) + q * d * (L) *
Cos((ángulo / 2) * pi / 200))
    If P_conductores > 0.1 Then
        Beta_Calculado = (Atn((Fv_cadena / 2 + Fv_conductores) / (P_cadena / 2 + P_conductores
+ P_herrajes + C))) * 180 / pi
    ElseIf Abs(P_conductores + C + (P_cadena / 2) + P_herrajes) <= 0.1 Then
        Beta_Calculado = 90
    ElseIf (P_conductores + C + (P_cadena / 2) + P_herrajes) > 0.1 Then
        Beta_Calculado = (Atn((Fv_cadena / 2 + Fv_conductores) / (P_cadena / 2 +
P_conductores + P_herrajes + C))) * 180 / pi
    Else
        Beta_Calculado = 90 + (Atn((Abs(P_conductores) - C - (P_cadena / 2) - P_herrajes) /
((Fv_cadena / 2) + Fv_conductores))) * 180 / pi
    End If
End Function

```

```
CalculaBeta = Beta_Calculado  
End Function
```

11.3 APLICACIÓN “DISTANCIA CONDUCTORES IGUALES.XLSM”

Esta aplicación está desarrollada con Microsoft Excel 2010 en el lenguaje de programación VBA. Calcula la distancia entre conductores mínima necesaria, horizontal (D_{HOR}) y vertical (D_{VERT}), que se debe cumplir en una línea aérea de alta tensión entre conductores desnudos o entre conductores aislados recubiertos.

La aplicación está preparada para cuatro vanos en un mismo apoyo. Es necesario introducir las longitudes de las flechas en las hipótesis de temperatura, hielo y viento. También hay que elegir el tipo de conductor, y a continuación el conductor concreto.

El cálculo corresponde a conductores iguales y con la misma flecha, en el vano correspondiente. Para conductores diferentes o con distinta flecha hay que utilizar la aplicación “Distancia Conductores Diferentes.xlsm”.

11.3.1 DATOS NECESARIOS

- U_s [kV], tensión más elevada de la red.
- ¿Categoría especial? SI/NO

Por cada uno de los vanos:

- Tipo de conductor.
- Conductor.
- F_T [m], longitud de la flecha en la hipótesis de temperatura.
- F_H [m], longitud de la flecha en la hipótesis de hielo.
- F_V [m], longitud de la flecha en la hipótesis de viento.
- L [m], longitud de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo con cadenas de amarre o aisladores rígidos, $L=0$ m.

11.3.2 CÓDIGO

```
Option Base 1
Option Explicit
'DECLARACIÓN DE VARIABLES GLOBALES
Public Datos_Conductor() As String 'Matriz
Public Valores_Conductor() As Double 'Matriz
Dim Archivo_Conductor As Workbook
Dim Un As Double
Dim Kht As Double
Dim Kv As Double
Dim Archivo_ruta As String
Public Sub Distancia_Conductores()
Dim K_prima As Double 'VARIABLES NIVEL LOCAL=PRIVADA
Dim Us As Double
Dim L As Double
Dim li As ThisWorkbook
Dim T15 As Workbook
Dim Categoria_especial As Integer
Dim Dpp As Double
Dim FT_der1 As Double
Dim FH_der1 As Double
Dim FV_der1 As Double
Dim Dt_der1 As Double
Dim Dh_der1 As Double
Dim Dv_der1 As Double
Dim FT_Vizq As Double
Dim FH_Vizq As Double
Dim FV_Vizq As Double
Dim Dt_Vizq As Double
```



```

Dim Dh_Vizq As Double
Dim Dv_Vizq As Double
Dim FT_Vder As Double
Dim FH_Vder As Double
Dim FV_Vder As Double
Dim Dt_Vder As Double
Dim Dh_Vder As Double
Dim Dv_Vder As Double
Dim FT_der2 As Double
Dim FH_der2 As Double
Dim FV_der2 As Double
Dim Dt_der2 As Double
Dim Dh_der2 As Double
Dim Dv_der2 As Double
Dim Dvertical_izq As Double
Dim Dvertical_der As Double
Dim D_horizontal As Double
Dim D_vertical As Double
'-----VARIABLES WORKBOOKS-----
Set li = ThisWorkbook
'-----GUARDAMOS EL DIRECTORIO-----
Archivo_ruta = Application.ActiveWorkbook.Path
'-----ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
'-----BORRAMOS DATOS DE LA PANTALLA-----
Range( _
"C19:E19,D21:D23,D24:D26,G19,H19,I19,G21:H21,I21,I24:I26,L24:L26,K21,L21:M21,K19,L19,M19,O1
9,P19,Q19,Q21:Q23,Q24:Q26" _
).Select
Range("Q24").Activate
Selection.ClearContents
Range("A1").Select
'Dimensionamos las matrices
ReDim Datos_Conductor(1, 2) As String
ReDim Valores_Conductor(1, 35) As Double
'-----DATOS-----
'Capturamos el valor de Us
Us = li.Worksheets("D").Range("J8")
'Ponemos el valor de K_prima
If (li.Worksheets("D").Range("J9") = "SI" Or Us >= 245) Then
    K_prima = 0.85
    Categoria_especial = 1
Else:
    K_prima = 0.75
    Categoria_especial = 0
End If
'Capturamos el valor de L (Longitud de la cadena de aisladores)
L = li.Worksheets("D").Range("J17")
'Buscamos Dpp a la tabla 15
Set T15 = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "\..\..\..\DATOS\RLAT Tablas\Tabla 15 ITC-LAT-
07_00.xls")
If Us = 3.6 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C3")
    Un = 3
ElseIf Us = 7.2 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C4")
    Un = 6
ElseIf Us = 12 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C5")
    Un = 10
ElseIf Us = 17.5 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C6")
    Un = 15
ElseIf Us = 24 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C7")
    Un = 20
ElseIf Us = 30 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C8")
    Un = 25
ElseIf Us = 36 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C9")
    Un = 30
ElseIf Us = 52 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C10")
    Un = 45
ElseIf Us = 72.5 Then

```

```

Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C11")
Un = 66
ElseIf Us = 123 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C12")
    Un = 110
    ElseIf Us = 145 Then
        Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C13")
        Un = 132
        ElseIf Us = 170 Then
            Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C14")
            Un = 150
            ElseIf Us = 245 Then
                Dpp =
                Un = 220
                ElseIf Us = 420 Then
                    Dpp =
                    Un = 420
End If
T15.Close
'-----CAPTURAMOS DATOS DERIVACIÓN 1-----Y CALCULAMOS
'Capturamos el tipo de conductor
Datos_Conductor(1, 1) = li.Worksheets("D").Cells(15, 2)
Datos_Conductor(1, 2) = li.Worksheets("D").Cells(17, 2)
'Buscamos datos conductor. Kht-Kv
If Datos_Conductor(1, 1) = "AL1_ST1A" Then
    Call Función_Conductor_AL1ST1A
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "LARL" Then Call Función_Conductor_LARL
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_1" Then Call Función_Conductor_AL_1
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_3" Then Call Función_Conductor_AL_3
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL3_ST1A" Then Call Función_Conductor_AL3_ST1A
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "ACERO" Then Call Función_Conductor_ACERO
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "COBRE" Then Call Función_Conductor_COBRE
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then Call Función_Conductor_RECUBIERTOS
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "FIBRA_ÓPTICA" Then Call Función_Conductor_FIBRA
End If
If Un > 30 Then
    Kht = Valores_Conductor(1, 32)
    Kv = Valores_Conductor(1, 34)
Else
    Kht = Valores_Conductor(1, 33)
    Kv = Valores_Conductor(1, 35)
End If
'Datos de las flechas
FT_der1 = li.Worksheets("D").Cells(16, 3)
FH_der1 = li.Worksheets("D").Cells(16, 4)
FV_der1 = li.Worksheets("D").Cells(16, 5)
If Datos_Conductor(1, 1) = "---" Or Datos_Conductor(1, 1) = "" Then
Else
    'Cálculos de D
    'if para elegir el cálculo entre desnudos y recubiertos
    If Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then
        Dt_der1 = (Kht * ((FT_der1) ^ (1 / 2)) + Dpp * (0.75)) * (1 / 3)
        Dh_der1 = (Kht * ((FH_der1) ^ (1 / 2)) + Dpp * (0.75)) * (1 / 3)
        Dv_der1 = (Kv * ((FV_der1) ^ (1 / 2)) + Dpp * (0.75)) * (1 / 3)
    Else
        Dt_der1 = Kht * ((FT_der1) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
        Dh_der1 = Kht * ((FH_der1) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
        Dv_der1 = Kv * ((FV_der1) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
    End If
    'Escribimos valores
    li.Worksheets("D").Cells(19, 3) = Dt_der1
    li.Worksheets("D").Cells(19, 4) = Dh_der1
    li.Worksheets("D").Cells(19, 5) = Dv_der1
    'Máximos Derivación 1
    li.Worksheets("D").Cells(21, 4) = Dv_der1           'DH DERIVACIÓN 1
    If Dt_der1 >= Dh_der1 Then                         'DV DERIVACIÓN 1
        li.Worksheets("D").Cells(24, 4) = Dt_der1
    Else
        li.Worksheets("D").Cells(24, 4) = Dh_der1
    End If
End If
'-----CAPTURAMOS DATOS VANO IZQUIERDO-----Y CALCULAMOS
'Capturamos el tipo de conductor
Datos_Conductor(1, 1) = li.Worksheets("D").Cells(15, 6)
Datos_Conductor(1, 2) = li.Worksheets("D").Cells(17, 6)

```

```

'Buscamos datos conductor. Kht-Kv
If Datos_Conductor(1, 1) = "AL1_ST1A" Then
    Call Función_Conductor_AL1ST1A
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "LARL" Then Call Función_Conductor_LARL
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_1" Then Call Función_Conductor_AL_1
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_3" Then Call Función_Conductor_AL_3
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL3_ST1A" Then Call Función_Conductor_AL3_ST1A
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "ACERO" Then Call Función_Conductor_ACERO
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "COBRE" Then Call Función_Conductor_COBRE
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then Call Función_Conductor_RECUBIERTOS
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "FIBRA_ÓPTICA" Then Call Función_Conductor_FIBRA
End If
If Un > 30 Then
    Kht = Valores_Conductor(1, 32)
    Kv = Valores_Conductor(1, 34)
Else
    Kht = Valores_Conductor(1, 33)
    Kv = Valores_Conductor(1, 35)
End If
'Datos de las flechas
FT_Vizq = li.Worksheets("D").Cells(16, 7)
FH_Vizq = li.Worksheets("D").Cells(16, 8)
FV_Vizq = li.Worksheets("D").Cells(16, 9)
If Datos_Conductor(1, 1) = "----" Or Datos_Conductor(1, 1) = "" Then
Else
    'Cálculos de D
    'if para elegir el cálculo entre desnudos y recubiertos
    If Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then
        Dt_Vizq = (Kht * ((FT_Vizq + L) ^ (1 / 2)) + Dpp * (0.75)) * (1 / 3)
        Dh_Vizq = (Kht * ((FH_Vizq + L) ^ (1 / 2)) + Dpp * (0.75)) * (1 / 3)
        Dv_Vizq = (Kv * ((FV_Vizq + L) ^ (1 / 2)) + Dpp * (0.75)) * (1 / 3)
    Else
        Dt_Vizq = Kht * ((FT_Vizq + L) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
        Dh_Vizq = Kht * ((FH_Vizq + L) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
        Dv_Vizq = Kv * ((FV_Vizq + L) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
    End If
    'Escribimos valores
    li.Worksheets("D").Cells(19, 7) = Dt_Vizq
    li.Worksheets("D").Cells(19, 8) = Dh_Vizq
    li.Worksheets("D").Cells(19, 9) = Dv_Vizq
    'Máximos Derivación l
    li.Worksheets("D").Cells(21, 9) = Dv_Vizq
    If Dt_Vizq >= Dh_Vizq Then
        li.Worksheets("D").Cells(21, 7) = Dt_Vizq
        Dvertical_izq = Dt_Vizq
    Else
        li.Worksheets("D").Cells(21, 7) = Dh_Vizq
        Dvertical_izq = Dh_Vizq
    End If
End If
'-----CAPTURAMOS DATOS VANO DERECHO-----Y CALCULAMOS
'Capturamos el tipo de conductor
Datos_Conductor(1, 1) = li.Worksheets("D").Cells(15, 14)
Datos_Conductor(1, 2) = li.Worksheets("D").Cells(17, 14)
'Buscamos datos conductor. Kht-Kv
If Datos_Conductor(1, 1) = "AL1_ST1A" Then
    Call Función_Conductor_AL1ST1A
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "LARL" Then Call Función_Conductor_LARL
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_1" Then Call Función_Conductor_AL_1
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_3" Then Call Función_Conductor_AL_3
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL3_ST1A" Then Call Función_Conductor_AL3_ST1A
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "ACERO" Then Call Función_Conductor_ACERO
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "COBRE" Then Call Función_Conductor_COBRE
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then Call Función_Conductor_RECUBIERTOS
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "FIBRA_ÓPTICA" Then Call Función_Conductor_FIBRA
End If
If Un > 30 Then
    Kht = Valores_Conductor(1, 32)
    Kv = Valores_Conductor(1, 34)
Else
    Kht = Valores_Conductor(1, 33)
    Kv = Valores_Conductor(1, 35)
End If
'Datos de las flechas
FT_Vder = li.Worksheets("D").Cells(16, 11)
FH_Vder = li.Worksheets("D").Cells(16, 12)
FV_Vder = li.Worksheets("D").Cells(16, 13)

```

```

If Datos_Conductor(1, 1) = "---" Or Datos_Conductor(1, 1) = "" Then
Else
  'Cálculos de D
  'if para elegir el cálculo entre desnudos y recubiertos
  If Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then
    Dt_Vder = (Kht * ((FT_Vder + L) ^ (1 / 2)) + Dpp * (0.75)) * (1 / 3)
    Dh_Vder = (Kht * ((FH_Vder + L) ^ (1 / 2)) + Dpp * (0.75)) * (1 / 3)
    Dv_Vder = (Kv * ((FV_Vder + L) ^ (1 / 2)) + Dpp * (0.75)) * (1 / 3)
  Else
    Dt_Vder = Kht * ((FT_Vder + L) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
    Dh_Vder = Kht * ((FH_Vder + L) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
    Dv_Vder = Kv * ((FV_Vder + L) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
  End If
  'Escribimos valores
  li.Worksheets("D").Cells(19, 11) = Dt_Vder
  li.Worksheets("D").Cells(19, 12) = Dh_Vder
  li.Worksheets("D").Cells(19, 13) = Dv_Vder
  'Máximos Derivación 1
  li.Worksheets("D").Cells(21, 11) = Dv_Vder           'DH VANO DERECHO
  If Dt_Vder >= Dh_Vder Then                          'DV VANO DERECHO
    li.Worksheets("D").Cells(21, 12) = Dt_Vder
    Dvertical_der = Dt_Vder
  Else
    li.Worksheets("D").Cells(21, 12) = Dh_Vder
    Dvertical_der = Dh_Vder
  End If
End If
'-----CAPTURAMOS DATOS DERIVACIÓN 2-----Y CALCULAMOS
'Capturamos el tipo de conductor
Datos_Conductor(1, 1) = li.Worksheets("D").Cells(15, 18)
Datos_Conductor(1, 2) = li.Worksheets("D").Cells(17, 18)
'Buscamos datos conductor. Kht-Kv
If Datos_Conductor(1, 1) = "AL1_ST1A" Then
  Call Función_Conductor_AL1ST1A
  ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "LARL" Then Call Función_Conductor_LARL
  ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_1" Then Call Función_Conductor_AL_1
  ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_3" Then Call Función_Conductor_AL_3
  ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL3_ST1A" Then Call Función_Conductor_AL3_ST1A
  ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "ACERO" Then Call Función_Conductor_ACERO
  ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "COBRE" Then Call Función_Conductor_COBRE
  ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then Call Función_Conductor_RECUBIERTOS
  ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "FIBRA_ÓPTICA" Then Call Función_Conductor_FIBRA
End If
If Un > 30 Then
  Kht = Valores_Conductor(1, 32)
  Kv = Valores_Conductor(1, 34)
Else
  Kht = Valores_Conductor(1, 33)
  Kv = Valores_Conductor(1, 35)
End If
'Datos de las flechas
FT_der2 = li.Worksheets("D").Cells(16, 15)
FH_der2 = li.Worksheets("D").Cells(16, 16)
FV_der2 = li.Worksheets("D").Cells(16, 17)
If Datos_Conductor(1, 1) = "---" Or Datos_Conductor(1, 1) = "" Then
Else
  'Cálculos de D
  'if para elegir el cálculo entre desnudos y recubiertos
  If Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then
    Dt_der2 = (Kht * ((FT_der2) ^ (1 / 2)) + Dpp * (0.75)) * (1 / 3)
    Dh_der2 = (Kht * ((FH_der2) ^ (1 / 2)) + Dpp * (0.75)) * (1 / 3)
    Dv_der2 = (Kv * ((FV_der2) ^ (1 / 2)) + Dpp * (0.75)) * (1 / 3)
  Else
    Dt_der2 = Kht * ((FT_der2) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
    Dh_der2 = Kht * ((FH_der2) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
    Dv_der2 = Kv * ((FV_der2) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
  End If
  'Escribimos valores
  li.Worksheets("D").Cells(19, 15) = Dt_der2
  li.Worksheets("D").Cells(19, 16) = Dh_der2
  li.Worksheets("D").Cells(19, 17) = Dv_der2
  'Máximos Derivación 1
  li.Worksheets("D").Cells(21, 17) = Dv_der2           'DH DERIVACIÓN 2
  If Dt_der2 >= Dh_der2 Then                          'DV DERIVACIÓN 2
    li.Worksheets("D").Cells(24, 17) = Dt_der2
  Else
    li.Worksheets("D").Cells(24, 17) = Dh_der2
  End If

```

```

End If
End If
'-----VALORES MÁXIMOS VANO IZQUIERDO Y DERECHO-----
'Máximos VANO PRINCIPAL
If Dv_Vizq = 0 And Dv_Vder = 0 Then
Else
'DH HORIZONTAL MÁXIMO
If Dv_Vizq >= Dv_Vder Then
li.Worksheets("D").Cells(24, 9) = Dv_Vizq
Else
li.Worksheets("D").Cells(24, 9) = Dv_Vder
End If
End If
If Dvertical_der = 0 And Dvertical_izq = 0 Then
Else
'DV VERTICAL MÁXIMO
If Dvertical_der >= Dvertical_izq Then
li.Worksheets("D").Cells(24, 12) = Dvertical_der
Else
li.Worksheets("D").Cells(24, 12) = Dvertical_izq
End If
End If
'-----ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
End Sub
'CONDUCTORES AL1/ST1A
Public Sub Función_Conductor_AL1ST1A()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL1-ST1A_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "27-AL1/4-ST1A LA 30" Then
fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "47-AL1/8-ST1A LA 56" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "67-AL1/11-ST1A LA 78" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "100-AL1/17-ST1A" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "94-AL1/22-ST1A LA 110" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "119-AL1/28-ST1A LA 145" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "107-AL1/18-ST1A LA 125 PENGUIN" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "152-AL1/25-ST1A LA 175 OSTRICH" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "147-AL1/34-ST1A LA 180" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "242-AL1/39-ST1A LA 280 HAWK" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "337-AL1/44-ST1A LA 380 GULL" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "402-AL1/52-ST1A LA 455 CONDOR" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "483-AL1/33-ST1A LA 510 RAIL" Then fila = 19
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "485-AL1/63-ST1A LA 545 CARDINAL" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "806-AL1/56-ST1A LA 860 LAPWING" Then fila = 21
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "565-AL1/72-ST1A LA 635 FINCH" Then fila = 22
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LA-9506" Then fila = 23
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 24
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
N = N + 1
End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES LARL
Public Sub Función_Conductor_LARL()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores

```

```

Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_LARL_00.xlsm")
'FILa según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 30" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 56" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 78" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 125 PENGUIN" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 145" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 175 OSTRICH" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 180" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL HAWK" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL GULL" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL CONDOR" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 510 RAIL" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL CARDINAL" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 600 (BLUEJAY)" Then fila = 19
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL FINCH" Then fila = 20
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 820 (PLOVER)" Then fila = 21
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 22
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL1
Public Sub Función_Conductor_AL_1()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL1_00.xlsm")
'FILa según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "28-AL1 (L 28)" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "43-AL1 (L 40)" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "55-AL1 (L 56)" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "76-AL1 (L 80)" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "117-AL1 (L 110)" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "148-AL1 (L 145)" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "188-AL1 (L 180)" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "279-AL1 (L 280)" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "381-AL1 (L 400)" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "454-AL1 (L 450)" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "547-AL1 (L 550)" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "638-AL1 (L 630)" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 19
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL3
Public Sub Función_Conductor_AL_3()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer

```

```

Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL3_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "28-AL3 (D 28)" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "43-AL3 (D 40)" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "55-AL3 (D 56)" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "76-AL3 (D 80)" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "117-AL3 (D 110)" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "148-AL3 (D 145)" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "188-AL3 (D 180)" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "279-AL3 (D 280)" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "381-AL3 (D 400)" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "454-AL3 (D 450)" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "547-AL3 (D 550)" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "638-AL3 (D 630)" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 19
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL3/ST1A
Public Sub Función_Conductor_AL3_ST1A()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL3-ST1A_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "27-AL3/4-ST1A (DA 30)" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "47-AL3/8-ST1A (DA 56)" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "67-AL3/11-ST1A (DA 78)" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "94-AL3/22-ST1A (DA 110)" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "119-AL3/28-ST1A (DA 145)" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "147-AL3/34-ST1A (DA 180)" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "226-AL3/53-ST1A (DA 280)" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 14
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES ACERO
Public Sub Función_Conductor_ACERO()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_ACERO_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "6,3-S1A-7" Then

```

```

    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "10-S1A-7" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 8,9 (1+6) 2,97 A" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 9,8 (3+9) 2,37 A" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 11,8 (1+6+12) 2,37 A" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 6 (1+6) 2,0 A" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "16-SA1A-7" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "25-SA1A-7" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.9" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.8" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.7" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "ARLE 53" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "ARLE 83" Then fila = 19
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "T 50 (1+6)" Then fila = 20
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "T 70 (1+6)" Then fila = 21
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW 60 (1+6)" Then fila = 22
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "50-ST1A (AC-50)" Then fila = 23
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 24
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES COBRE
Public Sub Función_Conductor_COBRE()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Cu_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "C 10" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 16" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 25" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 35" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 50" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 70" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 95" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 120" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 150" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 185" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 235" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 300" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 400" Then fila = 19
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 500" Then fila = 20
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 21
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES RECUERTOS
Public Sub Función_Conductor_RECUBIERTOS()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores

```



```

Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\CablesAislados_RECUBIERTOS_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "PAS-50 (CCX 50-AL3 K 20 kV)" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "PAS-120 (CCX 120-AL3 K 20 kV)" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "CCX-AL3-56" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "CCX-AL3-110" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 11
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
Valores_Conductor(1, 1) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 3)
'CARGA DE ROTURA
Valores_Conductor(1, 2) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 4)
'DIÁMETRO
Valores_Conductor(1, 3) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 5)
'SECCIÓN
Valores_Conductor(1, 4) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 7)
'PESO
Valores_Conductor(1, 5) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 8)
'ALFA
Valores_Conductor(1, 6) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 9)
'E
Valores_Conductor(1, 7) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 10)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 8) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 11)
'ALTURA H>1500 M
Valores_Conductor(1, 9) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 12)
'VIENTO 120
Valores_Conductor(1, 10) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
'VIENTO MITAD
Valores_Conductor(1, 11) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 14)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 12) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 15)
'HIELO B
Valores_Conductor(1, 13) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 16)
'HIELO C
Valores_Conductor(1, 14) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 17)
'HIELO C H>1500 m
'Valores_Conductor(1, 15) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'VIENTO 140
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 16) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'HIELO B + VIENTO 60
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 17) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'e HB
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 18) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'HIELO C + VIENTO 60
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 19) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 24)
'e HC+VIENTO 60
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 20) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 25)
'HC H>1500 + VIENTO 60
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 21) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'e HC H>1500 + VIENTO 60
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 22) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'C VIENTO 120
Valores_Conductor(1, 23) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 19)
'C VIENTO MITAD
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 24) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 20)
'C VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 25) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'C HB
Valores_Conductor(1, 26) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'C HC
Valores_Conductor(1, 27) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'C HC >1500 m
'Valores_Conductor(1, 28) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 33)
'C VIENTO 140
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 29) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 36)
'C HB + V 60
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 30) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 37)
'C HC + V 60
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 31) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 38)
'C HC >1500 m + V 60
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 32) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 41)
'K T Y H U>30
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 33) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'K T Y H U<30
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA

```

```

'Valores_Conductor(1, 34) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 44)
'K V U>30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 35) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 28)
'K V U<30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES FIBRA ÓPTICA
Public Sub Función_Conductor_FIBRA()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim M As Integer
Dim N As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\Cables_FibraÓptica_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24 (57/24) 12" Then
fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24 (66/32) 15" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 48-96 (82/32) 17" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24-48-96 (106/62) 26" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (53/32) 15" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (74/34) 17" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (106/63) 25" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-12-24/0" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-24/0" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-48/0 OPGW-16-36/12" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-80/0 OPGW-16-64/16" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-90/0 OPGW-16-72/18" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-24" Then fila = 19
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-48/0 FOADK-36/12" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-80/0 FOADK-64/16" Then fila = 21
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-90/0 FOADK-72/18" Then fila = 22
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..24" Then fila = 23
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..48" Then fila = 24
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..64" Then fila = 25
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..24 F" Then fila = 26
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..48 F" Then fila = 27
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..64 F" Then fila = 28
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 29
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
N = N + 1
End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub

```

11.4 APLICACIÓN “DISTANCIA CONDUCTORES DIFERENTES.XLSM”

Esta aplicación está desarrollada con Microsoft Excel 2010 en el lenguaje de programación VBA. Calcula la distancia entre conductores mínima necesaria, horizontal (D_{HOR}) y vertical (D_{VERT}), que se debe cumplir en una línea aérea de alta tensión entre conductores diferentes o con distinta flecha. También se puede utilizar para conductores de fase y cables de tierra.

Es necesario introducir las longitudes de las flechas en las hipótesis de temperatura, hielo y viento. También hay que elegir el tipo de conductor, y a continuación el conductor concreto.

Para conductores iguales y con la misma flecha, en el vano correspondiente, hay que utilizar la aplicación “Distancia Conductores.xlsm”.

11.4.1 DATOS NECESARIOS

- U_s [kV], tensión más elevada de la red.
- ¿Categoría especial? SI/NO
- Tipo de conductor.
- Conductor.
- F_T [m], longitud de la flecha en la hipótesis de temperatura.
- F_H [m], longitud de la flecha en la hipótesis de hielo.
- F_V [m], longitud de la flecha en la hipótesis de viento.
- L [m], longitud de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo con cadenas de amarre o aisladores rígidos, $L=0$ m.

11.4.2 CÓDIGO

```
Option Base 1
Option Explicit
'DECLARACIÓN DE VARIABLES GLOBALES
Public Datos_Conductor() As String 'Matriz
Public Valores_Conductor() As Double 'Matriz
Dim Archivo_Conductor As Workbook
Dim Un As Double
Dim Archivo_ruta As String
Public Sub Distancia_Fase_Tierra()
Dim K_prima As Double 'VARIABLES NIVEL LOCAL=PRIVADA
Dim Us As Double
Dim li As ThisWorkbook
Dim T15 As Workbook
Dim Categoria_especial As Integer
Dim Dpp As Double
Dim FT_Fase As Double
Dim FH_Fase As Double
Dim FV_Fase As Double
Dim Kht_Fase As Double
Dim Kv_Fase As Double
Dim L_Fase As Double
Dim FT_Tierra As Double
Dim FH_Tierra As Double
Dim FV_Tierra As Double
Dim Kht_Tierra As Double
Dim Kv_Tierra As Double
Dim L_Tierra As Double
Dim Kht_Mayor As Double
Dim Kv_Mayor As Double
Dim FT_Mayor As Double
```

```

Dim FH_Mayor As Double
Dim FV_Mayor As Double
Dim L_Mayor As Double
Dim D_Temperatura As Double
Dim D_Hielo As Double
Dim D_Viento As Double
Dim D_Horizontal As Double
Dim D_Vertical As Double
'-----VARIABLES WORKBOOKS-----
Set li = ThisWorkbook
'-----GUARDAMOS EL DIRECTORIO-----
Archivo_ruta = Application.ActiveWorkbook.Path
'-----ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
'-----BORRAMOS DATOS DE LA PANTALLA-----
Range("I24:I26,M24:M26").Select
Range("M24").Activate
Selection.ClearContents
Range("A1").Select
'Dimensionamos las matrices
ReDim Datos_Conductor(1, 2) As String
ReDim Valores_Conductor(1, 35) As Double
'-----DATOS-----
'Capturamos el valor de Us
Us = li.Worksheets("D").Range("G20")
'Ponemos el valor de K_prima
If (li.Worksheets("D").Range("G22") = "SI" Or Us >= 245) Then
    K_prima = 0.85
    Categoria_especial = 1
Else:
    K_prima = 0.75
    Categoria_especial = 0
End If
'Capturamos el valor de L (Longitud de la cadena de aisladores)
L_Fase = li.Worksheets("D").Range("G18")
L_Tierra = li.Worksheets("D").Range("M18")
'Buscamos Dpp a la tabla 15
Set T15 = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "\..\..\..\DATOS\RLAT Tablas\Tabla 15 ITC-LAT-07_00.xls")
If Us = 3.6 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C3")
    Un = 3
ElseIf Us = 7.2 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C4")
    Un = 6
ElseIf Us = 12 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C5")
    Un = 10
ElseIf Us = 17.5 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C6")
    Un = 15
ElseIf Us = 24 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C7")
    Un = 20
ElseIf Us = 30 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C8")
    Un = 25
ElseIf Us = 36 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C9")
    Un = 30
ElseIf Us = 52 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C10")
    Un = 45
ElseIf Us = 72.5 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C11")
    Un = 66
ElseIf Us = 123 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C12")
    Un = 110
ElseIf Us = 145 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C13")
    Un = 132
ElseIf Us = 170 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hoja1").Range("C14")
    Un = 150
ElseIf Us = 245 Then

```

```

T15.Worksheets("Hojal").Range("C15")                Dpp                =
                                                    Un = 220
                                                    ElseIf Us = 420 Then
                                                    Dpp                =
T15.Worksheets("Hojal").Range("C16")                Un = 420

End If
T15.Close
'-----CAPTURAMOS DATOS CONDUCTOR FASE-----
'Capturamos el tipo de conductor
Datos_Conductor(1, 1) = li.Worksheets("D").Cells(15, 6)      'TIPO CONDUCTOR FASE
Datos_Conductor(1, 2) = li.Worksheets("D").Cells(17, 6)      'CONDUCTOR FASE
'Buscamos datos conductor. Kht-Kv
If Datos_Conductor(1, 1) = "AL1_ST1A" Then
    Call Función_Conductor_AL1ST1A
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "LARL" Then Call Función_Conductor_LARL
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_1" Then Call Función_Conductor_AL_1
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_3" Then Call Función_Conductor_AL_3
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL3_ST1A" Then Call Función_Conductor_AL3_ST1A
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "ACERO" Then Call Función_Conductor_ACERO
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "COBRE" Then Call Función_Conductor_COBRE
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then Call Función_Conductor_RECUBIERTOS
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "FIBRA_ÓPTICA" Then Call Función_Conductor_FIBRA
End If
If Un > 30 Then
    Kht_Fase = Valores_Conductor(1, 32)
    Kv_Fase = Valores_Conductor(1, 34)
Else
    Kht_Fase = Valores_Conductor(1, 33)
    Kv_Fase = Valores_Conductor(1, 35)
End If
'Datos de las flechas
FT_Fase = li.Worksheets("D").Cells(16, 7)
FH_Fase = li.Worksheets("D").Cells(16, 8)
FV_Fase = li.Worksheets("D").Cells(16, 9)
'-----CAPTURAMOS DATOS CABLE DE TIERRA-----
'Capturamos el tipo de cable de tierra
Datos_Conductor(1, 1) = li.Worksheets("D").Cells(15, 14)      'TIPO CABLE DE TIERRA
Datos_Conductor(1, 2) = li.Worksheets("D").Cells(17, 14)      'CABLE DE TIERRA
'Buscamos datos conductor. Kht-Kv
If Datos_Conductor(1, 1) = "AL1_ST1A" Then
    Call Función_Conductor_AL1ST1A
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "LARL" Then Call Función_Conductor_LARL
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_1" Then Call Función_Conductor_AL_1
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_3" Then Call Función_Conductor_AL_3
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL3_ST1A" Then Call Función_Conductor_AL3_ST1A
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "ACERO" Then Call Función_Conductor_ACERO
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "COBRE" Then Call Función_Conductor_COBRE
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then Call Función_Conductor_RECUBIERTOS
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "FIBRA_ÓPTICA" Then Call Función_Conductor_FIBRA
End If
If Un > 30 Then
    Kht_Fase = Valores_Conductor(1, 32)
    Kv_Fase = Valores_Conductor(1, 34)
Else
    Kht_Fase = Valores_Conductor(1, 33)
    Kv_Fase = Valores_Conductor(1, 35)
End If
'Datos de las flechas
FT_Tierra = li.Worksheets("D").Cells(16, 11)
FH_Tierra = li.Worksheets("D").Cells(16, 12)
FV_Tierra = li.Worksheets("D").Cells(16, 13)
'-----VALORES MAYORES-----
'Kht
If Kht_Fase >= Kht_Tierra Then
    Kht_Mayor = Kht_Fase
Else
    Kht_Mayor = Kht_Tierra
End If
'Kv
If Kv_Fase >= Kv_Tierra Then
    Kv_Mayor = Kv_Fase
Else
    Kv_Mayor = Kv_Tierra
End If
'FLECHA TEMPERATURA

```

```

If FT_Fase >= FT_Tierra Then
    FT_Mayor = FT_Fase
Else
    FT_Mayor = FT_Tierra
End If
'FLECHA HIELO
If FH_Fase >= FH_Tierra Then
    FH_Mayor = FH_Fase
Else
    FH_Mayor = FH_Tierra
End If
'FLECHA VIENTO
If FV_Fase >= FV_Tierra Then
    FV_Mayor = FV_Fase
Else
    FV_Mayor = FV_Tierra
End If
'LONGITUD DE CADENA DE AISLADORES MAYOR
If L_Fase >= L_Tierra Then
    L_Mayor = L_Fase
Else
    L_Mayor = L_Tierra
End If
'-----CÁLCULO DE LAS DISTANCIAS-----
D_Temperatura = Kht_Mayor * ((FT_Mayor + L_Mayor) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
D_Hielo = Kht_Mayor * ((FH_Mayor + L_Mayor) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
D_Viento = Kv_Mayor * ((FV_Mayor + L_Mayor) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
'DISTANCIAS MAYORES CALCULADAS
D_Horizontal = D_Viento
If D_Temperatura >= D_Hielo Then
    D_Vertical = D_Temperatura
Else
    D_Vertical = D_Hielo
End If
'-----ESCRIBIMOS LOS RESULTADOS-----
li.Worksheets("D").Cells(24, 9) = D_Horizontal
li.Worksheets("D").Cells(24, 13) = D_Vertical
'-----ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
End Sub
'CONDUCTORES AL1/ST1A
Public Sub Función_Conductor_AL1ST1A()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim N As Integer
    Dim M As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL1-ST1A_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "27-AL1/4-ST1A LA 30" Then
        fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "47-AL1/8-ST1A LA 56" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "67-AL1/11-ST1A LA 78" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "100-AL1/17-ST1A" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "94-AL1/22-ST1A LA 110" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "119-AL1/28-ST1A LA 145" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "107-AL1/18-ST1A LA 125 PENGUIN" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "152-AL1/25-ST1A LA 175 OSTRICH" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "147-AL1/34-ST1A LA 180" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "242-AL1/39-ST1A LA 280 HAWK" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "337-AL1/44-ST1A LA 380 GULL" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "402-AL1/52-ST1A LA 455 CONDOR" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "483-AL1/33-ST1A LA 510 RAIL" Then fila = 19
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "485-AL1/63-ST1A LA 545 CARDINAL" Then fila = 20
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "806-AL1/56-ST1A LA 860 LAPWING" Then fila = 21
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "565-AL1/72-ST1A LA 635 FINCH" Then fila = 22
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LA-9506" Then fila = 23
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 24
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    N = 1
    For M = 3 To 45
        If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then

```

```

        Valores_Conductor(1,
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES LARL
Public Sub Función_Conductor_LARL()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_LARL_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 30" Then
    fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 56" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 78" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 125 PENGUIN" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 145" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 175 OSTRICH" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 180" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL HAWK" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL GULL" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL CONDOR" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 510 RAIL" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL CARDINAL" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 600 (BLUEJAY)" Then fila = 19
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL FINCH" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 820 (PLOVER)" Then fila = 21
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 22
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1,
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL1
Public Sub Función_Conductor_AL_1()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL1_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "28-AL1 (L 28)" Then
    fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "43-AL1 (L 40)" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "55-AL1 (L 56)" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "76-AL1 (L 80)" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "117-AL1 (L 110)" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "148-AL1 (L 145)" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "188-AL1 (L 180)" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "279-AL1 (L 280)" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "381-AL1 (L 400)" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "454-AL1 (L 450)" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "547-AL1 (L 550)" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "638-AL1 (L 630)" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 19
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45

```

```

        If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
            Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
            N = N + 1
        End If
    Next M
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL3
Public Sub Función_Conductor_AL3()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim N As Integer
    Dim M As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL3_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "28-AL3 (D 28)" Then
        fila = 7
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "43-AL3 (D 40)" Then fila = 8
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "55-AL3 (D 56)" Then fila = 9
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "76-AL3 (D 80)" Then fila = 10
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "117-AL3 (D 110)" Then fila = 11
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "148-AL3 (D 145)" Then fila = 12
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "188-AL3 (D 180)" Then fila = 13
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "279-AL3 (D 280)" Then fila = 14
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "381-AL3 (D 400)" Then fila = 15
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "454-AL3 (D 450)" Then fila = 16
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "547-AL3 (D 550)" Then fila = 17
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "638-AL3 (D 630)" Then fila = 18
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 19
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    N = 1
    For M = 3 To 45
        If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
            Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
            N = N + 1
        End If
    Next M
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL3/ST1A
Public Sub Función_Conductor_AL3_ST1A()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim N As Integer
    Dim M As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL3-ST1A_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "27-AL3/4-ST1A (DA 30)" Then
        fila = 7
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "47-AL3/8-ST1A (DA 56)" Then fila = 8
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "67-AL3/11-ST1A (DA 78)" Then fila = 9
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "94-AL3/22-ST1A (DA 110)" Then fila = 10
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "119-AL3/28-ST1A (DA 145)" Then fila = 11
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "147-AL3/34-ST1A (DA 180)" Then fila = 12
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "226-AL3/53-ST1A (DA 280)" Then fila = 13
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 14
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    N = 1
    For M = 3 To 45
        If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
            Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
            N = N + 1
        End If
    End If

```



```

Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES ACERO
Public Sub Función_Conductor_ACERO()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_ACERO_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "6,3-S1A-7" Then
fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "10-S1A-7" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 8,9 (1+6) 2,97 A" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 9,8 (3+9) 2,37 A" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 11,8 (1+6+12) 2,37 A" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 6 (1+6) 2,0 A" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "16-SA1A-7" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "25-SA1A-7" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.9" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.8" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.7" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "ARLE 53" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "ARLE 83" Then fila = 19
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "T 50 (1+6)" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "T 70 (1+6)" Then fila = 21
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW 60 (1+6)" Then fila = 22
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "50-ST1A (AC-50)" Then fila = 23
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 24
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
N = N + 1
End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES COBRE
Public Sub Función_Conductor_COBRE()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Cu_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "C 10" Then
fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 16" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 25" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 35" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 50" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 70" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 95" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 120" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 150" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 185" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 235" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 300" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 400" Then fila = 19
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 500" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 21
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45

```

```

        If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
            Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
            N = N + 1
        End If
    Next M
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES RECUERTOS
Public Sub Función_Conductor_RECUBIERTOS()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\CablesAislados_RECUBIERTOS_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "PAS-50 (CCX 50-AL3 K 20 kV)" Then
        fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "PAS-120 (CCX 120-AL3 K 20 kV)" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "CCX-AL3-56" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "CCX-AL3-110" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 11
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    Valores_Conductor(1, 1) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 3)
'CARGA DE ROTURA
    Valores_Conductor(1, 2) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 4)
'DIÁMETRO
    Valores_Conductor(1, 3) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 5)
'SECCIÓN
    Valores_Conductor(1, 4) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 7)
'PESO
    Valores_Conductor(1, 5) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 8)
'ALFA
    Valores_Conductor(1, 6) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 9)
'E
    Valores_Conductor(1, 7) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 10)
'VIENTO EXCEPCIONAL
    Valores_Conductor(1, 8) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 11)
'ALTURA H>1500 M
    Valores_Conductor(1, 9) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 12)
'VIENTO 120
    Valores_Conductor(1, 10) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
'VIENTO MITAD
    Valores_Conductor(1, 11) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 14)
'VIENTO EXCEPCIONAL
    Valores_Conductor(1, 12) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 15)
'HIELO B
    Valores_Conductor(1, 13) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 16)
'HIELO C
    Valores_Conductor(1, 14) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 17)
'HIELO C H>1500 m
    'Valores_Conductor(1, 15) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'VIENTO 140
    'Valores_Conductor(1, 16) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'HIELO B + VIENTO 60
    'Valores_Conductor(1, 17) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'e HB
    'Valores_Conductor(1, 18) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'HIELO C + VIENTO 60
    'Valores_Conductor(1, 19) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 24)
'e HC+VIENTO 60
    'Valores_Conductor(1, 20) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 25)
'HC H>1500 + VIENTO 60
    'Valores_Conductor(1, 21) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'e HC H>1500 + VIENTO 60
    'Valores_Conductor(1, 22) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'C VIENTO 120
    'Valores_Conductor(1, 23) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 19)
'C VIENTO MITAD
    'Valores_Conductor(1, 24) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 20)
'C VIENTO EXCEPCIONAL
    'Valores_Conductor(1, 25) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'C HB

```

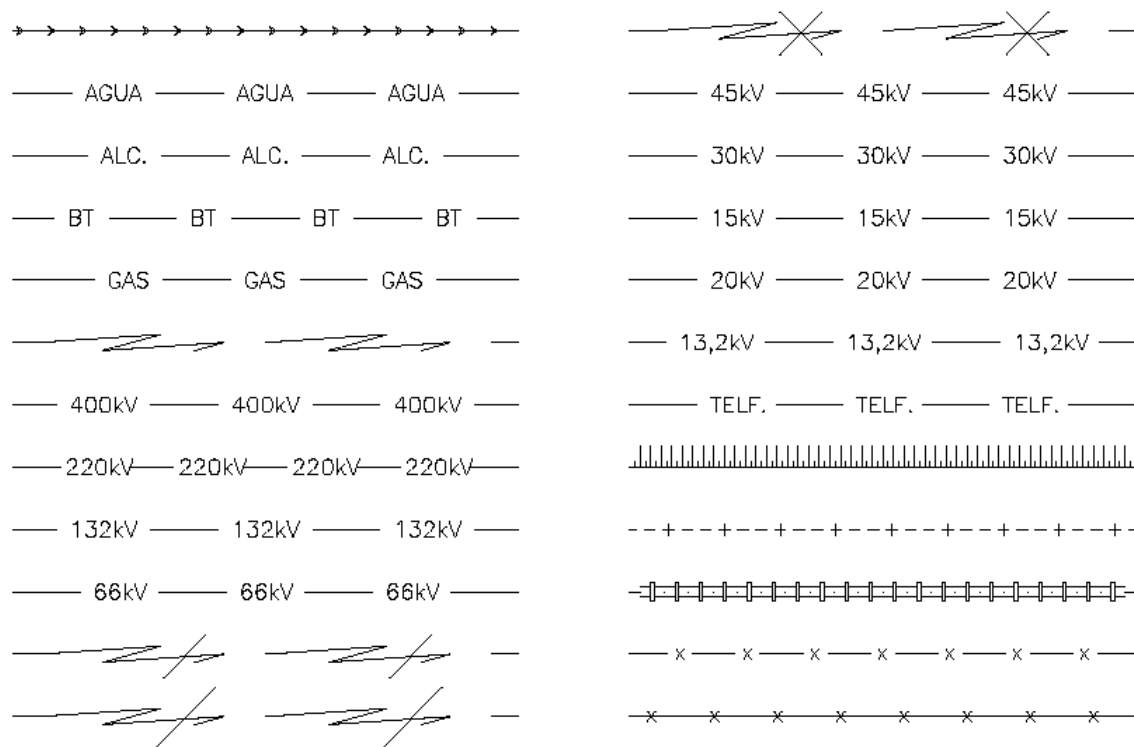
```

    Valores_Conductor(1, 26) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'C HC
    Valores_Conductor(1, 27) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'C HC >1500 m
    'Valores_Conductor(1, 28) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 33)
'C VIENTO 140     ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 29) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 36)
'C HB + V 60     ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 30) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 37)
'C HC + V 60     ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 31) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 38)
'C HC >1500 m + V 60     ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 32) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 41)
'K T Y H U>30    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 33) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'K T Y H U<30    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 34) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 44)
'K V U>30       ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 35) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 28)
'K V U<30       ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES FIBRA ÓPTICA
Public Sub Función_Conductor_FIBRA()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim M As Integer
    Dim N As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "\\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\Cables_FibraÓptica_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24 (57/24) 12" Then
        fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24 (66/32) 15" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 48-96 (82/32) 17" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24-48-96 (106/62) 26" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (53/32) 15" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (74/34) 17" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (106/63) 25" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-12-24/0" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-24/0" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-48/0 OPGW-16-36/12" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-80/0 OPGW-16-64/16" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-90/0 OPGW-16-72/18" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-24" Then fila = 19
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-48/0 FOADK-36/12" Then fila = 20
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-80/0 FOADK-64/16" Then fila = 21
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-90/0 FOADK-72/18" Then fila = 22
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..24" Then fila = 23
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..48" Then fila = 24
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..64" Then fila = 25
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..24 F" Then fila = 26
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..48 F" Then fila = 27
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..64 F" Then fila = 28
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 29
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    N = 1
    For M = 3 To 45
        If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
            Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
            N = N + 1
        End If
    Next M
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub

```

11.5 APLICACIÓN LAAT.LIN

Para representar en los planos las líneas de alta tensión y otros tipos de servicios, se han confeccionado [15] [16] [17] 24 tipos de líneas diferentes de los que se encuentran en la biblioteca del programa AutoCAD. Primeramente se han tenido que realizar unas formas determinadas (archivo LAAT.shp), y luego se han utilizado por los tipos de líneas creados (archivo LAAT.lin). Estos archivos se han creado con el editor de texto Bloc de notas.



11.5.1 PROCESO DE APLICACIÓN EN EL PROGRAMA AUTOCAD

Primero hay que compilar el archivo LAAT.shp, utilizando la orden COMPILA. A continuación se ha creado el archivo LAAT.shx compilado y se guarda en el directorio SUPPORT de AutoCAD. Podemos disponer de las formas utilizando la orden FORMA. Para finalizar, en el programa AutoCAD, utilizamos el comando TIPOLIN para cargar el archivo LAAT.lin y así disponer de los nuevos tipos de líneas. Es necesario tener creado un estilo de texto llamado 1.30, que utilizan varios tipos de líneas.

11.5.2 CÓDIGO

Archivo LAAT.lin. creación de tipos de líneas

```
;;TIPOS DE LÍNEA definidos por Raúl Reviejo García
;;Proyecto fin de carrera
;;Ingeniería Técnica Industrial. Especialiada Electricidad

;;NOTA: Es necesario tener creada un ESTILO DE TEXTO llamado: 1.30, utilizada en los tipos
de líneas con texto.

;;Tipo de línea que representa una LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN
*LAAT,Lightning
A,0.001,[LAAT,LAAT.shx,S=0.5,R=0,X=0,Y=0],-43
```

```

;Tipo de línea que representa una LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN A DESMONTAR "TIPO UF"
*LAATDUF,Lightning_Cruz UF
A,0.001,[LAATD,LAAT.shx,S=0.5,R=0,X=0,Y=0],-43

;Tipo de línea que representa una LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN A DESMONTAR "TIPO IB"
*LAATDIB,Lightning_Cruz IB
A,0.001,[IBDLA,LAAT.shx,S=0.5,R=0,X=0,Y=0],-43

;Tipo de línea que representa una LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN A DESMONTAR "TIPO IBx2"
*LAATDIBx2,Lightning_Cruz IBx2
A,0.001,[IBBDDLA,LAAT.shx,S=0.5,R=0,X=0,Y=0],-43

;Tipo de línea que representa una CANALIZACIÓN DE GAS
*GAS,Gas ----GAS----GAS----GAS----GAS----GAS----GAS----GAS--
A,12.7,-5.08,["GAS",1.30,S=2.2,R=0.0,X=-2.54,Y=-1.4],-8.2

;Tipo de línea que representa una LÍNEA DE BAJA TENSIÓN
*BT,BT ----BT----BT----BT----BT----BT----BT--
A,12.7,-5.08,["BT",1.30,S=2.2,R=0.0,X=-2.54,Y=-1.4],-5.5

;Tipo de línea que representa una LÍNEA DE ALTA TENSIÓN DE 400 kV
*LAATA,LAATA ----400kV----400kV----400kV----400kV----400kV----400kV--
A,12.7,-5.08,["400kV",1.30,S=2.2,R=0.0,X=-2.54,Y=-1.4],-13

;Tipo de línea que representa una LÍNEA DE ALTA TENSIÓN DE 220 kV
*LAATB,LAATB ----220kV----220kV----220kV----220kV----220kV----220kV--
A,8,-3.5,["220kV",1.30,S=2.2,R=0.0,X=-2.54,Y=-1.4],-10

;Tipo de línea que representa una LÍNEA DE ALTA TENSIÓN DE 132 kV
*LAATC,LAATC ----132kV----132kV----132kV----132kV----132kV----132kV--
A,12.7,-5.08,["132kV",1.30,S=2.2,R=0.0,X=-2.54,Y=-1.4],-13

;Tipo de línea que representa una LÍNEA DE ALTA TENSIÓN DE 66 kV
*LAATD,LAATD ----66kV----66kV----66kV----66kV----66kV----66kV--
A,12.7,-5.08,["66kV",1.30,S=2.2,R=0.0,X=-2.54,Y=-1.4],-10

;Tipo de línea que representa una LÍNEA DE ALTA TENSIÓN DE 45 kV
*LAATE,LAATE ----45kV----45kV----45kV----45kV----45kV----45kV--
A,12.7,-5.08,["45kV",1.30,S=2.2,R=0.0,X=-2.54,Y=-1.4],-10

;Tipo de línea que representa una LÍNEA DE ALTA TENSIÓN DE 30 kV
*LAATF,LAATF ----30kV----30kV----30kV----30kV----30kV----30kV--
A,12.7,-5.08,["30kV",1.30,S=2.2,R=0.0,X=-2.54,Y=-1.4],-10

;Tipo de línea que representa una LÍNEA DE ALTA TENSIÓN DE 15 kV
*LAATG,LAATG ----15kV----15kV----15kV----15kV----15kV----15kV--
A,12.7,-5.08,["15kV",1.30,S=2.2,R=0.0,X=-2.54,Y=-1.4],-10

;Tipo de línea que representa una LÍNEA DE ALTA TENSIÓN DE 13,2 kV
*LAATH,LAATH ----13,2kV----13,2kV----13,2kV----13,2kV----13,2kV----13,2kV--
A,12.7,-5.08,["13,2kV",1.30,S=2.2,R=0.0,X=-2.54,Y=-1.4],-14

;Tipo de línea que representa una LÍNEA DE ALTA TENSIÓN DE 20 kV
*LAATI,LAATI ----20kV----20kV----20kV----20kV----20kV----20kV--
A,12.7,-5.08,["20kV",1.30,S=2.2,R=0.0,X=-2.54,Y=-1.4],-10

;Tipo de línea que representa una RED DE ALCANTARILLADO
*ALCAN,ALCAN ----ALCAN----ALCAN----ALCAN----ALCAN----ALCAN--
A,12.7,-5.08,["ALC.",1.30,S=2.2,R=0.0,X=-2.54,Y=-1.4],-9

;Tipo de línea que representa una RED DE AGUA
*AGUA,AGUA ----AGUA----AGUA----AGUA----AGUA----AGUA--
A,12.7,-5.08,["AGUA",1.30,S=2.2,R=0.0,X=-2.54,Y=-1.4],-11

;Tipo de línea que representa una LÍNEA DE TELÉFONO
*TELF,TELF ----TELF----TELF----TELF----TELF----TELF--
A,12.7,-5.08,["TELF.",1.30,S=2.2,R=0.0,X=-2.54,Y=-1.4],-10

;Tipo de línea que representa una VALLA (X separada)
*VALLA1,VALLA SEPARADA ---- X --- X ---- X ---- X --- X ---- X --
A,8,-3,["x",1.30,S=2.2,R=0.0,X=-1.8,Y=-0.9],-1.8

;Tipo de línea que representa una VALLA (X junta)
*VALLA2,VALLA JUNTA ----X---X---X---X---X---X---
A,6,-0,["x",1.30,S=2.2,R=0.0,X=0.0,Y=-0.9],6

```


11.6 APLICACIÓN CATENARIA.LSP

Esta aplicación ha sido realizada con el lenguaje de alto nivel AutoLISP [15] [17] [16], en el módulo Visual Lisp del programa AutoCAD.

Construye una curva catenaria entre dos puntos con un parámetro determinado [punto 3.2.9]. También su construcción está condicionada por la escala a la que se tenga que dibujar, que normalmente es a 1:2000 (valor en la aplicación 0,5) para el eje horizontal, y a 1:500 (valor en la aplicación 2) para el eje vertical, como indica la ITC-LAT 9 del RLAT. El factor de escala 1 corresponde a una escala de 1/1000. A partir de aquí se pueden aplicar otras posibles escalas.

La aplicación se ha compilado en el archivo CATENARIA.fas.

NOTA: La construcción de la curva se ha realizado calculándola respecto a los ejes de la curva, y luego los resultados se han desplazado a los ejes de la aplicación. Podría haberse realizado la aplicación de otra manera utilizando dos comandos de AutoLISP denominados *trans* [pag. 226 [15]] y *translatecoordinates* [pag. 493 [15]], que son equivalentes, y convierten los puntos desde un sistema de coordenadas a otro.

11.6.1 DATOS NECESARIOS

- Puntos de sujeción (x,y).
- Parámetro de la catenaria (h [m]). Cuanto mayor es h, menor es la flecha de la curva.
- Escala del eje horizontal. Normalmente 1:2000. Valor por defecto 0,5.
- Escala del eje vertical. Normalmente 1:500. Valor por defecto 2.
- Longitud horizontal de cada tramo de la curva. Valor por defecto 1.

11.6.2 PRECISIÓN DE LA CURVA

La construcción de la curva está condicionada por la precisión que queramos aplicar para dibujarla. Esta precisión la podemos determinar por:

- El número de puntos que queramos que posea.
- El número de tramos que queramos que posea.
- La longitud horizontal de cada tramo (INCx).

Se ha elegido la última opción, que aunque no es la más intuitiva, si ha sido la más sencilla de implementar en la aplicación.

El dato solicitado habrá que compararlo con el valor real del vano. Para saber el número de tramos:
$$\frac{a}{\text{escalaX} \cdot \text{INCx}}$$

11.6.3 CONSIDERACIÓN DE LA ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LA CURVA DE EQUILIBRIO

En este caso habrá que cambiar los ejes de coordenadas en el programa AutoCAD y dibujar en tres dimensiones, conforme al plano que tenga que formar el conductor. La aplicación funcionará de igual forma.

11.6.4 CÓDIGO

```

;;; -----;
;;; CONSTRUCCIÓN DE LA CURVA CATENARIA EN AUTOCAD PARA APLICAR EN PLANOS DE LÍNEAS AÉREAS
;;; Fecha de comienzo: 18-04-2013
;;; Fecha de finalización: 28-04-2013
;;; Número de versión: 04
;;; PROYECTO FIN DE CARRERA DE RAÚL REVIEJO GARCÍA
;;; INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD
;;; ADVERTENCIA: La curva se dibuja de izquierda a derecha de la pantalla, y no al revés
;;; -----;
                ;FUNCIÓN AUXILIAR PARA CALCULAR EL COSENO HIPERBÓLICO
(defun cosh (x)
  (setq w (exp x))
  (setq w (* 0.5 (+ w (/ 1 w))))
)
;-----;
                ;FUNCIÓN AUXILIAR PARA CALCULAR EL SENO HIPERBÓLICO
(defun senh (x)
  (setq w (exp x))
  (setq w (* 0.5 (- w (/ 1 w))))
)
                ;TRATAMIENTO DE LOS ERRORES
(defun errores (mens)
  (setq *error* error0)
  (if (=mens "quitar / salir abandonar")
    (PRIN1)
    (PRINC (STRCAT "\nError: " mens " "))
  )
  (setvar "orthomode" orto) ;Ponemos el ORTO en el estado en que estaba al principio
  (setvar "cmdecho" 1) ;Activamos visualización. Solicitudes de entrada
  (setvar "osmode" refnt) ;Ponemos los modos de referencia como estaban al principio
  (PRIN1)
)
;-----;
                ;FUNCIÓN PRINCIPAL PARA EL CÁLCULO DE LA CATENARIA
                ;NOTACIÓN DE LAS VARIABLES: Las variables Pppp son referidas a los ejes de la
                ;curva. Las variables Ppp son referidas a los ejes de la aplicación (AutoCAD) SIN ESCALAR.
                ;Las variables Pp son referidas a los ejes de la aplicación (AutoCAD) ESCALADA

(defun C:CATENARIA (/ p1 p2 escX escY h INCx Xa Xb Ya Yb a d z Xmmm Xaaa Xbbb Yaaa Ybbb
Yabs Xm Xord pot INCxtruco atruco Ntramos Npuntos resto puntoxi yi xfff yfff xff yff xfyf
pf
)
  ;ERRORES
  (setq error0 *error*
    *error* errores
  )
  (setvar "cmdecho" 0) ;Desactiva las solicitudes y entradas
  (setvar "blipmode" 0) ;Desactiva las marcas auxiliares
  (setq refnt (getvar "osmode")) ;Guarda el estado de los MODOS DE REFERENCIA
  (setvar "osmode" 8) ;Activamos los modos de referencia FIN y PUNTO
  (setq orto (getvar "orthomode")) ;Guarda el estado de ORTO
  (setvar "orthomode" 0) ;Desactivamos ORTO
;-----;
                ;TOMA DE DATOS
                ;Puntos de sujeción
  (terpri) ;Mueve el cursor a una nueva línea de comando
  (setq p1 (getpoint "Punto IZQUIERDO de sujeción: "))
  (terpri) ;Mueve el cursor a una nueva línea de comando
  (setq p2 (getpoint "Punto DERECHO de sujeción: "))
  (terpri) ;Mueve el cursor a una nueva línea de comando
                ;ESCALAS
                ;NOTA: Factor=1 Escala 1/1000; Factor=0.5 Escala 1/2000; Factor=2 Escala 1/500
                ;Unidad de cálculo = 1 metro; Unidad CONSIDERADA en aplicación (AutoCAD) = 1 m;
  Unidad en APLICACIÓN (AutoCAD) = 1 mm
  (prompt "ESCALAS DEL DIBUJO")
  (terpri)
  (prompt "Factor=1 Escala 1/1000")
  (terpri)
  (prompt "Factor=0.5 Escala 1/2000")
  (terpri)
  (prompt "Factor=2 Escala 1/500")
  (terpri)
  (initget 6)
  (setq escX (getreal "Escala HORIZONTAL (1/2000): "))

```



```

(if (= escX nil)
  (setq escX 0.5)
)
(initget 6)
(setq escY (getreal "Escala VERTICAL (1/500): "))
(if (= escY nil)
  (setq escY 2.0)
)
      ;Parámetro de replanteo
(initget 7)
(setq h (getreal "Parámetro de replanteo (h): "))
      ;Incremento de X. Define la precisión con que queremos dibujar la catenaria
;;SIN ESCALAR!!! SE TENDRÁ QUE COMPARAR CON EL VERDADERO VALOR DEL VANO
(terpri)
(prompt "Incremento de X")
(terpri)
(prompt
  "Define la precisión con que queremos dibujar la catenaria"
)
(terpri)
(prompt
  ";;SIN ESCALAR!!! COMPARAR CON EL VERDADERO VALOR DEL VANO"
)
(terpri)
(initget 6)
(setq INCx (getreal "Incremento en x en metros (1): "))
(if (= INCx nil)
  (setq INCx 1.0)
)
)
;-----;
(setvar "osmode" 0) ;Desactiva los modos de referencia
      ;Cogemos los parámetros de cada punto y los guardamos en variables
(setq Xa (car p1))
(setq Xb (car p2))
(setq Ya (cadr p1))
(setq Yb (cadr p2))
;-----;
      ;CÁLCULOS PREVIOS
      ;a (vano horizontal) NO PUEDE SER 0, negativo o null
(initget 7)
(setq a (* (- Xb Xa) (/ 1.0 escX)))
(setq d (* (- Yb Ya) (/ 1.0 escY)))
(setq z (/ d (* 2.0 h (senh (/ a (* 2.0 h))))))
(setq Xmmm (* h (LOG (+ z (SQRT (+ 1 (EXPT z 2.0)))))))
(setq Xaaa (- Xmmm (/ a 2.0)))
(setq Xbbb (+ Xmmm (/ a 2.0)))
(setq Yaaa (* h (cosh (/ Xaaa h))))
(setq Ybbb (* h (cosh (/ Xbbb h))))
(setq Yabs (- Ya Yaaa))
(setq Xm (+ Xa (/ (- Xb Xa) 2.0)))
(setq Xord (- Xm Xmmm))
;-----;
      ;CALCULAMOS EL NÚMERO DE TRAMOS
(setq pot 10)
(setq INCxtruco INCx)
(IF (< INCx 1)
  (WHILE (< INCxtruco 1)
    (setq atruco (* a pot))
    (setq INCxtruco (* INCx pot))
    (setq Ntramos (FIX (/ atruco INCxtruco)))
    (setq pot (* pot 10))
  )
  (setq Ntramos (FIX (/ a INCx)))
)
;-----;
      ;CALCULAMOS EL NÚMERO DE PUNTOS
(setq resto (- a (* INCx Ntramos)))
(setq punto 2) ; Necesario para el siguiente WHILE
(IF (= resto 0)
  (setq Npuntos (+ Ntramos 1))
  (setq Npuntos (+ Ntramos 2))
)
      ;INICIAMOS LOS VALORES Pi EN PUNTO IZQUIERDO (A)
(setq xi Xa)
(setq yi Ya)
      ;(setq p1 (list xi yi)) SOBRA
      ;Comenzamos la POLILINEA en el punto pi(Xa,Ya)

```

```

(command "_pline" p1)
;EMPEZAMOS LA ITERACIÓN
(while (< punto Npuntos)
;Coordenadas respecto de los ejes de la curva
(setq xfff (+ Xaaa INCx))
(setq yfff (* h (cosh (/ xfff h))))
;Coordenadas respecto la aplicación SIN ESCALAR
(setq xff (+ Xi INCx))
(setq yff (+ yfff Yabs))
;Coordenadas respecto la aplicación ESCALADA
(setq xf (+ Xa (* escX (- xff Xa))))
(setq yf (+ Ya (* escY (- yff Ya))))

(setq pf (list xf yf))
(command pf)
(setq Xaaa xfff)
(setq Xi xff)
(setq punto (+ punto 1))
)
; FIN WHILE
;Estudiamos el último punto
(IF (/= resto 0.0)
(setq INCx resto)
)

;CALCULAMOS EL ÚLTIMO PUNTO (Tiene que ser igual al punto B)
;Coordenadas respecto de los ejes de la curva
(setq xfff (+ Xaaa INCx))
(setq yfff (* h (cosh (/ xfff h))))
;Coordenadas respecto la aplicación SIN ESCALAR
(setq xff (+ Xi INCx))
(setq yff (+ yfff Yabs))
;Coordenadas respecto la aplicación ESCALADA
(setq xf (+ Xa (* escX (- xff Xa))))
(setq yf (+ Ya (* escY (- yff Ya))))
;DIBUJAMOS EL ÚLTIMO PUNTO
(setq pf (list xf yf))
(command pf)
(command "")
(setvar "orthomode" orto) ;Ponemos el ORTO en el estado en que estaba al principio
(setvar "cmdecho" 1) ;Activamos visualización. Solicitudes de entrada
(setvar "osmode" refnt) ;Ponemos los modos de referencia como estaban al principio
(terpri)
(prompt "CATENARIA REALIZADA")
(PRIN1) ;Terminamos con la pantalla limpia
)
;FIN DE LA APLICACIÓN CATENARIA

```

11.7 APLICACIÓN TENSIÓN HORIZONTAL.XLSM

Esta aplicación está desarrollada con Microsoft Excel 2010 en el lenguaje de programación VBA. Calcula la tensión horizontal en función de la tensión en el extremo de la curva catenaria, con las ecuaciones de la catenaria [0], con las ecuaciones de la parábola [3.3.5] y con las ecuaciones de las dos modificaciones realizadas con el método de Truxa [3.4.4].

Se ha utilizado un método de aproximaciones sucesivas denominado método de la bisección [punto 3.7] para el cálculo de la tensión horizontal con las ecuaciones de la catenaria y con las ecuaciones de la segunda aproximación del método de Truxa.

Es posible que con los datos introducidos, no se pueda encontrar una solución válida. En ese caso no hay raíces. Para ello se ha introducido una estructura de programación condicional IF. En general suelen aparecer una o dos soluciones (raíces), siendo válida la mayor de ellas.

La aplicación tiene la opción de considerar el desplazamiento del conductor debido a la acción del viento.

11.7.1 DATOS NECESARIOS

- Carga de rotura [daN].
- Coeficiente de seguridad.
- d [m], desnivel entre los puntos de amarre.
- Longitud del vano, a [m].
- Peso lineal del conductor, p [daN/m].
- ¿Desplazamiento del conductor debido a la acción del viento? [SI / NO].
- Sobrecarga de viento (horizontal) [daN/m].

11.7.2 CÓDIGO

```
Public Sub THORIZONTAL()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES
Dim d As Double
Dim vano As Double
Dim p As Double
Dim CargaRotura As Double
Dim CoefSeguridad As Double
Dim h As Double
Dim h_max As Integer
Dim hh_max As Double
Dim z As Double
Dim Xm As Double
Dim X_extremo As Double
Dim THORIZONTAL As Double
Dim h_cálculo As Double
Dim T_límite As Double
Dim T_extremo_inferior As Double
Dim bb As Double
Dim h_cálculo_Truxa As Double
Dim THOR_Para As Double
Dim h_cálculo_Para As Double
Dim conta As Double
Dim T_maxTR As Integer
Dim TT_maxTR As Double
Dim T_cálculo As Double
Dim T_límiteTR As Double
```

```

Dim THOR_Truxa As Double
Dim contaTR As Double
'Desplazamiento debido al viento
Dim pv As Double
Dim ángulo As Double
Dim Pvertical As Double
Dim a_parábola As Double
Dim viento As String
'-----VARIABLES WORKBOOKS-----
Set li = ThisWorkbook
'-----ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
'CONTROL DE ERRORES
    On Error GoTo ErrorCálculo
'Reiniciamos valores de la tabla a cero
li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("D6").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("F6").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("G6").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("E6").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("D15").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("F15").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("G15").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("E15").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("F24").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("D24").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("E24").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("G24").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("F33").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("D33").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("E33").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("G33").Value = 0
'TOMA DE DATOS
CargaRotura = li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("B2").Value
CoefSeguridad = li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("B3").Value
d = li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("B4").Value
vano = li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("B5").Value 'Existe un límite en 1419 m
para un d determinado. Debido a límite del cálculo del senh por parte del excel 2010. Con
la calculadora de windows se puede aumentar los metros
a_parábola = vano
p = li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("B6").Value
'Longitud real del vano
bb = ((vano ^ 2) + (d ^ 2)) ^ (1 / 2)
'¿DESPLAZAMIENTO DE LA CURVA DE EQUILIBRIO DEBIDA A LA ACCIÓN DEL VIENTO?
viento = li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("B8").Value
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av y dv
If viento = "SI" Then
    pv = li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("B12").Value
    Pvertical = ((p ^ 2) - (pv ^ 2)) ^ (1 / 2)
    ángulo = Atn(pv / Pvertical)
    'Calculamos a y d con los valores de av y dv
    d = d * Cos(ángulo)
    vano = (bb ^ 2 - d ^ 2) ^ (1 / 2)
End If
'CÁLCULOS
hh_max = ((CargaRotura / CoefSeguridad) / p) + 300 'Añadimos 300 porque puede dar error
cuando Thorizontal está muy cerca de T_max (osea h muy próximo a hh_max) puede dar error
h_max = Fix(hh_max)
T_límite = CargaRotura / CoefSeguridad
'-----TENSIÓN HORIZONTAL. FÓRMULAS DE LA CATENARIA-----
'Calculamos el número de RAÍCES (Ceros)
conta = Raíces(d, vano, p, T_límite, h_max)
'Cálculo de la TENSIÓN HORIZONTAL. FÓRMULAS DE LA CATENARIA
If conta > 0 Then 'Este IF es por que puede que no haya raíces, osea que no haya
solución
    h_cálculo = Bisección_H(conta, hh_max, d, vano, p, T_límite)
    THORIZONTAL = h_cálculo * p
    'Cálculo de la TENSIÓN EN EL EXTREMO OPUESTO ;MENOR!
    T_extremo_inferior = T_límite - Abs(d) * p
    'ESCRIBIMOS VALORES
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("D6").Value = h_cálculo
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("F6").Value = THORIZONTAL
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("G6").Value = T_extremo_inferior
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("E6").Value = T_límite
    Range("D2").Select 'Borramos la celda de "No existen solución"
    Selection.ClearContents
Else

```

```

li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("D2").Value = "NO EXISTE SOLUCIÓN"
Range("D6:G6").Select          'Borramos las celdas de números
Selection.ClearContents
End If
'-----TENSIÓN HORIZONTAL. MÉTODO DE TRUXA (2)-----
'Cálculo de la TENSIÓN HORIZONTAL. MÉTODO DE TRUXA (2)
TT_maxTR = ((CargaRotura / CoefSeguridad) + 300          'Añadimos 300 porque puede dar error
cuando Thorizontal está muy cerca de T_max (osea h muy próximo a hh_max) puede dar error
T_maxTR = Fix(TT_maxTR)
T_límiteTR = CargaRotura / CoefSeguridad
bb = ((vano ^ 2) + (d ^ 2)) ^ (1 / 2)
d = Abs(d)
'Calculamos el número de RAÍCES (Ceros)
contaTR = RaícesTR(d, vano, p, T_límiteTR, T_maxTR, bb)
'Cálculo de la TENSIÓN HORIZONTAL. FÓRMULAS DE LA TRUXA
If contaTR > 0 Then          'Este IF es por que puede que no haya raíces, osea que no haya
solución
    T_cálculo = Bisección_H_TR(contaTR, T_límiteTR, d, vano, p, T_límite, bb)
    'Cálculo de la TENSIÓN EN EL EXTREMO OPUESTO ;MENOR!
    T_extremo_inferior = T_límite - Abs(d) * p
    'ESCRIBIMOS VALORES
    'TRUXA2
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("D15").Value = T_cálculo / p
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("F15").Value = T_cálculo
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("G15").Value = T_extremo_inferior
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("E15").Value = T_límite
    Range("D11").Select          'Borramos la celda de "No existen solución"
    Selection.ClearContents
    Range("A1").Select
Else
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("D11").Value = "NO EXISTE SOLUCIÓN"
    Range("D15:G15").Select          'Borramos las celdas de números
    Selection.ClearContents
End If
'-----TENSIÓN HORIZONTAL. MÉTODO DE TRUXA (1)-----
'Cálculo de la TENSIÓN HORIZONTAL. MÉTODO DE TRUXA (1)
If (((p * d / 2 - T_límite) ^ 2) - (((bb * p) ^ 2) / 2)) >= 0 Then          'IF para que
la raíz cuadrada no de error
    THOR_Truxa = (T_límite - p * (Abs(d)) / 2 + (((p * (Abs(d)) / 2 - T_límite) ^ 2) -
(((bb * p) ^ 2) / 2)) ^ (1 / 2)) / (2 * bb / vano)
    T_ext_inf_Truxa = T_límite - Abs(d) * p          'Igual que con las fórmulas de la
catenaria. Propiedad de la catenaria T1-T2=p*d
    h_cálculo_Truxa = THOR_Truxa / p
    'Escribimos los valores. Truxa
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("F24").Value = THOR_Truxa
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("D24").Value = h_cálculo_Truxa
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("E24").Value = T_límite
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("G24").Value = T_ext_inf_Truxa
    Range("D20").Select          'Borramos la celda de "No existen solución"
    Selection.ClearContents
Else
    Range("F24").Select          'Borramos la celda de números
    Selection.ClearContents
    Range("D24").Select          'Borramos la celda de números
    Selection.ClearContents
    Range("E24").Select          'Borramos la celda de números
    Selection.ClearContents
    Range("G24").Select          'Borramos la celda de números
    Selection.ClearContents
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("D20").Value = "NO EXISTE SOLUCIÓN"
End If
'-----TENSIÓN HORIZONTAL. FÓRMULAS DE LA PARÁBOLA-----
'Cálculo de la TENSIÓN HORIZONTAL. FÓRMULAS DE LA PARÁBOLA
If ((T_límite ^ 2) - ((a_parábola ^ 2) * (p ^ 2)) / 2)) >= 0 Then          'IF para
que la raíz cuadrada no de error
    THOR_Para = (T_límite + (((T_límite ^ 2) - ((a_parábola ^ 2) * (p ^ 2)) / 2)) ^ (1
/ 2)) / (2)
    h_cálculo_Para = THOR_Para / p
    'Escribimos los valores. Parábola
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("F33").Value = THOR_Para
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("D33").Value = h_cálculo_Para
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("E33").Value = T_límite
    li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("G33").Value = T_límite
    Range("D29").Select          'Borramos la celda de "No existen solución"
    Selection.ClearContents
Else
    Range("F33").Select          'Borramos las celdas de números

```

```

        Selection.ClearContents
        Range("D33").Select           'Borramos las celdas de números
        Selection.ClearContents
        Range("E33").Select           'Borramos las celdas de números
        Selection.ClearContents
        Range("G33").Select           'Borramos las celdas de números
        Selection.ClearContents
        li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("D29").Value = "NO EXISTE SOLUCIÓN"
    End If
'-----ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
Exit Sub
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo: MsgBox ("ERROR EN EL CÁLCULO DE LA TENSIÓN HORIZONTAL")
    Resume Next
End Sub
Public Function Bisección_H(a As Double, b As Double, d As Double, vano As Double, p As
Double, T_límite As Double) As Double
    Dim xr As Double
    xr = ((a + b) / 2)
    Do While Not (Abs(Función_H(d, xr, vano, p, T_límite)) < 0.01)
        xr = ((a + b) / 2)
        If ((Función_H(d, a, vano, p, T_límite) * Función_H(d, xr, vano, p, T_límite)) < 0)
Then
            b = xr
        Else
            a = xr
        End If
    Loop
    Bisección_H = xr
End Function
Public Function Función_H(d As Double, h As Double, vano As Double, p As Double, T_límite
As Double) As Double
    Dim z As Double
    Dim Xm As Double
    Dim X_extremo As Double
    z = d / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(vano / (2 * h)))
    Xm = h * WorksheetFunction.Ln(z + ((z ^ 2 + 1) ^ (1 / 2)))
    If d = 0 Or d < 0 Then
        X_extremo = Xm - vano / 2
    Else
        X_extremo = Xm + vano / 2
    End If
    Función_H = (h * WorksheetFunction.Cosh(X_extremo / h) * p) - T_límite
End Function
Public Function Raíces(d As Double, vano As Double, p As Double, T_límite As Double, h_max
As Integer) As Double
    Dim m As Integer
    Dim k As Integer
    k = 1
    m = 1
    contador1 = Sgn(FunciónCONTA(d, k, vano, p, T_límite))
    For k = 2 To h_max
        If Sgn(FunciónCONTA(d, k, vano, p, T_límite)) = 0 Then
            ElseIf Sgn(FunciónCONTA(d, k, vano, p, T_límite)) <> contador1 Then
                contador1 = Sgn(FunciónCONTA(d, k, vano, p, T_límite))
                m = k
            End If
        Next k
    Raíces = m - 1
End Function
';;;;;Utilizamos otra función para calcular porque h debe ser integer para buscar las
raíces, y en el cálculo de h, h debe ser double!!!!!!!
Public Function FunciónCONTA(d As Double, h As Integer, vano As Double, p As Double,
T_límite As Double) As Double
    Dim z As Double
    Dim Xm As Double
    Dim X_extremo As Double
    z = (d / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(vano / (2 * h))))
    Xm = h * WorksheetFunction.Ln(z + ((z ^ 2 + 1) ^ (1 / 2)))
    If d = 0 Or d < 0 Then
        X_extremo = Xm - vano / 2
    Else
        X_extremo = Xm + vano / 2
    End If
    FunciónCONTA = (h * WorksheetFunction.Cosh(X_extremo / h) * p) - T_límite

```

```

End Function
Public Function Bisección_H_TR(a As Double, b As Double, d As Double, vano As Double, p As Double, T_límite As Double, bb As Double) As Double
    Dim xr As Double
    xr = ((a + b) / 2)
    Do While Not (Abs(Función_H_TR(d, xr, vano, p, T_límite, bb)) < 1010000)
        xr = ((a + b) / 2)
        If ((Función_H_TR(d, a, vano, p, T_límite, bb) * Función_H_TR(d, xr, vano, p, T_límite, bb)) < 0) Then
            b = xr
            'T_límite = CargaRotura / CoefSeguridad
        Else
            a = xr
        End If
    Loop
    Bisección_H_TR = xr
End Function
Public Function Función_H_TR(d As Double, T As Double, vano As Double, p As Double, T_límite As Double, bb As Double) As Double
    Función_H_TR = (T ^ 4) * (48 * 8 * bb) + (T ^ 3) * (4 * 48 * d * p * vano - T_límite * vano * 8 * 48) + (T ^ 2) * ((vano ^ 2) * bb * (p ^ 2) * 48) + ((vano ^ 4) * bb * (p ^ 4))
End Function
Public Function RaícesTR(d As Double, vano As Double, p As Double, T_límite As Double, T_maxTR As Integer, bb As Double) As Double
    Dim m As Integer
    Dim k As Integer
    Dim contador1_TR As Integer
    k = 1
    m = 1
    contador1_TR = Sgn(FunciónCONTA_TR(d, k, vano, p, T_límite, bb))
    For k = 2 To T_maxTR
        If Sgn(FunciónCONTA_TR(d, k, vano, p, T_límite, bb)) = 0 Then
            ElseIf Sgn(FunciónCONTA_TR(d, k, vano, p, T_límite, bb)) <> contador1_TR Then
                contador1_TR = Sgn(FunciónCONTA_TR(d, k, vano, p, T_límite, bb))
                m = k
        End If
    Next k
    RaícesTR = m - 1
End Function
';;;;;Utilizamos otra función para calcular porque h debe ser integer para buscar las raíces, y en el cálculo de h, h debe ser double!!!!!!!
Public Function FunciónCONTA_TR(d As Double, T As Integer, vano As Double, p As Double, T_límite As Double, bb As Double) As Double
    FunciónCONTA_TR = (T ^ 4) * (48 * 8 * bb) + (T ^ 3) * (4 * 48 * d * p * vano - T_límite * vano * 8 * 48) + (T ^ 2) * ((vano ^ 2) * bb * (p ^ 2) * 48) + ((vano ^ 4) * bb * (p ^ 4))
End Function

```

11.8 APLICACIÓN TENSION MÁXIMA EXTREMOS.XLSM

El archivo Tensión Máxima extremos.xlsm calcula la tensión en los extremos del conductor, en función de la componente horizontal, de cinco formas posibles:

- Fórmulas de la catenaria [3.2.6].
- Fórmulas con el método de Truxa (2) [3.4.3].
- Fórmulas con el método de Truxa (1) [3.4.3].
- Fórmulas de la parábola [3.3.4].

Esta aplicación está desarrollada con Microsoft Excel 2010 en el lenguaje de programación Visual Basic (VBA).

La aplicación tiene la opción de considerar el desplazamiento del conductor debido a la acción del viento.

11.8.1 DATOS NECESARIOS

- Componente horizontal de la tensión en el conductor, T_H [daN].
- d [m], desnivel entre los puntos de amarre.
- Longitud del vano, a [m].
- Peso lineal del conductor (aparente), p [daN/m].
- ¿Desplazamiento del conductor debido a la acción del viento? [SI / NO].
- Sobrecarga de viento (horizontal) [daN/m].

11.8.2 CÓDIGO

```
Public Sub T_EXTREMOS()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES
Dim d As Double
Dim a As Double
Dim p As Double
Dim h As Double
Dim z As Double
Dim Xm As Double
Dim X_extremo As Double
Dim THORIZONTAL As Double
Dim T_extremo_IZQ As Double
Dim T_extremo_DER As Double
Dim b As Double
'Desplazamiento debido al viento
Dim pv As Double
Dim ángulo As Double
Dim Pvertical As Double
Dim a_parábola As Double
Dim viento As String
'-----VARIABLES WORKBOOKS-----
Set li = ThisWorkbook
'-----ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
'CONTROL DE ERRORES
On Error GoTo ErrorCálculo
'TOMA DE DATOS
THORIZONTAL = li.Worksheets("TENSION EN LOS EXTREMOS").Range("B3").Value
d = li.Worksheets("TENSION EN LOS EXTREMOS").Range("B4").Value
a = li.Worksheets("TENSION EN LOS EXTREMOS").Range("B5").Value 'Existe un límite en 1419
m. Debido a límite del cálculo del sinh por parte del excel 2010. Con la calculadora de
windows se puede aumentar los metros
```



```

a_parábola = a
p = li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("B6").Value
'Cálculos previos
b = ((a ^ 2) + (d ^ 2)) ^ (1 / 2)
'Reiniciamos valores de la tabla a cero
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("D3").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("E3").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("F3").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("G3").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("D6").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("E6").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("F6").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("G6").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("D9").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("E9").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("F9").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("G9").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("D12").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("E12").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("F12").Value = 0
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("G12").Value = 0
'¿DESPLAZAMIENTO DE LA CURVA DE EQUILIBRIO DEBIDA A LA ACCIÓN DEL VIENTO?
viento = li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("B8").Value
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av y dv
If viento = "SI" Then
    pv = li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("B12").Value
    Pvertical = ((p ^ 2) - (pv ^ 2)) ^ (1 / 2)
    ángulo = Atn(pv / Pvertical)
    'Calculamos a y d con los valores de av y dv
    d = d * Cos(ángulo)
    a = (b ^ 2 - d ^ 2) ^ (1 / 2)
End If
'CÁLCULO DE LA TENSIÓN EN LOS EXTREMOS
'FÓRMULAS DE LA CATENARIA
h = THORIZONTAL / p
T_extremo_IZQ = p * h * (WorksheetFunction.Cosh((h * WorksheetFunction.Ln((d / (2 * h *
WorksheetFunction.Sinh(a / (2 * h)))) + (((d / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(a / (2 *
h)))) ^ 2) + 1) ^ (1 / 2))) - (a / 2) / h))
T_extremo_DER = p * h * (WorksheetFunction.Cosh((h * WorksheetFunction.Ln((d / (2 * h *
WorksheetFunction.Sinh(a / (2 * h)))) + (((d / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(a / (2 *
h)))) ^ 2) + 1) ^ (1 / 2))) + (a / 2) / h))
'Resultados Catenaria
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("D3").Value = h
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("E3").Value = T_extremo_IZQ
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("F3").Value = THORIZONTAL
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("G3").Value = T_extremo_DER
'FÓRMULAS DE TRUXA. APROXIMACIÓN 2 (Más preciso)
T_extremo_IZQ = THORIZONTAL * (b / a) + p * ((a * b / (8 * h)) * (1 + (a ^ 2 / (48 * h
^ 2))) - d / 2)
T_extremo_DER = THORIZONTAL * (b / a) + p * ((a * b / (8 * h)) * (1 + (a ^ 2 / (48 * h
^ 2))) + d / 2)
'Resultados Truxa 2
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("D6").Value = h
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("E6").Value = T_extremo_IZQ
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("F6").Value = THORIZONTAL
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("G6").Value = T_extremo_DER
'FÓRMULAS DE TRUXA. APROXIMACIÓN 1 (Menos preciso)
T_extremo_IZQ = THORIZONTAL * (b / a) + (a * b * p) / (8 * h) - d * p / 2
T_extremo_DER = THORIZONTAL * (b / a) + (a * b * p) / (8 * h) + d * p / 2
'Resultados Truxa 1
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("D9").Value = h
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("E9").Value = T_extremo_IZQ
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("F9").Value = THORIZONTAL
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("G9").Value = T_extremo_DER
'FÓRMULAS DE LA PARÁBOLA. VANO A NIVEL
T_extremo_IZQ = THORIZONTAL + ((a_parábola ^ 2) * (p ^ 2)) / (8 * THORIZONTAL)
T_extremo_DER = T_extremo_IZQ
'Resultados Parábola
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("D12").Value = h
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("E12").Value = T_extremo_IZQ
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("F12").Value = THORIZONTAL
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("G12").Value = T_extremo_DER
'-----ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
Exit Sub
'CONTROL DE ERRORES

```

```
ErrorCálculo: MsgBox ("ERROR EN EL CÁLCULO DE LA TENSIÓN EN LOS EXTREMOS")
Resume Next
If li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("E3").Value = 0 Or
li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("F3").Value = 0 Then
    li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("D3").Value = "ERROR"
    li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("E3").Value = "ERROR"
    li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("F3").Value = "ERROR"
    li.Worksheets("TENSIÓN EN LOS EXTREMOS").Range("G3").Value = "ERROR"
End If
End Sub
```

11.9 APLICACIÓN FLECHAS.XLSM

La aplicación calcula la flecha de la curva de un vano de cinco formas posibles:

- Fórmulas de la catenaria [3.2.4].
- Aproximación con las fórmulas de la catenaria en un vano a nivel [3.2.4.3].
- Fórmulas con el método de Truxa (2) [3.4.1].
- Fórmulas con el método de Truxa (1) [3.4.1].
- Fórmulas de la parábola [0].

La aplicación tiene la opción de considerar el desplazamiento del conductor debido a la acción del viento.

Esta aplicación está desarrollada con Microsoft Excel 2010 en el lenguaje de programación Visual Basic (VBA).

11.9.1 DATOS NECESARIOS

- Longitud del vano, a [m].
- d [m], desnivel entre los puntos de amarre.
- Componente horizontal de la tensión en el conductor, T_h [daN]
- Peso lineal del conductor (aparente), p [daN/m].
- ¿Desplazamiento del conductor debido a la acción del viento? [SI / NO].
- Sobrecarga de viento (horizontal) [daN/m].

11.9.2 CÓDIGO

```
Public Sub Catenaria_FLECHA()
'Declaración de variables
Dim a As Double
Dim d As Double
Dim Th As Double
Dim p As Double
Dim h As Double
Dim z As Double
Dim Xm As Double
Dim X2 As Double
Dim Y2 As Double
Dim Xf As Double
Dim Yf As Double
Dim FLECHA As Double
Dim FLECHA1 As Double
Dim FLECHA2 As Double
Dim FLECHA3 As Double
Dim FLECHA4 As Double
Dim b As Double
'Desplazamiento debido al viento
Dim pv As Double
Dim ángulo As Double
Dim Pvertical As Double
Dim a_parábola As Double
Dim viento As String
Dim li As ThisWorkbook
'-----VARIABLES WORKBOOK-----
Set li = ThisWorkbook
'-----ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
'CONTROL DE ERRORES
```

```

On Error GoTo ErrorCálculo
'DATOS
a = li.Worksheets("FLECHA").Range("d3").Value
a_parábola = li.Worksheets("FLECHA").Range("d3").Value
d = li.Worksheets("FLECHA").Range("d4").Value
Th = li.Worksheets("FLECHA").Range("d5").Value
p = li.Worksheets("FLECHA").Range("d6").Value
'Calculamos la longitud real del vano
b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
'¿DESPLAZAMIENTO DE LA CURVA DE EQUILIBRIO DEBIDA A LA ACCIÓN DEL VIENTO?
viento = li.Worksheets("FLECHA").Range("D8").Value
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av y dv
If viento = "SI" Then
    pv = li.Worksheets("FLECHA").Range("D11").Value
    Pvertical = ((p ^ 2) - (pv ^ 2)) ^ (1 / 2)
    ángulo = Atn(pv / Pvertical)
    'Calculamos a y d con los valores de av y dv
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    d = d * Cos(ángulo)
    a = (b ^ 2 - d ^ 2) ^ (1 / 2)
End If
'-----CATENARIA-----
' Cálculos prevos
h = Th / p
z = d / (2 * h * (Application.WorksheetFunction.Sinh(a / (2 * h))))
Xm = h * (Log(z + (z ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) 'Respecto los ejes de
la curva
X2 = Xm + a / 2 'Respecto los ejes de
la curva
Y2 = h * (Application.WorksheetFunction.Cosh(X2 / h)) 'Respecto los ejes de
la curva
Xf = h * (Log(d / a + ((d / a) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) 'Respecto los ejes de
la curva
Yf = h * (Application.WorksheetFunction.Cosh(Xf / h)) 'Respecto los ejes de
la curva
'CÁLCULO DE LA FLECHA
FLECHA = Y2 - Yf - (X2 - Xf) * (d / a)
'Escribimos los valores calculados
li.Worksheets("FLECHA").Range("K11") = h
li.Worksheets("FLECHA").Range("L11") = z
li.Worksheets("FLECHA").Range("M11") = Xm
li.Worksheets("FLECHA").Range("N11") = X2
li.Worksheets("FLECHA").Range("O11") = Y2
li.Worksheets("FLECHA").Range("P11") = Xf
li.Worksheets("FLECHA").Range("Q11") = Yf
li.Worksheets("FLECHA").Range("M13") = FLECHA
'-----APROXIMACIONES-----
'APROXIMACIÓN 1. Catenaria a nivel
FLECHA1 = h * ((Application.WorksheetFunction.Cosh(a / (h * 2))) - 1)
'APROXIMACIÓN 2. Truxa 2
FLECHA2 = ((a * p * b) / (8 * Th)) * (1 + ((a ^ 2 * (p ^ 2)) / (48 * (Th ^ 2))))
'APROXIMACIÓN 3. Truxa 3
FLECHA3 = (a * p * b) / (8 * Th)
'APROXIMACIÓN 4. Parábola
FLECHA4 = (a_parábola ^ 2) / (8 * h)
'Escribimos los valores calculados
li.Worksheets("FLECHA").Range("D15") = FLECHA
li.Worksheets("FLECHA").Range("D16") = FLECHA1
li.Worksheets("FLECHA").Range("D17") = FLECHA2
li.Worksheets("FLECHA").Range("D18") = FLECHA3
li.Worksheets("FLECHA").Range("D19") = FLECHA4
'-----ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
Exit Sub
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo: MsgBox ("ERROR EN EL CÁLCULO DE LA FLECHA")
Resume Next
End Sub

```

11.10 APLICACIÓN LONGITUD VANO.XLSM

Esta aplicación calcula la longitud de la curva de un vano de tres formas posibles:

- Fórmulas de la catenaria [3.2.5].
- Fórmulas con el método de Truxa [0].
- Fórmulas de la parábola [3.3.3].

La aplicación tiene la opción de considerar el desplazamiento del conductor debido a la acción del viento.

Esta aplicación está desarrollada con Microsoft Excel 2010 en el lenguaje de programación Visual Basic (VBA).

11.10.1 DATOS NECESARIOS

- a [m], longitud del vano.
- d [m], desnivel entre los puntos de amarre.
- T_h [daN], componente horizontal de la tensión en el conductor.
- p [daN/m], peso lineal del conductor (aparente).
- ¿Desplazamiento del conductor debido a la acción del viento? SI / NO.
- Sobrecarga de viento (horizontal) [daN/m].

11.10.2 CÓDIGO

```
Option Explicit
Public Sub LONGITUD_VANO()
'Declaración de variables
Dim a As Double
Dim d As Double
Dim Th As Double
Dim p As Double
Dim h As Double
Dim z As Double
Dim Xm As Double
Dim Xa As Double
Dim Xb As Double
Dim LV_XaXb As Double
Dim LV_ad As Double
Dim LV_Parab As Double
Dim LV_Truxa As Double
Dim b As Double
'Desplazamiento debido al viento
Dim pv As Double
Dim ángulo As Double
Dim Pvertical As Double
Dim a_parábola As Double
Dim viento As String
Dim li As ThisWorkbook
'-----VARIABLES WORKBOOK-----
Set li = ThisWorkbook
'-----ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
'CONTROL DE ERRORES
On Error GoTo ErrorCálculo
'datos
a = li.Worksheets("LONGITUD DE VANO").Range("d4").Value
a_parábola = a
d = li.Worksheets("LONGITUD DE VANO").Range("d5").Value
Th = li.Worksheets("LONGITUD DE VANO").Range("d6").Value
p = li.Worksheets("LONGITUD DE VANO").Range("d7").Value
'¿DESPLAZAMIENTO DE LA CURVA DE EQUILIBRIO DEBIDA A LA ACCIÓN DEL VIENTO?
```

```

viento = li.Worksheets("LONGITUD DE VANO").Range("D9").Value
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av y dv
b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
If viento = "SI" Then
    pv = li.Worksheets("LONGITUD DE VANO").Range("D12").Value
    Pvertical = ((p ^ 2) - (pv ^ 2)) ^ (1 / 2)
    ángulo = Atn(pv / Pvertical)
    'Calculamos a y d con los valores de av y dv
    d = d * Cos(ángulo)
    a = (b ^ 2 - d ^ 2) ^ (1 / 2)
End If
'Cálculos prevos
h = Th / p
z = d / (2 * h * (Application.WorksheetFunction.Sinh(a / (2 * h))))
Xm = h * (Log(z + (z ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) 'Respecto los ejes de la curva
Xa = Xm - a / 2
Xb = Xm + a / 2
'Cálculos Longitud vano Fórmulas de la catenaria
LV_XaXb = h * (Application.WorksheetFunction.Sinh(Xb / h) - Application.WorksheetFunction.Sinh(Xa / h)) 'f(Xa,Xb)
LV_ad = ((d ^ 2) + 2 * (h ^ 2) * ((Application.WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1)) ^ (1 / 2)) 'f(a,d)
'Cálculos Longitud vano Fórmulas de la parábola
LV_Parab = a_parábola + (a_parábola ^ 3) / (24 * h ^ 2)
LV_Truxa = (b ^ 2 + (a ^ 4) / (12 * h ^ 2)) ^ (1 / 2)
'Escribimos los valores calculados
li.Worksheets("LONGITUD DE VANO").Range("F8") = h
li.Worksheets("LONGITUD DE VANO").Range("G8") = z
li.Worksheets("LONGITUD DE VANO").Range("H8") = Xm
li.Worksheets("LONGITUD DE VANO").Range("I8") = Xa
li.Worksheets("LONGITUD DE VANO").Range("J8") = Xb
li.Worksheets("LONGITUD DE VANO").Range("F10") = LV_XaXb
li.Worksheets("LONGITUD DE VANO").Range("I10") = LV_ad
li.Worksheets("LONGITUD DE VANO").Range("F14") = LV_Parab
li.Worksheets("LONGITUD DE VANO").Range("F18") = LV_Truxa
'-----ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
Exit Sub
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo: MsgBox ("ERROR EN EL CÁLCULO DE LA FLECHA")
Resume Next

End Sub

```

11.11 APLICACIÓN DISTANCIA H CATENARIA VIENTO.XLSM

Esta aplicación calcula la distancia en proyección horizontal de un punto de un conductor desviado por el viento, al plano vertical que contiene la recta de unión de los puntos de sujeción del conductor, a una distancia X_k de uno de los apoyos. A esta distancia se le suma la distancia correspondiente a la desviación de la cadena de suspensión, en el caso de que los apoyos contiguos al punto considerado tuviesen instalado aislamiento suspendido (siendo también de las mismas dimensiones) [**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**]. En el caso de que el punto del conductor estuviese en un vano entre un apoyo con cadenas de amarre y un apoyo con cadenas de suspensión, entonces habría que tener en cuenta el ángulo que forman ambas cadenas en planta, para calcular las coordenadas exactas [**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**].

Esta aplicación está desarrollada con Microsoft Excel 2010 en el lenguaje de programación Visual Basic (VBA).

11.11.1 DATOS NECESARIOS

- a [m], longitud del vano.
- X_r [m], distancia del punto de la catenaria al punto de sujeción.
- d [m], desnivel entre los puntos de amarre.
- p_p [daN/m], peso propio del conductor por metro lineal.
- p_v [daN/m], sobre carga del viento en el conductor por metro lineal (horizontal y perpendicular al conductor).
- T_v [daN], componente horizontal de la tensión en el conductor en la hipótesis de viento.
- L_{CADENA} [daN/m], Longitud de la cadena de aisladores, si el apoyo es de suspensión.
- β [°], ángulo de oscilación de la cadena de aisladores.

11.11.2 CÓDIGO

```
Public Sub Distancia_H_Cate()
'Declaración de variables
Dim a As Double
Dim Xk As Double
Dim d As Double
Dim Pp As Double
Dim Pv As Double
Dim Tv As Double
Dim p As Double
Dim h As Double
Dim ángulo As Double
Dim b As Double
Dim av As Double
Dim dv As Double
Dim z As Double
Dim Xm As Double
Dim Xb As Double
Dim X_k As Double
Dim Bk As Double
Dim Dk As Double
Dim D_prima As Double
Dim K As Double
Dim m As Double
Dim distancia As Double
```

```

Dim Lcadena_H As Double
Dim Lcadena As Double
Dim ang_cadena As Double
Dim pipi As Double
Dim li As ThisWorkbook
'-----VARIABLES WORKBOOK-----
Set li = ThisWorkbook
'-----ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
'datos
a = li.Worksheets("DISTANCIA H CATENARIA").Range("c3").Value
Xk = li.Worksheets("DISTANCIA H CATENARIA").Range("c4").Value
d = li.Worksheets("DISTANCIA H CATENARIA").Range("c5").Value
Pp = li.Worksheets("DISTANCIA H CATENARIA").Range("c6").Value
Pv = li.Worksheets("DISTANCIA H CATENARIA").Range("c7").Value
Tv = li.Worksheets("DISTANCIA H CATENARIA").Range("c8").Value
Lcadena = li.Worksheets("DISTANCIA H CATENARIA").Range("c9").Value
ang_cadena = li.Worksheets("DISTANCIA H CATENARIA").Range("c10").Value
'-----CÁLCULOS DE LA DISTANCIA-----
pipi = (Application.WorksheetFunction.Asin(1)) * 2
ang_cadena = ang_cadena * 2 * pipi / 360
p = (Pp ^ 2 + Pv ^ 2) ^ (1 / 2)
h = Tv / p
ángulo = Atn(Pv / Pp)
b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
dv = d * Cos(ángulo)
av = (b ^ 2 - dv ^ 2) ^ (1 / 2)
z = dv / (2 * h * (Application.WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h))))
Xm = h * (Log(z + (z ^ 2 + 1) ^ (1 / 2)))
Xb = Xm + av / 2
D_prima = (d / a) * Xk
Bk = (D_prima ^ 2 + Xk ^ 2) ^ (1 / 2)
Dk = D_prima * Cos(ángulo)
X_k = (Bk ^ 2 - Dk ^ 2) ^ (1 / 2)
K = h * ((Application.WorksheetFunction.Cosh((Xm + (av / 2)) / h)) -
(Application.WorksheetFunction.Cosh((Xm + (av / 2) - X_k) / h))) - Dk
m = K * Sin(ángulo)
Lcadena_H = Lcadena * Sin(ang_cadena)
distancia = Lcadena_H + m
'Escribimos el valor calculado
li.Worksheets("DISTANCIA H CATENARIA").Range("F13") = m
li.Worksheets("DISTANCIA H CATENARIA").Range("K13") = Lcadena_H
li.Worksheets("DISTANCIA H CATENARIA").Range("F14") = distancia
'-----ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False

End Sub

```


11.12 APLICACIÓN FV.XLSM

La aplicación calcula los esfuerzos verticales que transmiten los conductores o cables aéreos en un apoyo.

El número de vanos diferentes será de seis como máximo. En los vanos que no sean de aplicación para el cálculo, el valor del vano será igual a cero ($a=0$).

La aplicación tiene un botón para obtener los datos del conductor, si es uno de los que se encuentran en la base de datos. Y si no se encuentra, se pueden introducir las características en el conductor "OTRO CONDUCTOR".

Se utilizan tres métodos de cálculo:

- Utilizando las ecuaciones de la catenaria para calcular la longitud del hilo entre el vértice y el punto de sujeción, multiplicando este resultado por el peso aparente por metro lineal del conductor.
- Método aproximado (1) calculando el gravivano con las ecuaciones de la parábola y multiplicándolo por el peso vertical por metro lineal del conductor.
- Método aproximado (2) calculando el gravivano con las ecuaciones de la catenaria y multiplicándolo por el peso vertical por metro lineal del conductor.

Con los tres métodos se calcula los esfuerzos verticales en cuatro hipótesis:

- Hipótesis de viento
- Hipótesis de hielo
- Hipótesis de viento+hielo

Conclusiones:

- En la hipótesis de hielo, el método de las ecuaciones de la catenaria es el más exacto.
- En las hipótesis de viento y viento+hielo los cálculos no son exactos ya que la acción del viento no es estática [**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**]. Cuando el apoyo se encuentra por encima de los apoyos adyacentes, el método de aproximado (1) es el que da valores más elevados, y las ecuaciones de la catenaria son las que dan valores más bajos. Cuando el apoyo se encuentra por debajo de los apoyos adyacentes (en este caso es cuando hay más probabilidad de que el apoyo pueda quedar colgado-ahorcado) el método aproximado (1) es el más exigente en el cálculo del ángulo de oscilación de la cadena de suspensión, al dar valores menores, y las ecuaciones de la catenaria son las que dan valores más elevados.
- En vanos a nivel, el método de las ecuaciones de la catenaria da valores algo más elevados, pero con muy poca diferencia.
- Aplicación:
 - o Cargas verticales en la hipótesis de hielo para el cálculo de apoyos: Se utilizarán las ecuaciones de la catenaria.
 - o Cargas verticales en la hipótesis de viento o viento+hielo para el cálculo de apoyos: El mayor valor de los tres métodos. Los apoyos que queden con tiro ascendente, o sea, un valor negativo de carga vertical, puede interesar utilizar el método aproximado (1).

- Cargas verticales en la hipótesis de viento-mitad para el cálculo del ángulo de desviación de la cadena de suspensión: El menor valor de los tres métodos, y así se aplica el mayor margen de seguridad mayor.

11.12.1 DATOS NECESARIOS

- a [m], longitud del vano.
- d [m], desnivel entre los puntos de sujeción.
- T_V [daN], componente horizontal de la tensión en el conductor en la hipótesis de viento.
- T_H [daN], componente horizontal de la tensión en el conductor en la hipótesis de hielo.
- T_{VH} [daN], componente horizontal de la tensión en el conductor en la hipótesis de viento+hielo.
- p_P [daN/m], peso propio del conductor por metro lineal.
- p_V [daN/m], sobrecarga del viento en el conductor por metro lineal (horizontal y perpendicular al conductor).
- p_{VH} [daN/m], sobrecarga del viento en el conductor por metro lineal, en la hipótesis de viento+hielo (horizontal y perpendicular al conductor) (ya que el diámetro incluye el casquete de hielo).
- p_H [daN/m], sobrecarga de hielo del conductor por metro lineal, que en la aplicación se sumará al peso propio del conductor.
- n , número de conductores por punto de sujeción.
- j , número de puntos de sujeción.
- Ubicación del apoyo respecto al vano [Izquierda/Derecha]. Este último dato es necesario para introducir correctamente el signo del desnivel. Indica si el apoyo se ubica a la izquierda o la derecha del vano que se estudia.
- Tipo de conductor. Para no introducir los valores p_P , p_V , p_{VH} y p_H .
- Conductor.
- Sobrecarga. Según el tipo de sobrecarga, los valores p_V , p_{VH} y p_H serán unos u otros.

11.12.2 CÓDIGO

```
Option Explicit
Public Sub Fv()
'-----DECLARACIÓN DE VARIABLES-----
'DATOS
'Vano 1
Dim a1 As Double
Dim d1 As Double
Dim Tv1 As Double
Dim Th1 As Double
Dim Thv1 As Double
Dim pp1 As Double
Dim pv1 As Double
Dim pvh1 As Double
Dim ph1 As Double
Dim n1 As Integer
Dim j1 As Integer
Dim ubi_1 As String
'Vano 2
Dim a2 As Double
```

```
Dim d2 As Double
Dim Tv2 As Double
Dim Th2 As Double
Dim Thv2 As Double
Dim pp2 As Double
Dim pv2 As Double
Dim pvh2 As Double
Dim ph2 As Double
Dim n2 As Integer
Dim j2 As Integer
Dim ubi_2 As String
'Vano 3
Dim a3 As Double
Dim d3 As Double
Dim Tv3 As Double
Dim Th3 As Double
Dim Thv3 As Double
Dim pp3 As Double
Dim pv3 As Double
Dim pvh3 As Double
Dim ph3 As Double
Dim n3 As Integer
Dim j3 As Integer
Dim ubi_3 As String
'Vano 4
Dim a4 As Double
Dim d4 As Double
Dim Tv4 As Double
Dim Th4 As Double
Dim Thv4 As Double
Dim pp4 As Double
Dim pv4 As Double
Dim pvh4 As Double
Dim ph4 As Double
Dim n4 As Integer
Dim j4 As Integer
Dim ubi_4 As String
'Vano 5
Dim a5 As Double
Dim d5 As Double
Dim Tv5 As Double
Dim Th5 As Double
Dim Thv5 As Double
Dim pp5 As Double
Dim pv5 As Double
Dim pvh5 As Double
Dim ph5 As Double
Dim n5 As Integer
Dim j5 As Integer
Dim ubi_5 As String
'Vano 6
Dim a6 As Double
Dim d6 As Double
Dim Tv6 As Double
Dim Th6 As Double
Dim Thv6 As Double
Dim pp6 As Double
Dim pv6 As Double
Dim pvh6 As Double
Dim ph6 As Double
Dim n6 As Integer
Dim j6 As Integer
Dim ubi_6 As String
'RESULTADOS
'Utilizados para los tres métodos (catenaria, aprox 1 y aprox 2)
Dim V_1 As Double
Dim V_2 As Double
Dim V_3 As Double
Dim V_4 As Double
Dim V_5 As Double
Dim V_6 As Double
Dim V_TOTAL As Double
Dim V_1_fase As Double
Dim V_2_fase As Double
Dim V_3_fase As Double
Dim V_4_fase As Double
Dim V_5_fase As Double
```

```

Dim V_6_fase As Double

Dim H_1 As Double
Dim H_2 As Double
Dim H_3 As Double
Dim H_4 As Double
Dim H_5 As Double
Dim H_6 As Double
Dim H_TOTAL As Double
Dim H_1_fase As Double
Dim H_2_fase As Double
Dim H_3_fase As Double
Dim H_4_fase As Double
Dim H_5_fase As Double
Dim H_6_fase As Double

Dim HV_1 As Double
Dim HV_2 As Double
Dim HV_3 As Double
Dim HV_4 As Double
Dim HV_5 As Double
Dim HV_6 As Double
Dim HV_TOTAL As Double
Dim HV_1_fase As Double
Dim HV_2_fase As Double
Dim HV_3_fase As Double
Dim HV_4_fase As Double
Dim HV_5_fase As Double
Dim HV_6_fase As Double

Dim li As ThisWorkbook

'-----VARIABLES WORKBOOK-----
Set li = ThisWorkbook
'-----ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False

'CONTROL DE ERRORES
    On Error GoTo ErrorCálculo

'ACLARACIÓN:
'j=número de puntos de sujeción
'n=número de conductores por punto de sujeción
'Para los vanos no aplicables el valor de a=0 m

'-----CAPTURE DE DATOS-----
a1 = li.Worksheets("Fv").Range("C5").Value           'VANO 1
d1 = li.Worksheets("Fv").Range("C6").Value
Tv1 = li.Worksheets("Fv").Range("C7").Value
Th1 = li.Worksheets("Fv").Range("C8").Value
Thv1 = li.Worksheets("Fv").Range("C9").Value
pp1 = li.Worksheets("Fv").Range("C10").Value
pv1 = li.Worksheets("Fv").Range("C11").Value
pvh1 = li.Worksheets("Fv").Range("C12").Value
ph1 = li.Worksheets("Fv").Range("C13").Value
n1 = li.Worksheets("Fv").Range("C14").Value
j1 = li.Worksheets("Fv").Range("C15").Value
ubi_1 = li.Worksheets("Fv").Range("C16").Value

a2 = li.Worksheets("Fv").Range("D5").Value           'VANO 2
d2 = li.Worksheets("Fv").Range("D6").Value
Tv2 = li.Worksheets("Fv").Range("D7").Value
Th2 = li.Worksheets("Fv").Range("D8").Value
Thv2 = li.Worksheets("Fv").Range("D9").Value
pp2 = li.Worksheets("Fv").Range("D10").Value
pv2 = li.Worksheets("Fv").Range("D11").Value
pvh2 = li.Worksheets("Fv").Range("D12").Value
ph2 = li.Worksheets("Fv").Range("D13").Value
n2 = li.Worksheets("Fv").Range("D14").Value
j2 = li.Worksheets("Fv").Range("D15").Value
ubi_2 = li.Worksheets("Fv").Range("D16").Value

a3 = li.Worksheets("Fv").Range("E5").Value           'VANO 3
d3 = li.Worksheets("Fv").Range("E6").Value
Tv3 = li.Worksheets("Fv").Range("E7").Value
Th3 = li.Worksheets("Fv").Range("E8").Value

```

```

Thv3 = li.Worksheets("Fv").Range("E9").Value
pp3 = li.Worksheets("Fv").Range("E10").Value
pv3 = li.Worksheets("Fv").Range("E11").Value
pvh3 = li.Worksheets("Fv").Range("E12").Value
ph3 = li.Worksheets("Fv").Range("E13").Value
n3 = li.Worksheets("Fv").Range("E14").Value
j3 = li.Worksheets("Fv").Range("E15").Value
ubi_3 = li.Worksheets("Fv").Range("E16").Value

a4 = li.Worksheets("Fv").Range("F5").Value           'VANO 4
d4 = li.Worksheets("Fv").Range("F6").Value
Tv4 = li.Worksheets("Fv").Range("F7").Value
Th4 = li.Worksheets("Fv").Range("F8").Value
Thv4 = li.Worksheets("Fv").Range("F9").Value
pp4 = li.Worksheets("Fv").Range("F10").Value
pv4 = li.Worksheets("Fv").Range("F11").Value
pvh4 = li.Worksheets("Fv").Range("F12").Value
ph4 = li.Worksheets("Fv").Range("F13").Value
n4 = li.Worksheets("Fv").Range("F14").Value
j4 = li.Worksheets("Fv").Range("F15").Value
ubi_4 = li.Worksheets("Fv").Range("F16").Value

a5 = li.Worksheets("Fv").Range("G5").Value           'VANO 5
d5 = li.Worksheets("Fv").Range("G6").Value
Tv5 = li.Worksheets("Fv").Range("G7").Value
Th5 = li.Worksheets("Fv").Range("G8").Value
Thv5 = li.Worksheets("Fv").Range("G9").Value
pp5 = li.Worksheets("Fv").Range("G10").Value
pv5 = li.Worksheets("Fv").Range("G11").Value
pvh5 = li.Worksheets("Fv").Range("G12").Value
ph5 = li.Worksheets("Fv").Range("G13").Value
n5 = li.Worksheets("Fv").Range("G14").Value
j5 = li.Worksheets("Fv").Range("G15").Value
ubi_5 = li.Worksheets("Fv").Range("G16").Value

a6 = li.Worksheets("Fv").Range("H5").Value           'VANO 6
d6 = li.Worksheets("Fv").Range("H6").Value
Tv6 = li.Worksheets("Fv").Range("H7").Value
Th6 = li.Worksheets("Fv").Range("H8").Value
Thv6 = li.Worksheets("Fv").Range("H9").Value
pp6 = li.Worksheets("Fv").Range("H10").Value
pv6 = li.Worksheets("Fv").Range("H11").Value
pvh6 = li.Worksheets("Fv").Range("H12").Value
ph6 = li.Worksheets("Fv").Range("H13").Value
n6 = li.Worksheets("Fv").Range("H14").Value
j6 = li.Worksheets("Fv").Range("H15").Value
ubi_6 = li.Worksheets("Fv").Range("H16").Value

```

-----CÁLCULOS-RESULTADOS CATENARIA-----

'FV VIENTO___CATENARIA-----

'Totales

```

V_1 = Fv_cate(a1, d1, Tv1, pp1, pv1, n1, j1, ubi_1)
V_2 = Fv_cate(a2, d2, Tv2, pp2, pv2, n2, j2, ubi_2)
V_3 = Fv_cate(a3, d3, Tv3, pp3, pv3, n3, j3, ubi_3)
V_4 = Fv_cate(a4, d4, Tv4, pp4, pv4, n4, j4, ubi_4)
V_5 = Fv_cate(a5, d5, Tv5, pp5, pv5, n5, j5, ubi_5)
V_6 = Fv_cate(a6, d6, Tv6, pp6, pv6, n6, j6, ubi_6)
V_TOTAL = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6

```

'Por fase

```

V_1_fase = Fv_cate_fase(a1, d1, Tv1, pp1, pv1, n1, ubi_1)
V_2_fase = Fv_cate_fase(a2, d2, Tv2, pp2, pv2, n2, ubi_2)
V_3_fase = Fv_cate_fase(a3, d3, Tv3, pp3, pv3, n3, ubi_3)
V_4_fase = Fv_cate_fase(a4, d4, Tv4, pp4, pv4, n4, ubi_4)
V_5_fase = Fv_cate_fase(a5, d5, Tv5, pp5, pv5, n5, ubi_5)
V_6_fase = Fv_cate_fase(a6, d6, Tv6, pp6, pv6, n6, ubi_6)

```

'FV HIELO___CATENARIA-----

'Totales

```

H_1 = Fv_cate(a1, d1, Th1, (pp1 + ph1), 0, n1, j1, ubi_1)
H_2 = Fv_cate(a2, d2, Th2, (pp2 + ph2), 0, n2, j2, ubi_2)
H_3 = Fv_cate(a3, d3, Th3, (pp3 + ph3), 0, n3, j3, ubi_3)
H_4 = Fv_cate(a4, d4, Th4, (pp4 + ph4), 0, n4, j4, ubi_4)
H_5 = Fv_cate(a5, d5, Th5, (pp5 + ph5), 0, n5, j5, ubi_5)
H_6 = Fv_cate(a6, d6, Th6, (pp6 + ph6), 0, n6, j6, ubi_6)
H_TOTAL = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6

```

'Por fase

```

H_1_fase = Fv_cate_fase(a1, d1, Th1, (pp1 + ph1), 0, n1, ubi_1)
H_2_fase = Fv_cate_fase(a2, d2, Th2, (pp2 + ph2), 0, n2, ubi_2)
H_3_fase = Fv_cate_fase(a3, d3, Th3, (pp3 + ph3), 0, n3, ubi_3)
H_4_fase = Fv_cate_fase(a4, d4, Th4, (pp4 + ph4), 0, n4, ubi_4)
H_5_fase = Fv_cate_fase(a5, d5, Th5, (pp5 + ph5), 0, n5, ubi_5)
H_6_fase = Fv_cate_fase(a6, d6, Th6, (pp6 + ph6), 0, n6, ubi_6)

'FV VIENTO+HIELO_____CATENARIA-----
'Totales
HV_1 = Fv_cate(a1, d1, Thv1, (pp1 + ph1), pvh1, n1, j1, ubi_1)
HV_2 = Fv_cate(a2, d2, Thv2, (pp2 + ph2), pvh2, n2, j2, ubi_2)
HV_3 = Fv_cate(a3, d3, Thv3, (pp3 + ph3), pvh3, n3, j3, ubi_3)
HV_4 = Fv_cate(a4, d4, Thv4, (pp4 + ph4), pvh4, n4, j4, ubi_4)
HV_5 = Fv_cate(a5, d5, Thv5, (pp5 + ph5), pvh5, n5, j5, ubi_5)
HV_6 = Fv_cate(a6, d6, Thv6, (pp6 + ph6), pvh6, n6, j6, ubi_6)
HV_TOTAL = HV_1 + HV_2 + HV_3 + HV_4 + HV_5 + HV_6
'Por fase
HV_1_fase = Fv_cate_fase(a1, d1, Thv1, (pp1 + ph1), pvh1, n1, ubi_1)
HV_2_fase = Fv_cate_fase(a2, d2, Thv2, (pp2 + ph2), pvh2, n2, ubi_2)
HV_3_fase = Fv_cate_fase(a3, d3, Thv3, (pp3 + ph3), pvh3, n3, ubi_3)
HV_4_fase = Fv_cate_fase(a4, d4, Thv4, (pp4 + ph4), pvh4, n4, ubi_4)
HV_5_fase = Fv_cate_fase(a5, d5, Thv5, (pp5 + ph5), pvh5, n5, ubi_5)
HV_6_fase = Fv_cate_fase(a6, d6, Thv6, (pp6 + ph6), pvh6, n6, ubi_6)

'RESULTADOS CATENARIA - VIENTO
li.Worksheets("Fv").Range("K6") = V_1
li.Worksheets("Fv").Range("K7") = V_2
li.Worksheets("Fv").Range("K8") = V_3
li.Worksheets("Fv").Range("K9") = V_4
li.Worksheets("Fv").Range("K10") = V_5
li.Worksheets("Fv").Range("K11") = V_6
li.Worksheets("Fv").Range("K12") = V_TOTAL
li.Worksheets("Fv").Range("L6") = V_1_fase
li.Worksheets("Fv").Range("L7") = V_2_fase
li.Worksheets("Fv").Range("L8") = V_3_fase
li.Worksheets("Fv").Range("L9") = V_4_fase
li.Worksheets("Fv").Range("L10") = V_5_fase
li.Worksheets("Fv").Range("L11") = V_6_fase

'RESULTADOS CATENARIA - HIELO
li.Worksheets("Fv").Range("M6") = H_1
li.Worksheets("Fv").Range("M7") = H_2
li.Worksheets("Fv").Range("M8") = H_3
li.Worksheets("Fv").Range("M9") = H_4
li.Worksheets("Fv").Range("M10") = H_5
li.Worksheets("Fv").Range("M11") = H_6
li.Worksheets("Fv").Range("M12") = H_TOTAL
li.Worksheets("Fv").Range("N6") = H_1_fase
li.Worksheets("Fv").Range("N7") = H_2_fase
li.Worksheets("Fv").Range("N8") = H_3_fase
li.Worksheets("Fv").Range("N9") = H_4_fase
li.Worksheets("Fv").Range("N10") = H_5_fase
li.Worksheets("Fv").Range("N11") = H_6_fase

'RESULTADOS CATENARIA - VIENTO+HIELO
li.Worksheets("Fv").Range("O6") = HV_1
li.Worksheets("Fv").Range("O7") = HV_2
li.Worksheets("Fv").Range("O8") = HV_3
li.Worksheets("Fv").Range("O9") = HV_4
li.Worksheets("Fv").Range("O10") = HV_5
li.Worksheets("Fv").Range("O11") = HV_6
li.Worksheets("Fv").Range("O12") = HV_TOTAL
li.Worksheets("Fv").Range("P6") = HV_1_fase
li.Worksheets("Fv").Range("P7") = HV_2_fase
li.Worksheets("Fv").Range("P8") = HV_3_fase
li.Worksheets("Fv").Range("P9") = HV_4_fase
li.Worksheets("Fv").Range("P10") = HV_5_fase
li.Worksheets("Fv").Range("P11") = HV_6_fase

'-----CÁLCULOS-RESULTADOS APROX1-----

'FV VIENTO_____APROXIMACIÓN 1-----
'Totales
V_1 = Fv_aprox1(a1, d1, Tv1, pp1, pv1, n1, j1, ubi_1)
V_2 = Fv_aprox1(a2, d2, Tv2, pp2, pv2, n2, j2, ubi_2)
V_3 = Fv_aprox1(a3, d3, Tv3, pp3, pv3, n3, j3, ubi_3)
V_4 = Fv_aprox1(a4, d4, Tv4, pp4, pv4, n4, j4, ubi_4)

```

```

V_5 = Fv_aprox1(a5, d5, Tv5, pp5, pv5, n5, j5, ubi_5)
V_6 = Fv_aprox1(a6, d6, Tv6, pp6, pv6, n6, j6, ubi_6)
V_TOTAL = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6
'Por fase
V_1_fase = Fv_aprox1_fase(a1, d1, Tv1, pp1, pv1, n1, ubi_1)
V_2_fase = Fv_aprox1_fase(a2, d2, Tv2, pp2, pv2, n2, ubi_2)
V_3_fase = Fv_aprox1_fase(a3, d3, Tv3, pp3, pv3, n3, ubi_3)
V_4_fase = Fv_aprox1_fase(a4, d4, Tv4, pp4, pv4, n4, ubi_4)
V_5_fase = Fv_aprox1_fase(a5, d5, Tv5, pp5, pv5, n5, ubi_5)
V_6_fase = Fv_aprox1_fase(a6, d6, Tv6, pp6, pv6, n6, ubi_6)

'RESULTADOS APROX1 - VIENTO
li.Worksheets("Fv").Range("K13") = V_1
li.Worksheets("Fv").Range("K14") = V_2
li.Worksheets("Fv").Range("K15") = V_3
li.Worksheets("Fv").Range("K16") = V_4
li.Worksheets("Fv").Range("K17") = V_5
li.Worksheets("Fv").Range("K18") = V_6
li.Worksheets("Fv").Range("K19") = V_TOTAL
li.Worksheets("Fv").Range("L13") = V_1_fase
li.Worksheets("Fv").Range("L14") = V_2_fase
li.Worksheets("Fv").Range("L15") = V_3_fase
li.Worksheets("Fv").Range("L16") = V_4_fase
li.Worksheets("Fv").Range("L17") = V_5_fase
li.Worksheets("Fv").Range("L18") = V_6_fase

'FV HIELO____APROX1 - HIELO-----
'Totales
H_1 = Fv_aprox1(a1, d1, Th1, (pp1 + ph1), 0, n1, j1, ubi_1)
H_2 = Fv_aprox1(a2, d2, Th2, (pp2 + ph2), 0, n2, j2, ubi_2)
H_3 = Fv_aprox1(a3, d3, Th3, (pp3 + ph3), 0, n3, j3, ubi_3)
H_4 = Fv_aprox1(a4, d4, Th4, (pp4 + ph4), 0, n4, j4, ubi_4)
H_5 = Fv_aprox1(a5, d5, Th5, (pp5 + ph5), 0, n5, j5, ubi_5)
H_6 = Fv_aprox1(a6, d6, Th6, (pp6 + ph6), 0, n6, j6, ubi_6)
H_TOTAL = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6
'Por fase
H_1_fase = Fv_aprox1_fase(a1, d1, Th1, (pp1 + ph1), 0, n1, ubi_1)
H_2_fase = Fv_aprox1_fase(a2, d2, Th2, (pp2 + ph2), 0, n2, ubi_2)
H_3_fase = Fv_aprox1_fase(a3, d3, Th3, (pp3 + ph3), 0, n3, ubi_3)
H_4_fase = Fv_aprox1_fase(a4, d4, Th4, (pp4 + ph4), 0, n4, ubi_4)
H_5_fase = Fv_aprox1_fase(a5, d5, Th5, (pp5 + ph5), 0, n5, ubi_5)
H_6_fase = Fv_aprox1_fase(a6, d6, Th6, (pp6 + ph6), 0, n6, ubi_6)

'RESULTADOS APROX1 - HIELO
li.Worksheets("Fv").Range("M13") = H_1
li.Worksheets("Fv").Range("M14") = H_2
li.Worksheets("Fv").Range("M15") = H_3
li.Worksheets("Fv").Range("M16") = H_4
li.Worksheets("Fv").Range("M17") = H_5
li.Worksheets("Fv").Range("M18") = H_6
li.Worksheets("Fv").Range("M19") = H_TOTAL
li.Worksheets("Fv").Range("N13") = H_1_fase
li.Worksheets("Fv").Range("N14") = H_2_fase
li.Worksheets("Fv").Range("N15") = H_3_fase
li.Worksheets("Fv").Range("N16") = H_4_fase
li.Worksheets("Fv").Range("N17") = H_5_fase
li.Worksheets("Fv").Range("N18") = H_6_fase

'FV VIENTO+HIELO____APROX1-----
'Totales
HV_1 = Fv_aprox1(a1, d1, Thv1, (pp1 + ph1), pvh1, n1, j1, ubi_1)
HV_2 = Fv_aprox1(a2, d2, Thv2, (pp2 + ph2), pvh2, n2, j2, ubi_2)
HV_3 = Fv_aprox1(a3, d3, Thv3, (pp3 + ph3), pvh3, n3, j3, ubi_3)
HV_4 = Fv_aprox1(a4, d4, Thv4, (pp4 + ph4), pvh4, n4, j4, ubi_4)
HV_5 = Fv_aprox1(a5, d5, Thv5, (pp5 + ph5), pvh5, n5, j5, ubi_5)
HV_6 = Fv_aprox1(a6, d6, Thv6, (pp6 + ph6), pvh6, n6, j6, ubi_6)
HV_TOTAL = HV_1 + HV_2 + HV_3 + HV_4 + HV_5 + HV_6
'Por fase
HV_1_fase = Fv_aprox1_fase(a1, d1, Thv1, (pp1 + ph1), pvh1, n1, ubi_1)
HV_2_fase = Fv_aprox1_fase(a2, d2, Thv2, (pp2 + ph2), pvh2, n2, ubi_2)
HV_3_fase = Fv_aprox1_fase(a3, d3, Thv3, (pp3 + ph3), pvh3, n3, ubi_3)
HV_4_fase = Fv_aprox1_fase(a4, d4, Thv4, (pp4 + ph4), pvh4, n4, ubi_4)
HV_5_fase = Fv_aprox1_fase(a5, d5, Thv5, (pp5 + ph5), pvh5, n5, ubi_5)
HV_6_fase = Fv_aprox1_fase(a6, d6, Thv6, (pp6 + ph6), pvh6, n6, ubi_6)

'RESULTADOS APROX1 - VIENTO+HIELO
li.Worksheets("Fv").Range("O13") = HV_1

```

```

li.Worksheets("Fv").Range("O14") = HV_2
li.Worksheets("Fv").Range("O15") = HV_3
li.Worksheets("Fv").Range("O16") = HV_4
li.Worksheets("Fv").Range("O17") = HV_5
li.Worksheets("Fv").Range("O18") = HV_6
li.Worksheets("Fv").Range("O19") = HV_TOTAL
li.Worksheets("Fv").Range("P13") = HV_1_fase
li.Worksheets("Fv").Range("P14") = HV_2_fase
li.Worksheets("Fv").Range("P15") = HV_3_fase
li.Worksheets("Fv").Range("P16") = HV_4_fase
li.Worksheets("Fv").Range("P17") = HV_5_fase
li.Worksheets("Fv").Range("P18") = HV_6_fase

```

'-----CÁLCULOS-RESULTADOS APROX2-----'

'FV VIENTO_____APROXIMACIÓN 2-----'

```

'Totales
V_1 = Fv_aprox2(a1, d1, Tv1, pp1, pv1, n1, j1, ubi_1)
V_2 = Fv_aprox2(a2, d2, Tv2, pp2, pv2, n2, j2, ubi_2)
V_3 = Fv_aprox2(a3, d3, Tv3, pp3, pv3, n3, j3, ubi_3)
V_4 = Fv_aprox2(a4, d4, Tv4, pp4, pv4, n4, j4, ubi_4)
V_5 = Fv_aprox2(a5, d5, Tv5, pp5, pv5, n5, j5, ubi_5)
V_6 = Fv_aprox2(a6, d6, Tv6, pp6, pv6, n6, j6, ubi_6)
V_TOTAL = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6
'Por fase
V_1_fase = Fv_aprox2_fase(a1, d1, Tv1, pp1, pv1, n1, ubi_1)
V_2_fase = Fv_aprox2_fase(a2, d2, Tv2, pp2, pv2, n2, ubi_2)
V_3_fase = Fv_aprox2_fase(a3, d3, Tv3, pp3, pv3, n3, ubi_3)
V_4_fase = Fv_aprox2_fase(a4, d4, Tv4, pp4, pv4, n4, ubi_4)
V_5_fase = Fv_aprox2_fase(a5, d5, Tv5, pp5, pv5, n5, ubi_5)
V_6_fase = Fv_aprox2_fase(a6, d6, Tv6, pp6, pv6, n6, ubi_6)

```

```

'RESULTADOS APROX2 - VIENTO
li.Worksheets("Fv").Range("K20") = V_1
li.Worksheets("Fv").Range("K21") = V_2
li.Worksheets("Fv").Range("K22") = V_3
li.Worksheets("Fv").Range("K23") = V_4
li.Worksheets("Fv").Range("K24") = V_5
li.Worksheets("Fv").Range("K25") = V_6
li.Worksheets("Fv").Range("K26") = V_TOTAL
li.Worksheets("Fv").Range("L20") = V_1_fase
li.Worksheets("Fv").Range("L21") = V_2_fase
li.Worksheets("Fv").Range("L22") = V_3_fase
li.Worksheets("Fv").Range("L23") = V_4_fase
li.Worksheets("Fv").Range("L24") = V_5_fase
li.Worksheets("Fv").Range("L25") = V_6_fase

```

'FV HIELO_____APROX2 - HIELO-----'

```

'Totales
H_1 = Fv_aprox2(a1, d1, Th1, (pp1 + ph1), 0, n1, j1, ubi_1)
H_2 = Fv_aprox2(a2, d2, Th2, (pp2 + ph2), 0, n2, j2, ubi_2)
H_3 = Fv_aprox2(a3, d3, Th3, (pp3 + ph3), 0, n3, j3, ubi_3)
H_4 = Fv_aprox2(a4, d4, Th4, (pp4 + ph4), 0, n4, j4, ubi_4)
H_5 = Fv_aprox2(a5, d5, Th5, (pp5 + ph5), 0, n5, j5, ubi_5)
H_6 = Fv_aprox2(a6, d6, Th6, (pp6 + ph6), 0, n6, j6, ubi_6)
H_TOTAL = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6
'Por fase
H_1_fase = Fv_aprox2_fase(a1, d1, Th1, (pp1 + ph1), 0, n1, ubi_1)
H_2_fase = Fv_aprox2_fase(a2, d2, Th2, (pp2 + ph2), 0, n2, ubi_2)
H_3_fase = Fv_aprox2_fase(a3, d3, Th3, (pp3 + ph3), 0, n3, ubi_3)
H_4_fase = Fv_aprox2_fase(a4, d4, Th4, (pp4 + ph4), 0, n4, ubi_4)
H_5_fase = Fv_aprox2_fase(a5, d5, Th5, (pp5 + ph5), 0, n5, ubi_5)
H_6_fase = Fv_aprox2_fase(a6, d6, Th6, (pp6 + ph6), 0, n6, ubi_6)

```

```

'RESULTADOS APROX2 - HIELO
li.Worksheets("Fv").Range("M20") = H_1
li.Worksheets("Fv").Range("M21") = H_2
li.Worksheets("Fv").Range("M22") = H_3
li.Worksheets("Fv").Range("M23") = H_4
li.Worksheets("Fv").Range("M24") = H_5
li.Worksheets("Fv").Range("M25") = H_6
li.Worksheets("Fv").Range("M26") = H_TOTAL
li.Worksheets("Fv").Range("N20") = H_1_fase
li.Worksheets("Fv").Range("N21") = H_2_fase
li.Worksheets("Fv").Range("N22") = H_3_fase
li.Worksheets("Fv").Range("N23") = H_4_fase
li.Worksheets("Fv").Range("N24") = H_5_fase

```



```

li.Worksheets("Fv").Range("N25") = H_6_fase

'FV VIENTO+HIELO_____APROX2-----
'Totales
HV_1 = Fv_aprox2(a1, d1, Thv1, (pp1 + ph1), pvh1, n1, j1, ubi_1)
HV_2 = Fv_aprox2(a2, d2, Thv2, (pp2 + ph2), pvh2, n2, j2, ubi_2)
HV_3 = Fv_aprox2(a3, d3, Thv3, (pp3 + ph3), pvh3, n3, j3, ubi_3)
HV_4 = Fv_aprox2(a4, d4, Thv4, (pp4 + ph4), pvh4, n4, j4, ubi_4)
HV_5 = Fv_aprox2(a5, d5, Thv5, (pp5 + ph5), pvh5, n5, j5, ubi_5)
HV_6 = Fv_aprox2(a6, d6, Thv6, (pp6 + ph6), pvh6, n6, j6, ubi_6)
HV_TOTAL = HV_1 + HV_2 + HV_3 + HV_4 + HV_5 + HV_6
'Por fase
HV_1_fase = Fv_aprox2_fase(a1, d1, Thv1, (pp1 + ph1), pvh1, n1, ubi_1)
HV_2_fase = Fv_aprox2_fase(a2, d2, Thv2, (pp2 + ph2), pvh2, n2, ubi_2)
HV_3_fase = Fv_aprox2_fase(a3, d3, Thv3, (pp3 + ph3), pvh3, n3, ubi_3)
HV_4_fase = Fv_aprox2_fase(a4, d4, Thv4, (pp4 + ph4), pvh4, n4, ubi_4)
HV_5_fase = Fv_aprox2_fase(a5, d5, Thv5, (pp5 + ph5), pvh5, n5, ubi_5)
HV_6_fase = Fv_aprox2_fase(a6, d6, Thv6, (pp6 + ph6), pvh6, n6, ubi_6)

'RESULTADOS APROX1 - VIENTO+HIELO
li.Worksheets("Fv").Range("O20") = HV_1
li.Worksheets("Fv").Range("O21") = HV_2
li.Worksheets("Fv").Range("O22") = HV_3
li.Worksheets("Fv").Range("O23") = HV_4
li.Worksheets("Fv").Range("O24") = HV_5
li.Worksheets("Fv").Range("O25") = HV_6
li.Worksheets("Fv").Range("O26") = HV_TOTAL
li.Worksheets("Fv").Range("P20") = HV_1_fase
li.Worksheets("Fv").Range("P21") = HV_2_fase
li.Worksheets("Fv").Range("P22") = HV_3_fase
li.Worksheets("Fv").Range("P23") = HV_4_fase
li.Worksheets("Fv").Range("P24") = HV_5_fase
li.Worksheets("Fv").Range("P25") = HV_6_fase

'-----ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False

Exit Sub
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo: MsgBox ("ERROR EN EL CÁLCULO DE FV")
Resume Next

End Sub
'FUNCIONES CATENARIA-----
Public Function Fv_cate(a As Double, d As Double, Th As Double, pp As Double, pv As Double,
n As Integer, j As Integer, ubi As String)
If a = 0 Or Th = 0 Then 'Este if es para descartar los vanos no aplicables
Fv_cate = 0
Else
Dim p As Double
Dim h As Double
Dim ángulo As Double
Dim av As Double
Dim dv As Double
Dim b As Double
Dim FFvv As Double
'para comprobación
Dim z As Double
Dim Xm As Double
Dim X As Double
Dim L As Double
Dim Fv_compro As Double

p = (pp ^ 2 + pv ^ 2) ^ (1 / 2)
h = Th / p
ángulo = Atn(pv / pp)
b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
dv = d * Cos(ángulo)
av = (b ^ 2 - dv ^ 2) ^ (1 / 2)

'para comprobación-----
z = dv / (2 * h * (WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h))))
Xm = h * Log(z + ((z ^ 2) + 1) ^ (1 / 2))
If ubi = "Izquierda" Then
X = Xm - av / 2
Else

```

```

        X = Xm + av / 2
    End If
    L = h * WorksheetFunction.Sinh(X / h)
    If ubi = "Izquierda" Then
        Fv_compro = L * (-1) * n * j * p * Cos(ángulo)
    Else
        Fv_compro = L * n * j * p * Cos(ángulo)
    End If
    'para comprobación-----

    If ubi = "Izquierda" Then
        FFvv = p * h * (-1) * n * j * Cos(ángulo) * WorksheetFunction.Sinh((h * Log((dv /
(2 * h * WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) + ((dv / (2 * h *
WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) - av / 2) / h)
    Else
        FFvv = p * h * n * j * Cos(ángulo) * WorksheetFunction.Sinh((h * Log((dv / (2 * h *
WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) + ((dv / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(av / (2 *
h)))) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) + av / 2) / h)
    End If
    Fv_cate = FFvv
End If
End Function
Public Function Fv_cate_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, pp As Double, pv As
Double, n As Integer, ubi As String)
If a = 0 Or Th = 0 Then
    'Este if es para descartar los vanos no aplicables
    Fv_cate_fase = 0
Else
    Dim p As Double
    Dim h As Double
    Dim ángulo As Double
    Dim av As Double
    Dim dv As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    p = (pp ^ 2 + pv ^ 2) ^ (1 / 2)
    h = Th / p
    ángulo = Atn(pv / pp)
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    dv = d * Cos(ángulo)
    av = (b ^ 2 - dv ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then
        FFvv = p * h * (-1) * n * Cos(ángulo) * WorksheetFunction.Sinh((h * Log((dv / (2 *
h * WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) + ((dv / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(av /
(2 * h)))) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) - av / 2) / h)
    Else
        FFvv = p * h * n * Cos(ángulo) * WorksheetFunction.Sinh((h * Log((dv / (2 * h *
WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) + ((dv / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(av / (2 *
h)))) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) + av / 2) / h)
    End If

    Fv_cate_fase = FFvv

End If
End Function
'FUNCIONES APROXIMACIÓN 1-----
Public Function Fv_aprox1(a As Double, d As Double, Th As Double, pp As Double, pv As
Double, n As Integer, j As Integer, ubi As String)
If a = 0 Or Th = 0 Then
    'Este if es para descartar los vanos no aplicables
    Fv_aprox1 = 0
Else
    Dim p As Double
    Dim h As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    p = (pp ^ 2 + pv ^ 2) ^ (1 / 2)
    h = Th / p
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then
        FFvv = n * j * (pp * a / 2 - pp * (Th / p) * (d / a))
    Else
        FFvv = n * j * (pp * a / 2 + pp * (Th / p) * (d / a))
    End If
    Fv_aprox1 = FFvv
End If
End Function
Public Function Fv_aprox1_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, pp As Double, pv As
Double, n As Integer, ubi As String)

```

```

If a = 0 Or Th = 0 Then          'Este if es para descartar los vanos no aplicables
    Fv_aprox1_fase = 0
Else
    Dim p As Double
    Dim h As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    p = (pp ^ 2 + pv ^ 2) ^ (1 / 2)
    h = Th / p
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then
        FFvv = n * (pp * a / 2 - pp * (Th / p) * (d / a))
    Else
        FFvv = n * (pp * a / 2 + pp * (Th / p) * (d / a))
    End If
    Fv_aprox1_fase = FFvv
End If
End Function
'FUNCIONES APROXIMACIÓN 2-----
Public Function Fv_aprox2(a As Double, d As Double, Th As Double, pp As Double, pv As
Double, n As Integer, j As Integer, ubi As String)
If a = 0 Or Th = 0 Then          'Este if es para descartar los vanos no aplicables
    Fv_aprox2 = 0
Else
    Dim p As Double
    Dim h As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    Dim ag1 As Double
    Dim ag2 As Double
    Dim cociente1_1 As Double
    Dim cociente2_1 As Double
    Dim cociente1_2 As Double
    Dim cociente2_2 As Double
    p = (pp ^ 2 + pv ^ 2) ^ (1 / 2)
    h = Th / p
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then
        cociente1_2 = (WorksheetFunction.Atanh((WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) /
(WorksheetFunction.Sinh(a / h))))
        cociente2_2 = (WorksheetFunction.Asinh((d / h) / (((WorksheetFunction.Sinh(a / h))
^ 2 - (WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) ^ (2)) ^ (1 / 2))))
        ag2 = h * (cociente1_2 - cociente2_2)
        FFvv = n * j * pp * ag2
    Else
        cociente1_1 = (WorksheetFunction.Atanh((WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) /
(WorksheetFunction.Sinh(a / h))))
        cociente2_1 = (WorksheetFunction.Asinh((d / h) / (((WorksheetFunction.Sinh(a / h))
^ 2 - (WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) ^ (2)) ^ (1 / 2))))
        ag1 = a - h * (cociente1_1 - cociente2_1)
        FFvv = n * j * pp * ag1
    End If
    Fv_aprox2 = FFvv
End If
End Function
Public Function Fv_aprox2_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, pp As Double, pv As
Double, n As Integer, ubi As String)
If a = 0 Or Th = 0 Then          'Este if es para descartar los vanos no aplicables
    Fv_aprox2_fase = 0
Else
    Dim p As Double
    Dim h As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    Dim ag1 As Double
    Dim ag2 As Double
    p = (pp ^ 2 + pv ^ 2) ^ (1 / 2)
    h = Th / p
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then
        ag2 = h * ((WorksheetFunction.Atanh((WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) /
(WorksheetFunction.Sinh(a / h)))) - (WorksheetFunction.Asinh((d / h) /
(((WorksheetFunction.Sinh(a / h)) ^ 2 - (WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) ^ (2)) ^ (1 /
2))))))
        FFvv = n * pp * ag2
    Else

```

```

        ag1 = a - h * ((WorksheetFunction.Atanh((WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) /
(WorksheetFunction.Sinh(a / h)))) - (WorksheetFunction.Asinh((d / h) /
((WorksheetFunction.Sinh(a / h)) ^ 2 - (WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) ^ (2)) ^ (1 /
2))))))
        FFv = n * pp * ag1
    End If

    Fv_aprox2_fase = FFv
End If
End Function
'APLICACIÓN PARA CAPTURAR LOS DATOS NECESARIOS DE LOS CONDUCTORES
Option Base 1
Option Explicit
'DECLARACIÓN DE VARIABLES GLOBALES
Public Datos_Conductor() As String 'Matriz
Public Valores_Conductor() As Double 'Matriz
Dim Archivo_Conductor As Workbook
Dim Archivo_ruta As String
Public Sub Datos_Conductores_Cables()
'VARIABLES NIVEL LOCAL=PRIVADA
Dim li As ThisWorkbook
Dim X As Integer
Dim Y As Integer
Dim Pp As Double
Dim Pv As Double
Dim Pvh As Double
Dim Ph As Double
'-----ACTIVACIÓN VARIABLES WORKBOOKS-----
Set li = ThisWorkbook
'-----GUARDAMOS EL DIRECTORIO-----
Archivo_ruta = Application.ActiveWorkbook.Path
'-----ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
'Dimensionamos las matrices
ReDim Datos_Conductor(1, 3) As String
ReDim Valores_Conductor(1, 35) As Double
'Capturamos la sobrecarga
Datos_Conductor(1, 3) = li.Worksheets("Fv").Cells(21, 7)
'BUCLE DE CÁLCULO PARA PARA LOS 6 VANOS
Y = 3
X = 5
For Y = 3 To 9
    If Not IsEmpty(li.Worksheets("Fv").Cells(X + 12, Y)) Then
        'CAPTURA DE DATOS DE LA PANTALLA
        Datos_Conductor(1, 1) = li.Worksheets("Fv").Cells(X + 12, Y) 'Tipo de conductor
        Datos_Conductor(1, 2) = li.Worksheets("Fv").Cells(X + 14, Y) 'Conductor
        'BUSCAR VALORES DEL CONDUCTOR-CABLE
        If Datos_Conductor(1, 1) = "AL1_ST1A" Then
            Call Función_Conductor_AL1ST1A
        ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "LARL" Then Call Función_Conductor_LARL
        ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_1" Then Call Función_Conductor_AL_1
        ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_3" Then Call Función_Conductor_AL_3
        ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL3_ST1A" Then Call Función_Conductor_AL3_ST1A
        ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "ACERO" Then Call Función_Conductor_ACERO
        ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "COBRE" Then Call Función_Conductor_COBRE
        ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AISLADOS_HAZ" Then Call Función_Conductor_HAZ
        ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then Call
Función_Conductor_RECUBIERTOS
        ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "FIBRA_ÓPTICA" Then Call Función_Conductor_FIBRA
    End If
    'CÁLCULO DE VALORES DE PV1 Y PV2
    'PESO PROPIO
    Pp = Valores_Conductor(1, 4)
    'PV - PVH - PH
    If Datos_Conductor(1, 3) = "VIENTO 120 km/h" Then
        Pv = (((Valores_Conductor(1, 9) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 4)) ^ 2)) ^ (1 /
2))
        Pvh = 0
        Ph = 0
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "VIENTO MITAD 120 km/h" Then
        Pv = (((Valores_Conductor(1, 10) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 4)) ^ 2)) ^ (1 /
2))
        Pvh = 0
        Ph = 0
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "VIENTO EXCEPCIONAL" Then

```

```

2))
    Pv = (((Valores_Conductor(1, 11) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 4)) ^ 2)) ^ (1 /
2))
    Pvh = 0
    Ph = 0
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO ZONA B" Then
    Pv = 0
    Pvh = 0
    Ph = Valores_Conductor(1, 12) - Valores_Conductor(1, 4)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO ZONA C" Then
    Pv = 0
    Pvh = 0
    Ph = Valores_Conductor(1, 13) - Valores_Conductor(1, 4)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO ZONA C h>1500m" Then
    Pv = 0
    Pvh = 0
    Ph = Valores_Conductor(1, 14) - Valores_Conductor(1, 4)
    ElseIf ((Datos_Conductor(1, 3) = "VIENTO 140 km/h") And (Datos_Conductor(1, 1) <>
" AISLADOS_HAZ" And Datos_Conductor(1, 1) <> "RECUBIERTOS")) Then
    Pv = (((Valores_Conductor(1, 15) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 4)) ^ 2)) ^ (1 /
2))
    Pvh = 0
    Ph = 0
    ElseIf (Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO B + VIENTO 60km/h" And Datos_Conductor(1, 1)
<> " AISLADOS_HAZ" And Datos_Conductor(1, 1) <> "RECUBIERTOS") Then
    Pv = 0
    Pvh = (((Valores_Conductor(1, 16) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 12)) ^ 2)) ^ (1
/ 2))
    Ph = Valores_Conductor(1, 12) - Valores_Conductor(1, 4)
    ElseIf (Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO C + VIENTO 60km/h" And Datos_Conductor(1, 1)
<> " AISLADOS_HAZ" And Datos_Conductor(1, 1) <> "RECUBIERTOS") Then
    Pv = 0
    Pvh = (((Valores_Conductor(1, 18) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 13)) ^ 2)) ^ (1
/ 2))
    Ph = Valores_Conductor(1, 13) - Valores_Conductor(1, 4)
    ElseIf (Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO C h>1500m + VIENTO 60km/h" And
(Datos_Conductor(1, 1) <> " AISLADOS_HAZ" And Datos_Conductor(1, 1) <> "RECUBIERTOS")) Then
    Pv = 0
    Pvh = (((Valores_Conductor(1, 20) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 14)) ^ 2)) ^ (1
/ 2))
    Ph = Valores_Conductor(1, 14) - Valores_Conductor(1, 4)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "PESO PROPIO SIN SOBRECARGA" Then
    Pv = 0
    Pvh = 0
    Ph = 0
    End If
    'ESCRIBIMOS LOS VALORES EN LA PANTALLA
    li.Worksheets("Fv").Cells(X + 5, Y) = Pv
    li.Worksheets("Fv").Cells(X + 6, Y) = Pvh
    li.Worksheets("Fv").Cells(X + 7, Y) = Ph
    li.Worksheets("Fv").Cells(X + 8, Y) = Ph
    'ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO
    End If
Next Y
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
End Sub
'CONDUCTORES AL1/ST1A
Public Sub Función_Conductor_AL1ST1A()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim N As Integer
    Dim M As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL1-ST1A_00.xlsm")
    'FILAS según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "27-AL1/4-ST1A LA 30" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "47-AL1/8-ST1A LA 56" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "67-AL1/11-ST1A LA 78" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "100-AL1/17-ST1A" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "94-AL1/22-ST1A LA 110" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "119-AL1/28-ST1A LA 145" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "107-AL1/18-ST1A LA 125 PENGUIN" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "152-AL1/25-ST1A LA 175 OSTRICH" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "147-AL1/34-ST1A LA 180" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "242-AL1/39-ST1A LA 280 HAWK" Then fila = 16

```

```

ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "337-AL1/44-ST1A LA 380 GULL" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "402-AL1/52-ST1A LA 455 CONDOR" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "483-AL1/33-ST1A LA 510 RAIL" Then fila = 19
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "485-AL1/63-ST1A LA 545 CARDINAL" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "806-AL1/56-ST1A LA 860 LAPWING" Then fila = 21
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "565-AL1/72-ST1A LA 635 FINCH" Then fila = 22
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LA-9506" Then fila = 23
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 24
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES LARL
Public Sub Función_Conductor_LARL()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim N As Integer
    Dim M As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_LARL_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 30" Then
        fila = 7
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 56" Then fila = 8
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 78" Then fila = 9
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 125 PENGUIN" Then fila = 10
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 145" Then fila = 11
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 175 OSTRICH" Then fila = 12
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 180" Then fila = 13
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL HAWK" Then fila = 14
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL GULL" Then fila = 15
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL CONDOR" Then fila = 16
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 510 RAIL" Then fila = 17
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL CARDINAL" Then fila = 18
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 600 (BLUEJAY)" Then fila = 19
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL FINCH" Then fila = 20
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 820 (PLOVER)" Then fila = 21
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 22
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    N = 1
    For M = 3 To 45
        If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
            Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
            N = N + 1
        End If
    Next M
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL1
Public Sub Función_Conductor_AL_1()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim N As Integer
    Dim M As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL1_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "28-AL1 (L 28)" Then
        fila = 7
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "43-AL1 (L 40)" Then fila = 8
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "55-AL1 (L 56)" Then fila = 9
    End If

```

```

ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "76-AL1 (L 80)" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "117-AL1 (L 110)" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "148-AL1 (L 145)" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "188-AL1 (L 180)" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "279-AL1 (L 280)" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "381-AL1 (L 400)" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "454-AL1 (L 450)" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "547-AL1 (L 550)" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "638-AL1 (L 630)" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 19
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
  If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
    Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
    N = N + 1
  End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL3
Public Sub Función_Conductor_AL_3()
  'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
  Dim fila As Integer
  Dim N As Integer
  Dim M As Integer
  'ABRIMOS el archivo de datos conductores
  Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL3_00.xlsm")
  'FILAS según el conductor que sea
  If Datos_Conductor(1, 2) = "28-AL3 (D 28)" Then
    fila = 7
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "43-AL3 (D 40)" Then fila = 8
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "55-AL3 (D 56)" Then fila = 9
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "76-AL3 (D 80)" Then fila = 10
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "117-AL3 (D 110)" Then fila = 11
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "148-AL3 (D 145)" Then fila = 12
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "188-AL3 (D 180)" Then fila = 13
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "279-AL3 (D 280)" Then fila = 14
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "381-AL3 (D 400)" Then fila = 15
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "454-AL3 (D 450)" Then fila = 16
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "547-AL3 (D 550)" Then fila = 17
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "638-AL3 (D 630)" Then fila = 18
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 19
  End If
  'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
  N = 1
  For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
      Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
      N = N + 1
    End If
  Next M
  'CERRAMOS el archivo de datos conductores
  Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL3/ST1A
Public Sub Función_Conductor_AL3_ST1A()
  'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
  Dim fila As Integer
  Dim N As Integer
  Dim M As Integer
  'ABRIMOS el archivo de datos conductores
  Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL3-ST1A_00.xlsm")
  'FILAS según el conductor que sea
  If Datos_Conductor(1, 2) = "27-AL3/4-ST1A (DA 30)" Then
    fila = 7
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "47-AL3/8-ST1A (DA 56)" Then fila = 8
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "67-AL3/11-ST1A (DA 78)" Then fila = 9
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "94-AL3/22-ST1A (DA 110)" Then fila = 10

```

```

        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "119-AL3/28-ST1A (DA 145)" Then fila = 11
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "147-AL3/34-ST1A (DA 180)" Then fila = 12
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "226-AL3/53-ST1A (DA 280)" Then fila = 13
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 14
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    N = 1
    For M = 3 To 45
        If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
        And M <> 43) Then
            Valores_Conductor(1, N) =
            Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
            N = N + 1
        End If
    Next M
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES ACERO
Public Sub Función_Conductor_ACERO()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim N As Integer
    Dim M As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
    Cables\ConductoresDesnudos_ACERO_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "6,3-S1A-7" Then
        fila = 7
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "10-S1A-7" Then fila = 8
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 8,9 (1+6) 2,97 A" Then fila = 9
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 9,8 (3+9) 2,37 A" Then fila = 10
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 11,8 (1+6+12) 2,37 A" Then fila = 11
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 6 (1+6) 2,0 A" Then fila = 12
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "16-SA1A-7" Then fila = 13
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "25-SA1A-7" Then fila = 14
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.9" Then fila = 15
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.8" Then fila = 16
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.7" Then fila = 17
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "ARLE 53" Then fila = 18
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "ARLE 83" Then fila = 19
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "T 50 (1+6)" Then fila = 20
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "T 70 (1+6)" Then fila = 21
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW 60 (1+6)" Then fila = 22
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "50-ST1A (AC-50)" Then fila = 23
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 24
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    N = 1
    For M = 3 To 45
        If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
        And M <> 43) Then
            Valores_Conductor(1, N) =
            Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
            N = N + 1
        End If
    Next M
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES COBRE
Public Sub Función_Conductor_COBRE()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim N As Integer
    Dim M As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
    Cables\ConductoresDesnudos_Cu_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "C 10" Then
        fila = 7
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 16" Then fila = 8
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 25" Then fila = 9
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 35" Then fila = 10
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 50" Then fila = 11
    End If

```



```

ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 70" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 95" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 120" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 150" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 185" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 235" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 300" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 400" Then fila = 19
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 500" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 21
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
  If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
    Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
    N = N + 1
  End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AISLADOS_HAZ
Public Sub Función_Conductor_HAZ()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\CablesAislados_HAZ_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X50 K Al + H16/50 Ac" Then
  fila = 7
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X95 K Al + H16/50 Ac" Then fila = 8
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X150 K Al + H16/50 Ac" Then fila = 9
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 18/30 kV 3X95 K Al + H25/50 Ac" Then fila = 10
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 18/30 kV 3X150 K Al + H25/50 Ac" Then fila =
11
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 12
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
Valores_Conductor(1, 1) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 3)
'CARGA DE ROTURA
Valores_Conductor(1, 2) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 4)
'DIÁMETRO
Valores_Conductor(1, 3) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 5)
'SECCIÓN
Valores_Conductor(1, 4) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 7)
'PESO
Valores_Conductor(1, 5) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 8)
'ALFA
Valores_Conductor(1, 6) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 9)
'E
Valores_Conductor(1, 7) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 10)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 8) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 11)
'ALTURA H>1500 M
Valores_Conductor(1, 9) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 12)
'VIENTO 120
Valores_Conductor(1, 10) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
'VIENTO MITAD ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 11) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 12) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 14)
'HIELO B
Valores_Conductor(1, 13) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 15)
'HIELO C
Valores_Conductor(1, 14) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 16)
'HIELO C H>1500 m
Valores_Conductor(1, 15) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'VIENTO 140 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 16) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'HIELO B + VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA

```

```

'Valores_Conductor(1, 17) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'e HB ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 18) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'HIELO C + VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 19) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 24)
'e HC+VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 20) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 25)
'HC H>1500 + VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 21) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'e HC H>1500 + VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 22) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 17)
'C VIENTO 120
'Valores_Conductor(1, 23) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 28)
'C VIENTO MITAD ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 24) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'C VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 25) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 19)
'C HB
Valores_Conductor(1, 26) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 20)
'C HC
Valores_Conductor(1, 27) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'C HC >1500 m
'Valores_Conductor(1, 28) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 33)
'C VIENTO 140 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 29) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 36)
'C HB + V 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 30) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 37)
'C HC + V 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 31) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 38)
'C HC >1500 m + V 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 32) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 41)
'K T Y H U>30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 33) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 42)
'K T Y H U<30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 34) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 44)
'K V U>30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 35) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 45)
'K V U<30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES RECUERTOS
Public Sub Función_Conductor_RECUBIERTOS()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\CablesAislados_RECUBIERTOS_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "PAS-50 (CCX 50-AL3 K 20 kV)" Then
fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "PAS-120 (CCX 120-AL3 K 20 kV)" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "CCX-AL3-56" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "CCX-AL3-110" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 11
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
Valores_Conductor(1, 1) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 3)
'CARGA DE ROTURA
Valores_Conductor(1, 2) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 4)
'DIÁMETRO
Valores_Conductor(1, 3) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 5)
'SECCIÓN
Valores_Conductor(1, 4) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 7)
'PESO
Valores_Conductor(1, 5) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 8)
'ALFA
Valores_Conductor(1, 6) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 9)
'E
Valores_Conductor(1, 7) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 10)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 8) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 11)
'ALTURA H>1500 M
Valores_Conductor(1, 9) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 12)
'VIENTO 120
Valores_Conductor(1, 10) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
'VIENTO MITAD

```

```

    Valores_Conductor(1, 11) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 14)
'VIENTO EXCEPCIONAL
    Valores_Conductor(1, 12) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 15)
'HIELO B
    Valores_Conductor(1, 13) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 16)
'HIELO C
    Valores_Conductor(1, 14) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 17)
'HIELO C H>1500 m
    'Valores_Conductor(1, 15) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'VIENTO 140
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 16) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'HIELO B + VIENTO 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 17) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'e HB
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 18) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'HIELO C + VIENTO 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 19) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 24)
'e HC+VIENTO 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 20) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 25)
'HC H>1500 + VIENTO 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 21) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'e HC H>1500 + VIENTO 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 22) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'C VIENTO 120
    Valores_Conductor(1, 23) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 19)
'C VIENTO MITAD
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 24) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 20)
'C VIENTO EXCEPCIONAL
    Valores_Conductor(1, 25) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'C HB
    Valores_Conductor(1, 26) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'C HC
    Valores_Conductor(1, 27) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'C HC >1500 m
    'Valores_Conductor(1, 28) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 33)
'C VIENTO 140
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 29) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 36)
'C HB + V 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 30) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 37)
'C HC + V 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 31) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 38)
'C HC >1500 m + V 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 32) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 41)
'K T Y H U>30
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 33) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'K T Y H U<30
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 34) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 44)
'K V U>30
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 35) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 28)
'K V U<30
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES FIBRA ÓPTICA
Public Sub Función_Conductor_FIBRA()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim M As Integer
    Dim N As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\Cables_FibraÓptica_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24 (57/24) 12" Then
        fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24 (66/32) 15" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 48-96 (82/32) 17" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24-48-96 (106/62) 26" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (53/32) 15" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (74/34) 17" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (106/63) 25" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-12-24/0" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-24/0" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-48/0 OPGW-16-36/12" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-80/0 OPGW-16-64/16" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-90/0 OPGW-16-72/18" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-24" Then fila = 19

```

```
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-48/0 FOADK-36/12" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-80/0 FOADK-64/16" Then fila = 21
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-90/0 FOADK-72/18" Then fila = 22
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..24" Then fila = 23
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..48" Then fila = 24
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..64" Then fila = 25
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..24 F" Then fila = 26
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..48 F" Then fila = 27
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..64 F" Then fila = 28
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 29
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
  If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
    Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
    N = N + 1
  End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
```

11.13 APLICACIÓN ECC.XLSM

Es una aplicación que calcula la componente horizontal de la tensión en un estado final, en un conductor o cable, en un cantón con uno o varios vanos, a partir de unas condiciones iniciales, utilizando la ecuación de cambio de condiciones, considerando un modelo de deformación lineal.

El cálculo se realiza con tres tipos de ecuaciones diferentes:

- Las ecuaciones de la catenaria.
- Las ecuaciones de la parábola.
- Las ecuaciones de la parábola aplicando el método de Truxa.

También se realizan los cálculos, para cada vano, de:

- h [m], parámetro del vano.
- Flecha [m].
- T_A [daN], tensión en el extremo izquierdo.
- T_B [daN], tensión en el extremo derecho.

La aplicación tiene la opción de considerar el desplazamiento del conductor debido a la acción del viento.

Esta aplicación está desarrollada con Microsoft Excel 2010 en el lenguaje de programación Visual Basic (VBA).

11.13.1 DATOS NECESARIOS

- p_P [daN/m], peso propio del conductor por metro lineal. La aplicación obliga a que sea mayor que cero y que no esté vacía.
- p_1 [daN/m], peso aparente inicial del conductor por metro lineal. La aplicación obliga a que sea mayor que cero y que no esté vacía.
- p_2 [daN/m], peso aparente final del conductor por metro lineal. La aplicación obliga a que sea mayor que cero y que no esté vacía.
- S [mm²], sección del conductor. La aplicación obliga a que sea mayor que cero y que no esté vacía.
- E [daN/mm²], módulo de elasticidad del conductor. La aplicación obliga a que sea mayor que cero y que no esté vacía.
- α [°C⁻¹], coeficiente de dilatación lineal del conductor. La aplicación obliga a que sea mayor que cero y que no esté vacía.
- θ_1 [°C], temperatura del conductor en las condiciones iniciales (no temperatura ambiente). Valor limitado entre -250 y 250 °C. La aplicación no realiza el cálculo si la celda está vacía.
- θ_2 [°C], temperatura del conductor en las condiciones finales (no temperatura ambiente). Valor limitado entre -250 y 250 °C. La aplicación no realiza el cálculo si la celda está vacía.
- T_{H1} [daN], tracción horizontal en las condiciones iniciales. La aplicación obliga a que sea mayor que cero y que no esté vacía.
- ¿Desplazamiento de la curva de equilibrio debida a la acción del viento? [SI / NO]

- p_{V1} [daN/m], sobrecarga del viento en el conductor por metro lineal (horizontal y perpendicular al conductor) en las condiciones iniciales. La aplicación obliga a que sea mayor o igual a cero. Si es igual a cero, es como no considerar la acción del viento en el estado inicial.
- p_{V2} [daN/m], sobrecarga del viento en el conductor por metro lineal (horizontal y perpendicular al conductor) en las condiciones finales. La aplicación obliga a que sea mayor o igual a cero. Si es igual a cero, es como no considerar la acción del viento en el estado final.
- a [m], longitud del vano (hasta un máximo de 50 vanos por cantón). Para excluir del cálculo alguno de los vanos, habrá que dejar vacía la casilla o introducir el valor de cero. Si el número de vanos es cero, la aplicación no realiza el cálculo.
- d [m], desnivel entre los puntos de sujeción (hasta un máximo de 50 vanos por cantón).
- Se ha incorporado el botón "DATOS CONDUCTOR" que activa la aplicación Datos_Conductor, con la cual se podrán obtener los datos y sobrecargas de los diferentes conductores y cables.

11.13.2 VARIABLE TIPO MATRIZ DENOMINADA VANOS

Se ha creado la variable vanos, que es una matriz con 18 columnas y el número de filas es igual al número de vanos introducidos.

Los valores que se almacenan en cada columna, para cada uno de los vanos, son:

- Columna 1: a [m].
- Columna 2: d [m].
- Columna 3: b [m].
- Columna 4: $L1$ [m], longitud de la curva en el estado inicial.
- Columna 5: $L2$ [m], longitud de la curva en el estado final.
- Columna 6: Resultado de la Ecuación de Cambio de Condiciones.
- Columna 7: f_c [m], flecha con las ecuaciones de la catenaria.
- Columna 8: T_A [daN], Tensión en el extremo izquierdo de la curva (catenaria).
- Columna 9: T_B [daN], Tensión en el extremo derecho de la curva (catenaria).
- Columna 10: f_T [m], flecha con las ecuaciones de Truxa.
- Columna 11: T_A [daN], Tensión en el extremo izquierdo de la curva (Truxa).
- Columna 12: T_B [daN], Tensión en el extremo derecho de la curva (Truxa).
- Columna 13: f_P [m], flecha con las ecuaciones de la Parábola.
- Columna 14: T_P [daN], Tensión en el extremo de la curva (Parábola).
- Columna 15: a_{V1} [m], longitud del vano, con la consideración del viento, en el estado inicial.
- Columna 16: d_{V1} [m], desnivel del vano, con la consideración del viento, en el estado inicial.
- Columna 17: a_{V2} [m], longitud del vano, con la consideración del viento, en el estado final.

- Columna 18: d_{v2} [m], desnivel del vano, con la consideración del viento, en el estado final.

11.13.3 CÓDIGO

```
Public Sub ECC()
    'Eliminamos el pestañeo en el proceso
    Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
    Application.ScreenUpdating = False
    'LIMPIAMOS LA PANTALLA DE RESULTADOS
    Range("H6:U55").Select
    Selection.ClearContents
    Range("A1").Activate
    'CONTROL DE ERRORES
    On Error GoTo ErrorCálculo
    '1-Toma de datos
    Application.Run ("ECC_DATOS")
    '2-Cálculos ECC con las fórmulas de la CATENARIA
    'IF Por si el número de vanos o algún dato del conductor es 0. FIN DE LA APLICACIÓN.
    If (n_vanos = 0 Or pp = 0 Or p1 = 0 Or p2 = 0 Or Sección = 0 Or Modulo_Elasticidad = 0
    Or Coeficiente_Dilatación = 0 Or Tensión_Inicial = 0) Or (IsEmpty(n_vanos) Or IsEmpty(pp)
    Or IsEmpty(p1) Or IsEmpty(p2) Or IsEmpty(Sección) Or IsEmpty(Modulo_Elasticidad) Or
    IsEmpty(Coeficiente_Dilatación) Or IsEmpty(Temperatura_Inicial) Or
    IsEmpty(Temperatura_Final) Or IsEmpty(Tensión_Inicial)) Then
        Else
        Application.Run ("ECC_CATENARIA")
        '3-Cálculos ECC con las fórmulas de TRUXA
        Application.Run ("ECC_TRUXA")
        '4-Cálculos ECC con las fórmulas de la PARÁBOLA
        Application.Run ("ECC_PARÁBOLA")
        '5-Cálculos complementarios (flecha y Tensiones en los extremos)
        Application.Run ("ECC_Cálculos_Complementarios")
        '6-Escribimos los resultados
        Application.Run ("ECC_RESULTADOS")
    End If
    'Activamos el pestañeo del proceso
    Application.ScreenUpdating = True
    Application.StatusBar = False
Exit Sub
    'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo:
    MsgBox ("Error en la macro ECC")
    Resume Next
End Sub
```

```
Option Base 1
Option Explicit
'DECLARACIÓN DE VARIABLES GLOBALES
Public h1 As Double
Public pp As Double
Public p1 As Double
Public p2 As Double
Public Sección As Double
Public Modulo_Elasticidad As Double
Public Coeficiente_Dilatación As Double
Public Temperatura_Inicial As Double
Public Temperatura_Final As Double
Public Tensión_Inicial As Double
Public n_vanos As Integer
Public Vanos() As Double 'Matriz. Variable global
Public T2_Catenaria As Double
Public T2_Truxa As Double
Public T2_Parábola As Double
Public h2_Catenaria As Double
Public h2_Truxa As Double
Public h2_Parábola As Double
Public viento As String
Sub ECC_DATOS()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim a As Double
    Dim d As Double
    Dim b As Double
    Dim libro As ThisWorkbook
    Dim Contador As Integer
    Dim i As Integer
```

```

Dim x As Integer
Dim y As Integer
Dim matriz_1 As Integer
Dim matriz_2 As Integer
Dim pv1 As Double
Dim pv2 As Double
Dim ángulo_1 As Double
Dim ángulo_2 As Double
Dim Pvertical_1 As Double
Dim Pvertical_2 As Double
'ACTIVACIÓN VARIABLES WORKBOOKS
Set libro = ThisWorkbook
'CONTROL DE ERRORES
On Error GoTo ErrorCálculo
'CONTAMOS EL NÚMERO DE VANOS ÚTILES. No incluidos los que están vacíos o los que tienen
un valor de 0 m.
x = 6
y = 6
Contador = 0
For i = 1 To 50
    If IsEmpty(Cells(x, y)) Or (Cells(x, y).Value = 0) Then
        Contador = Contador + 1
    End If
    x = x + 1
Next
n_vanos = 50 - Contador
'¿DESPLAZAMIENTO DE LA CURVA DE EQUILIBRIO DEBIDA A LA ACCIÓN DEL VIENTO?
viento = libro.Worksheets("ECC").Range("D25").Value
'DATOS DEL CANTÓN
If n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
    'FIN DE LA APLICACIÓN. Termina el programa, no hay nada que calcular
Else
    'Dimensionamos la matriz dinámica
    ReDim Vanos(n_vanos, 18) As Double
    'Captura de datos del cantón
    x = 6
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
        If IsEmpty(Cells(x, y)) Or (Cells(x, y).Value = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
            Else
                Vanos(matriz_1, 1) = libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y).Value
                Vanos(matriz_1, 2) = libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 1).Value
                matriz_1 = matriz_1 + 1
            End If
            x = x + 1
        Next
    End If
    'DATOS DEL CONDUCTOR
    pp = libro.Worksheets("ECC").Range("D6").Value
    p1 = libro.Worksheets("ECC").Range("D8").Value
    p2 = libro.Worksheets("ECC").Range("D10").Value
    Sección = libro.Worksheets("ECC").Range("D12").Value
    Modulo_Elasticidad = libro.Worksheets("ECC").Range("D14").Value
    Coeficiente_Dilatación = libro.Worksheets("ECC").Range("D16").Value
    Temperatura_Inicial = libro.Worksheets("ECC").Range("D18").Value
    Temperatura_Final = libro.Worksheets("ECC").Range("D20").Value
    Tensión_Inicial = libro.Worksheets("ECC").Range("D22").Value
    'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos 'Hasta 50 vanos
        Vanos(matriz_1, 3) = BBB(Vanos(matriz_1, 1), Vanos(matriz_1, 2))
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
    'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av y dv
    If viento = "SI" Then
        pv1 = libro.Worksheets("ECC").Range("D29").Value
        pv2 = libro.Worksheets("ECC").Range("D31").Value
        Pvertical_1 = ((p1 ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
        Pvertical_2 = ((p2 ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
        ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
        ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
        'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
        matriz_1 = 1
        For i = 1 To n_vanos
            Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)

```



```

        Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16)) ^ 2) ^
(1 / 2)
        Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
        Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18)) ^ 2) ^
(1 / 2)
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
Else
    'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos
        Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
        Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
        Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
        Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
End If
Exit Sub
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo: MsgBox ("Error en la macro DATOS")
Resume Next
End Sub
'FUNCIÓN PARA CALCULAR EL VALOR B. Valor real del vano
Public Function BBB(a As Double, d As Double) As Double
    Dim b As Double
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    BBB = b
End Function

```

```

'Macro para calcular la TENSIÓN EN EL ESTADO FINAL con las ECUACIONES DE LA CATENARIA
Sub ECC_CATENARIA()
    'CONTROL DE ERRORES
    On Error GoTo ErrorCálculo
    'Calculo del parámetro inicial
    h1 = Tensión_Inicial / p1
    'Li_1. Calcula la longitud del vano en el estado 1. Se almacena en la matriz vanos
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos 'Hasta 50 vanos
        Vanos(matriz_1, 4) = Longitud(Vanos(matriz_1, 15), Vanos(matriz_1, 16), h1)
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
    'CALCULAMOS EL VALOR DE LA TENSIÓN EN EL ESTADO FINAL
    T2_Catenaria = Bisección_Catenaria(Vanos, Sección, Modulo_Elasticidad,
    Coeficiente_Dilatación, Temperatura_Inicial, Temperatura_Final, Tensión_Inicial, p2,
    n_vanos)
Exit Sub
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo:
    MsgBox ("Error en la macro CATENARIA")
Resume Next
End Sub
'FUNCIÓN DE LA BISECCIÓN. Calcula el valor de la tensión en el estado FINAL
Public Function Bisección_Catenaria(Vanos() As Double, Sección As Double,
Modulo_Elasticidad As Double, Coeficiente_Dilatación As Double, Temperatura_Inicial As
Double, Temperatura_Final As Double, Tensión_Inicial As Double, p2 As Double, n_vanos As
Integer) As Double
    'Declaración de variables locales
    Dim t2 As Double
    Dim L1_2 As Double
    Dim T2_1 As Double
    Dim T2_2 As Double
    Dim EcuaciónSuma As Double
    Dim matriz_1 As Double
    Dim i As Integer
    EcuaciónSuma = 0
    T2_1 = 0
    T2_2 = 20000
    t2 = (T2_1 + T2_2) / 2
    h2_Catenaria = t2 / p2
    'Calculamos por primera vez el la ecuación de la catanaria
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos '50 vanos en la aplicación definitiva
        'Longitud hilo en estado 2
        Vanos(matriz_1, 5) = Longitud(Vanos(matriz_1, 17), Vanos(matriz_1, 18),
h2_Catenaria)

```

```

'Ecuación de la catenaria
Vanos(matriz_1, 6) = Ecuación(Vanos(matriz_1, 15), Vanos(matriz_1, 3),
Vanos(matriz_1, 4), Vanos(matriz_1, 5), Coeficiente_Dilatación, Temperatura_Final,
Temperatura_Inicial, t2, Tensión_Inicial, Sección, Modulo_Elasticidad)
EcuaciónSuma = EcuaciónSuma + Vanos(matriz_1, 6)
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Do While Not (Abs(EcuaciónSuma) < 0.0000001)
t2 = (T2_1 + T2_2) / 2
h2_Catenaria = t2 / p2
matriz_1 = 1
EcuaciónSuma = 0
For i = 1 To n_vanos 'Hasta 50 vanos
'Longitud hilo en estado 2
Vanos(matriz_1, 5) = Longitud(Vanos(matriz_1, 17), Vanos(matriz_1, 18),
h2_Catenaria)
Vanos(matriz_1, 6) = Ecuación(Vanos(matriz_1, 1), Vanos(matriz_1, 3),
Vanos(matriz_1, 4), Vanos(matriz_1, 5), Coeficiente_Dilatación, Temperatura_Final,
Temperatura_Inicial, t2, Tensión_Inicial, Sección, Modulo_Elasticidad)
'Pasamos el valor a, en vez de av1 y av2, porque será menor que estos, y nos
interesa Tm sea elevado, y como Tm=T*b/a, "a" interesa a bajo. Esto puede crear diferencias
con otras aplicaciones diferentes.
EcuaciónSuma = EcuaciónSuma + Vanos(matriz_1, 6)
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
If EcuaciónSuma < 0 Then
T2_1 = t2
Else
T2_2 = t2
End If
Loop
Bisección_Catenaria = t2
End Function
'FUNCIÓN PARA CALCULAR LA ECUACIÓN ECC DE LA CATENARIA
Public Function Ecuación(a As Double, b As Double, L_1 As Double, L_2 As Double,
Coeficiente_Dilatación As Double, Temperatura_Final As Double, Temperatura_Inicial As
Double, t2 As Double, t1 As Double, Sección As Double, Modulo_Elasticidad As Double) As
Double
Ecuación = L_1 - L_2 + (Coeficiente_Dilatación * (Temperatura_Final -
Temperatura_Inicial) * L_1) + ((t2 - t1) * (b / a)) * L_1 / (Sección * Modulo_Elasticidad)
End Function
'FUNCIÓN PARA CALCULAR LA LONGITUD DEL CONDUCTOR EN UN VANO
Public Function Longitud(a As Double, d As Double, h As Double) As Double
Longitud = (d ^ 2 + (h ^ 2) * 2 * (Application.WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1)) ^ (1
/ 2)
End Function

```

'Macro para calcular la TENSIÓN EN EL ESTADO FINAL con las ECUACIONES DE TRUXA

```

Option Explicit
Public Sub ECC_TRUXA()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES
Dim w As Double
Dim m1 As Double
Dim m2 As Double
Dim t1 As Double
Dim ar_TRUXA_1 As Double
Dim ar_TRUXA_2 As Double 'Para tener en cuenta el viento
Dim Landa_1 As Double
Dim Landa_2 As Double 'Para tener en cuenta el viento
Dim b As Double
Dim K As Double
Dim a As Double
Dim t2 As Double
Dim Tensión_Final As Double
Dim Tau_1 As Double
Dim Tau_2 As Double
Dim libro As ThisWorkbook
Dim dividendo As Double
Dim divisor As Double
Dim matriz_1 As Integer
Dim i As Integer
'ACTIVACIÓN VARIABLES WORKBOOKS
Set libro = ThisWorkbook
'CONTROL DE ERRORES
On Error GoTo ErrorCálculo
'CÁLCULOS PREVIOS

```

```

'El cálculo de vano real (b) de cada vano ha sido calculado en el módulo
m3_ECC_Catenaria
w = pp / Sección
m1 = p1 / pp
m2 = p2 / pp
t1 = Tensión_Inicial / Sección
'VANO DE REGULACIÓN ESTADO INICIAL
'Calculamos Landa_1 ESTADO INICIAL
dividendo = 0
divisor = 0
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    dividendo = dividendo + ((Vanos(matriz_1, 3) ^ 3) / (Vanos(matriz_1, 15) ^ 2))
    divisor = divisor + ((Vanos(matriz_1, 3) ^ 2) / (Vanos(matriz_1, 15)))
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Landa_1 = dividendo / divisor
'Calculamos el siguiente factor para calcular el vano de regulación
dividendo = 0
divisor = 0
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    dividendo = dividendo + (Vanos(matriz_1, 15) ^ 3)
    divisor = divisor + ((Vanos(matriz_1, 3) ^ 2) / (Vanos(matriz_1, 15)))
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
ar_TRUXA_1 = Landa_1 * ((dividendo / divisor) ^ (1 / 2))
Tau_1 = t1 * Landa_1
'VANO DE REGULACIÓN ESTADO FINAL
'Calculamos Landa_2 ESTADO FINAL
dividendo = 0
divisor = 0
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    dividendo = dividendo + ((Vanos(matriz_1, 3) ^ 3) / (Vanos(matriz_1, 17) ^ 2))
    divisor = divisor + ((Vanos(matriz_1, 3) ^ 2) / (Vanos(matriz_1, 17)))
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Landa_2 = dividendo / divisor
'Calculamos el siguiente factor para calcular el vano de regulación
dividendo = 0
divisor = 0
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    dividendo = dividendo + (Vanos(matriz_1, 17) ^ 3)
    divisor = divisor + ((Vanos(matriz_1, 3) ^ 2) / (Vanos(matriz_1, 17)))
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
ar_TRUXA_2 = Landa_2 * ((dividendo / divisor) ^ (1 / 2))
'Cálculos ECC TRUXA
b = (ar_TRUXA_2 ^ 2 * Modulo_Elasticidad * w ^ 2 * m2 ^ 2) / (24)
K = ((ar_TRUXA_1 ^ 2 * Modulo_Elasticidad * w ^ 2 * m1 ^ 2) / (24 * Tau_1 ^ 2)) - Tau_1
a = Coeficiente_Dilatación * Modulo_Elasticidad * (Temperatura_Final -
Temperatura_Inicial) + K
Tau_2 = Bisección_Truxa(a, b)
t2 = Tau_2 / Landa_2
T2_Truxa = t2 * Sección
Exit Sub
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo:
    MsgBox ("Error en la macro TRUXA")
Resume Next
End Sub
Public Function Bisección_Truxa(a As Double, b As Double) As Double
    Dim t2 As Double
    Dim T2_1 As Double
    Dim T2_2 As Double
    T2_1 = 0
    T2_2 = 20000
    t2 = (T2_1 + T2_2) / 2
    Do While Not (Abs(t2 * t2 * (t2 + a) - b) < 0.00001)
        t2 = (T2_1 + T2_2) / 2
        If ((t2 * t2 * (t2 + a) - b) < 0) Then
            T2_1 = t2
        Else
            T2_2 = t2
        End If
    End If
End Function

```

```

Loop
Bisección_Truxa = t2
End Function

```

```

'Macro para calcular la TENSIÓN EN EL ESTADO FINAL con las ECUACIONES DE LA PARÁBOLA
Option Explicit
Public Sub ECC_PARÁBOLA()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES
Dim w As Double 'Cálculos previos
Dim m1 As Double
Dim m2 As Double
Dim t1 As Double
Dim ar_PARÁBOLA As Double 'Cálculos PARÁBOLA
Dim b As Double
Dim K As Double
Dim a As Double
Dim t2 As Double
Dim Tensión_Final As Double
Dim libro As ThisWorkbook
Dim dividendo As Double
Dim divisor As Double
Dim matriz_1 As Integer
Dim i As Integer
'ACTIVACIÓN VARIABLES WORKBOOKS
Set libro = ThisWorkbook
'CONTROL DE ERRORES
On Error GoTo ErrorCálculo
'CÁLCULOS PREVIOS
w = pp / Sección
m1 = p1 / pp
m2 = p2 / pp
t1 = Tensión_Inicial / Sección
'VANO DE REGULACIÓN
dividendo = 0
divisor = 0
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
dividendo = dividendo + (Vanos(matriz_1, 1)) ^ 3
divisor = divisor + Vanos(matriz_1, 1)
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
ar_PARÁBOLA = (dividendo / divisor) ^ (1 / 2)
'Cálculos ECC Parábola
b = (ar_PARÁBOLA ^ 2 * Modulo_Elasticidad * w ^ 2 * m2 ^ 2) / (24)
K = ((ar_PARÁBOLA ^ 2 * Modulo_Elasticidad * w ^ 2 * m1 ^ 2) / (24 * t1 ^ 2)) - t1
a = Coeficiente_Dilatación * Modulo_Elasticidad * (Temperatura_Final -
Temperatura_Inicial) + K
t2 = Bisección_Parábola(a, b)
T2_Parábola = t2 * Sección
Exit Sub
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo:
MsgBox ("Error en la macro PARÁBOLA")
Resume Next
End Sub
'FUNCIÓN DE LA BISECCIÓN PARA LAS ECUACIONES DE LA PARÁBOLA
Public Function Bisección_Parábola(a As Double, b As Double) As Double
Dim t2 As Double
Dim T2_1 As Double
Dim T2_2 As Double
T2_1 = 0
T2_2 = 20000
t2 = (T2_1 + T2_2) / 2
Do While Not (Abs(t2 * t2 * (t2 + a) - b) < 0.0000001)
t2 = (T2_1 + T2_2) / 2
If ((t2 * t2 * (t2 + a) - b) < 0) Then
T2_1 = t2
Else
T2_2 = t2
End If
Loop
Bisección_Parábola = t2
End Function

```

```

'Macro para calcular PARÁMETRO, FLECHAS y TENSIÓN EN LOS EXTREMOS de cada vano
Public Sub ECC_Cálculos_Complementarios()

```

```

'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim matriz_1 As Double
Dim z As Double
'CONTROL DE ERRORES
On Error GoTo ErrorCálculo
'PARÁMETROS
h2_Catenaria = T2_Catenaria / p2
h2_Truxa = T2_Truxa / p2
h2_Parábola = T2_Parábola / p2
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos 'Hasta 50 vanos
'CÁLCULO DE LAS FLECHAS
'Fórmulas de la catenaria
Vanos(matriz_1, 7) = FLECHA_Catenaria(Vanos(matriz_1, 17), Vanos(matriz_1, 18),
h2_Catenaria)
'Fórmulas de Truxa
Vanos(matriz_1, 10) = FLECHA_Truxa(Vanos(matriz_1, 17), Vanos(matriz_1, 3),
h2_Truxa)
'Fórmulas de la Parábola
Vanos(matriz_1, 13) = FLECHA_Parábola(Vanos(matriz_1, 1), h2_Parábola)
'CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN LOS EXTREMOS
'Fórmulas de la catenaria
Vanos(matriz_1, 8) = p2 * h2_Catenaria * (WorksheetFunction.Cosh((h2_Catenaria
* WorksheetFunction.Ln(((Vanos(matriz_1, 18)) / (2 * h2_Catenaria *
WorksheetFunction.Sinh((Vanos(matriz_1, 17)) / (2 * h2_Catenaria)))) + (((Vanos(matriz_1,
18)) / (2 * h2_Catenaria * WorksheetFunction.Sinh((Vanos(matriz_1, 17)) / (2 *
h2_Catenaria)))) ^ 2) + 1) ^ (1 / 2))) - ((Vanos(matriz_1, 17)) / 2) / h2_Catenaria))
Vanos(matriz_1, 9) = p2 * h2_Catenaria * (WorksheetFunction.Cosh((h2_Catenaria
* WorksheetFunction.Ln(((Vanos(matriz_1, 18)) / (2 * h2_Catenaria *
WorksheetFunction.Sinh((Vanos(matriz_1, 17)) / (2 * h2_Catenaria)))) + (((Vanos(matriz_1,
18)) / (2 * h2_Catenaria * WorksheetFunction.Sinh((Vanos(matriz_1, 17)) / (2 *
h2_Catenaria)))) ^ 2) + 1) ^ (1 / 2))) + ((Vanos(matriz_1, 17)) / 2) / h2_Catenaria))
'Fórmulas de Truxa
Vanos(matriz_1, 11) = T2_Truxa * ((Vanos(matriz_1, 3)) / (Vanos(matriz_1, 17)))
+ ((Vanos(matriz_1, 17)) * (Vanos(matriz_1, 3)) * p2) / (8 * h2_Truxa) - (Vanos(matriz_1,
18)) * p2 / 2
Vanos(matriz_1, 12) = T2_Truxa * ((Vanos(matriz_1, 3)) / (Vanos(matriz_1, 17)))
+ ((Vanos(matriz_1, 17)) * (Vanos(matriz_1, 3)) * p2) / (8 * h2_Truxa) + (Vanos(matriz_1,
18)) * p2 / 2
'Fórmulas de la Parábola
Vanos(matriz_1, 14) = T2_Parábola + ((Vanos(matriz_1, 1) ^ 2) * (p2 ^ 2)) / (8
* T2_Parábola)
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Exit Sub
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo:
MsgBox ("Error en la macro COMPLEMENTARIOS")
Resume Next
End Sub
Public Function FLECHA_Catenaria(a As Double, d As Double, h As Double) As Double
'Declaración de variables
Dim z As Double
Dim Xm As Double
Dim X2 As Double
Dim Y2 As Double
Dim Xf As Double
Dim Yf As Double
Dim Flecha As Double
'Cálculos previos
z = d / (2 * h * (Application.WorksheetFunction.Sinh(a / (2 * h))))
Xm = h * (Log(z + (z ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) 'Respecto los ejes
de la curva
X2 = Xm + a / 2 'Respecto los ejes
de la curva
Y2 = h * (Application.WorksheetFunction.Cosh(X2 / h)) 'Respecto los ejes de la curva
Xf = h * (Log(d / a + ((d / a) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) 'Respecto los ejes
de la curva
Yf = h * (Application.WorksheetFunction.Cosh(Xf / h)) 'Respecto los ejes de la curva
'Cálculo de la flecha
FLECHA_Catenaria = Y2 - Yf - (X2 - Xf) * (d / a)
End Function

Public Function FLECHA_Truxa(a As Double, b As Double, h As Double)
FLECHA_Truxa = (a * b) / (8 * h)
End Function

Public Function FLECHA_Parábola(a As Double, h As Double)

```

```

FLECHA_Parábola = (a ^ 2) / (8 * h)
End Function

```

```

Public Sub ECC_RESULTADOS()
    Dim libro As ThisWorkbook
    Dim matriz_1 As Integer
    Dim x As Integer
    Dim y As Integer
    'ACTIVACIÓN VARIABLES WORKBOOKS
    Set libro = ThisWorkbook
    'CONTROL DE ERRORES
    On Error GoTo ErrorCálculo
    x = 6
    y = 6
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To 50
        If IsEmpty(Cells(x, y)) Or (Cells(x, y).Value = 0) Then
            If Cells(x, y).Value = 0 Then
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 2) = "----"
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 3) = "----"
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 4) = "----"
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 5) = "----"
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 6) = "----"
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 7) = "----"
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 8) = "----"
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 9) = "----"
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 10) = "----"
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 11) = "----"
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 12) = "----"
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 13) = "----"
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 14) = "----"
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 15) = "----"
            End If
            Else
                'Resultados CATENARIA
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 2).Value = T2_Catenaria
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 3) = h2_Catenaria
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 4) = Vanos(matriz_1, 7)
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 5) = Vanos(matriz_1, 8)
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 6) = Vanos(matriz_1, 9)
                'Resultados TRUXA
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 7) = T2_Truxa
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 8) = h2_Truxa
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 9) = Vanos(matriz_1, 10)
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 10) = Vanos(matriz_1, 11)
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 11) = Vanos(matriz_1, 12)
                'Resultados PARÁBOLA
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 12) = T2_Parábola
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 13) = h2_Parábola
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 14) = Vanos(matriz_1, 13)
                libro.Worksheets("ECC").Cells(x, y + 15) = Vanos(matriz_1, 14)
                matriz_1 = matriz_1 + 1
            End If
            x = x + 1
        Next
    Exit Sub
    'CONTROL DE ERRORES
    ErrorCálculo:
        MsgBox ("Error en la macro RESULTADOS")
        Resume Next
    End Sub

```

```

'Macro para obtener los datos y sobrecargas de los conductores y cables
Option Base 1
Option Explicit
'DECLARACIÓN DE VARIABLES GLOBALES
Public Datos_Conductor() As String 'Matriz
Public Valores_Conductor() As Double 'Matriz
Dim Archivo_Conductor As Workbook
Dim Archivo_ruta As String
Public Sub Datos_Conductores_Cables()
    'VARIABLES NIVEL LOCAL=PRIVADA
    Dim li As ThisWorkbook
    Dim pv1 As Double
    Dim pv2 As Double
    Dim Peso_inicial As Double
    Dim Peso_final As Double

```

```

'ACTIVACIÓN VARIABLES WORKBOOKS
Set li = ThisWorkbook
'GUARDAMOS EL DIRECTORIO
Archivo_ruta = Application.ActiveWorkbook.Path
'ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
'Dimensionamos las matrices
ReDim Datos_Conductor(1, 6) As String
ReDim Valores_Conductor(1, 35) As Double
'CAPTURA DE DATOS DE LA PANTALLA
Datos_Conductor(1, 1) = li.Worksheets("ECC").Range("V17") 'Tipo de conductor
Datos_Conductor(1, 2) = li.Worksheets("ECC").Range("V20") 'Conductor
Datos_Conductor(1, 3) = li.Worksheets("ECC").Range("V23") 'Peso inicial
Datos_Conductor(1, 4) = li.Worksheets("ECC").Range("V26") 'Peso final
Datos_Conductor(1, 5) = li.Worksheets("ECC").Range("V29") 'pv1
Datos_Conductor(1, 6) = li.Worksheets("ECC").Range("V32") 'pv2
'BUSCAR VALORES DEL CONDUCTOR-CABLE
If Datos_Conductor(1, 1) = "AL1_ST1A" Then
    Call Función_Conductor_AL1ST1A
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "LARL" Then Call Función_Conductor_LARL
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_1" Then Call Función_Conductor_AL_1
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_3" Then Call Función_Conductor_AL_3
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL3_ST1A" Then Call Función_Conductor_AL3_ST1A
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "ACERO" Then Call Función_Conductor_ACERO
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "COBRE" Then Call Función_Conductor_COBRE
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AISLADOS_HAZ" Then Call Función_Conductor_HAZ
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then Call Función_Conductor_RECUBIERTOS
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "FIBRA_ÓPTICA" Then Call Función_Conductor_FIBRA
End If
'ELECCIÓN DE LOS VALORES PESO INICIAL Y FINAL
'Peso inicial
If Datos_Conductor(1, 3) = "VIENTO 120 km/h" Then
    Peso_inicial = Valores_Conductor(1, 9)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "VIENTO MITAD 120 km/h" Then Peso_inicial =
Valores_Conductor(1, 10)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "VIENTO EXCEPCIONAL" Then Peso_inicial =
Valores_Conductor(1, 11)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO ZONA B" Then Peso_inicial = Valores_Conductor(1,
12)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO ZONA C" Then Peso_inicial = Valores_Conductor(1,
13)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO ZONA C h>1500m" Then Peso_inicial =
Valores_Conductor(1, 14)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "VIENTO 140 km/h" Then Peso_inicial =
Valores_Conductor(1, 15)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO B + VIENTO 60km/h" Then Peso_inicial =
Valores_Conductor(1, 16)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO C + VIENTO 60km/h" Then Peso_inicial =
Valores_Conductor(1, 18)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO C h>1500m + VIENTO 60km/h" Then Peso_inicial =
Valores_Conductor(1, 20)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "PESO PROPIO SIN SOBRECARGA" Then Peso_inicial =
Valores_Conductor(1, 4)
End If
'Peso final
If Datos_Conductor(1, 4) = "VIENTO 120 km/h" Then
    Peso_final = Valores_Conductor(1, 9)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 4) = "VIENTO MITAD 120 km/h" Then Peso_final =
Valores_Conductor(1, 10)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 4) = "VIENTO EXCEPCIONAL" Then Peso_final =
Valores_Conductor(1, 11)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 4) = "HIELO ZONA B" Then Peso_final = Valores_Conductor(1,
12)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 4) = "HIELO ZONA C" Then Peso_final = Valores_Conductor(1,
13)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 4) = "HIELO ZONA C h>1500m" Then Peso_final =
Valores_Conductor(1, 14)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 4) = "VIENTO 140 km/h" Then Peso_final = Valores_Conductor(1,
15)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 4) = "HIELO B + VIENTO 60km/h" Then Peso_final =
Valores_Conductor(1, 16)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 4) = "HIELO C + VIENTO 60km/h" Then Peso_final =
Valores_Conductor(1, 18)
    ElseIf Datos_Conductor(1, 4) = "HIELO C h>1500m + VIENTO 60km/h" Then Peso_final =
Valores_Conductor(1, 20)

```

```

ElseIf Datos_Conductor(1, 4) = "PESO PROPIO SIN SOBRECARGA" Then Peso_final =
Valores_Conductor(1, 4)
End If
'CÁLCULO DE VALORES DE PV1 Y PV2
'pv1
If Datos_Conductor(1, 3) = "VIENTO 120 km/h" Then
    pv1 = (((Valores_Conductor(1, 9) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 4)) ^ 2)) ^ (1 / 2))
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "VIENTO MITAD 120 km/h" Then pv1 =
    (((Valores_Conductor(1, 10) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 4)) ^ 2)) ^ (1 / 2))
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "VIENTO EXCEPCIONAL" Then pv1 = (((Valores_Conductor(1,
11) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 4)) ^ 2)) ^ (1 / 2))
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO ZONA B" Then pv1 = 0
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO ZONA C" Then pv1 = 0
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO ZONA C h>1500m" Then pv1 = 0
    ElseIf ((Datos_Conductor(1, 3) = "VIENTO 140 km/h") And (Datos_Conductor(1, 1) <>
"AISLADOS_HAZ" And Datos_Conductor(1, 1) <> "RECUBIERTOS")) Then pv1 =
    (((Valores_Conductor(1, 15) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 4)) ^ 2)) ^ (1 / 2))
    ElseIf (Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO B + VIENTO 60km/h" And (Datos_Conductor(1, 1) <>
"AISLADOS_HAZ" And Datos_Conductor(1, 1) <> "RECUBIERTOS")) Then pv1 =
    (((Valores_Conductor(1, 16) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 12)) ^ 2)) ^ (1 / 2))
    ElseIf (Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO C + VIENTO 60km/h" And (Datos_Conductor(1, 1) <>
"AISLADOS_HAZ" And Datos_Conductor(1, 1) <> "RECUBIERTOS")) Then pv1 =
    (((Valores_Conductor(1, 18) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 13)) ^ 2)) ^ (1 / 2))
    ElseIf (Datos_Conductor(1, 3) = "HIELO C h>1500m + VIENTO 60km/h" And
(Datos_Conductor(1, 1) <> "AISLADOS_HAZ" And Datos_Conductor(1, 1) <> "RECUBIERTOS")) Then
pv1 = (((Valores_Conductor(1, 20) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 14)) ^ 2)) ^ (1 / 2))
    ElseIf Datos_Conductor(1, 3) = "PESO PROPIO SIN SOBRECARGA" Then pv1 = 0
End If
'pv2
If Datos_Conductor(1, 4) = "VIENTO 120 km/h" Then
    pv2 = (((Valores_Conductor(1, 9) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 4)) ^ 2)) ^ (1 / 2))
    ElseIf Datos_Conductor(1, 4) = "VIENTO MITAD 120 km/h" Then pv2 =
    (((Valores_Conductor(1, 10) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 4)) ^ 2)) ^ (1 / 2))
    ElseIf Datos_Conductor(1, 4) = "VIENTO EXCEPCIONAL" Then pv2 = (((Valores_Conductor(1,
11) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 4)) ^ 2)) ^ (1 / 2))
    ElseIf Datos_Conductor(1, 4) = "HIELO ZONA B" Then pv2 = 0
    ElseIf Datos_Conductor(1, 4) = "HIELO ZONA C" Then pv2 = 0
    ElseIf Datos_Conductor(1, 4) = "HIELO ZONA C h>1500m" Then pv2 = 0
    ElseIf ((Datos_Conductor(1, 4) = "VIENTO 140 km/h" And (Datos_Conductor(1, 1) <>
"AISLADOS_HAZ" And Datos_Conductor(1, 1) <> "RECUBIERTOS")) Then pv2 =
    (((Valores_Conductor(1, 15) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 4)) ^ 2)) ^ (1 / 2))
    ElseIf (Datos_Conductor(1, 4) = "HIELO B + VIENTO 60km/h" And (Datos_Conductor(1, 1) <>
"AISLADOS_HAZ" And Datos_Conductor(1, 1) <> "RECUBIERTOS")) Then pv2 =
    (((Valores_Conductor(1, 16) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 12)) ^ 2)) ^ (1 / 2))
    ElseIf (Datos_Conductor(1, 4) = "HIELO C + VIENTO 60km/h" And (Datos_Conductor(1, 1) <>
"AISLADOS_HAZ" And Datos_Conductor(1, 1) <> "RECUBIERTOS")) Then pv2 =
    (((Valores_Conductor(1, 18) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 13)) ^ 2)) ^ (1 / 2))
    ElseIf (Datos_Conductor(1, 4) = "HIELO C h>1500m + VIENTO 60km/h" And
(Datos_Conductor(1, 1) <> "AISLADOS_HAZ" And Datos_Conductor(1, 1) <> "RECUBIERTOS")) Then
pv2 = (((Valores_Conductor(1, 20) ^ 2) - ((Valores_Conductor(1, 14)) ^ 2)) ^ (1 / 2))
    ElseIf Datos_Conductor(1, 4) = "PESO PROPIO SIN SOBRECARGA" Then pv2 = 0
End If
'ESCRIBIMOS LOS VALORES EN LA PANTALLA
li.Worksheets("ECC").Range("D6") = Valores_Conductor(1, 4)
li.Worksheets("ECC").Range("D8") = Peso_inicial
li.Worksheets("ECC").Range("D10") = Peso_final
li.Worksheets("ECC").Range("D12") = Valores_Conductor(1, 3)
li.Worksheets("ECC").Range("D14") = Valores_Conductor(1, 6)
li.Worksheets("ECC").Range("D16") = Valores_Conductor(1, 5)
li.Worksheets("ECC").Range("D29") = pv1
li.Worksheets("ECC").Range("D31") = pv2
'ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
End Sub
'CONDUCTORES AL1/ST1A
Public Sub Función_Conductor_AL1ST1A()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "\\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_AL1-AL1-ST1A-00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "27-AL1/4-ST1A LA 30" Then
    fila = 7

```



```

ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "47-AL1/8-ST1A LA 56" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "67-AL1/11-ST1A LA 78" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "100-AL1/17-ST1A" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "94-AL1/22-ST1A LA 110" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "119-AL1/28-ST1A LA 145" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "107-AL1/18-ST1A LA 125 PENGUIN" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "152-AL1/25-ST1A LA 175 OSTRICH" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "147-AL1/34-ST1A LA 180" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "242-AL1/39-ST1A LA 280 HAWK" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "337-AL1/44-ST1A LA 380 GULL" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "402-AL1/52-ST1A LA 455 CONDOR" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "483-AL1/33-ST1A LA 510 RAIL" Then fila = 19
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "485-AL1/63-ST1A LA 545 CARDINAL" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "806-AL1/56-ST1A LA 860 LAPWING" Then fila = 21
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "565-AL1/72-ST1A LA 635 FINCH" Then fila = 22
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LA-9506" Then fila = 23
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 24
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
  If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
    Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
    N = N + 1
  End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES LARL
Public Sub Función_Conductor_LARL()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_LARL_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 30" Then
  fila = 7
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 56" Then fila = 8
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 78" Then fila = 9
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 125 PENGUIN" Then fila = 10
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 145" Then fila = 11
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 175 OSTRICH" Then fila = 12
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 180" Then fila = 13
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL HAWK" Then fila = 14
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL GULL" Then fila = 15
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL CONDOR" Then fila = 16
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 510 RAIL" Then fila = 17
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL CARDINAL" Then fila = 18
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 600 (BLUEJAY)" Then fila = 19
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL FINCH" Then fila = 20
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 820 (PLOVER)" Then fila = 21
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 22
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
  If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
    Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
    N = N + 1
  End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL1
Public Sub Función_Conductor_AL_1()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer

```

```

Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "\\..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL1_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "28-AL1 (L 28)" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "43-AL1 (L 40)" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "55-AL1 (L 56)" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "76-AL1 (L 80)" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "117-AL1 (L 110)" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "148-AL1 (L 145)" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "188-AL1 (L 180)" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "279-AL1 (L 280)" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "381-AL1 (L 400)" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "454-AL1 (L 450)" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "547-AL1 (L 550)" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "638-AL1 (L 630)" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 19
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL3
Public Sub Función_Conductor_AL_3()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "\\..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL3_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "28-AL3 (D 28)" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "43-AL3 (D 40)" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "55-AL3 (D 56)" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "76-AL3 (D 80)" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "117-AL3 (D 110)" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "148-AL3 (D 145)" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "188-AL3 (D 180)" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "279-AL3 (D 280)" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "381-AL3 (D 400)" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "454-AL3 (D 450)" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "547-AL3 (D 550)" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "638-AL3 (D 630)" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 19
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL3/ST1A
Public Sub Función_Conductor_AL3_ST1A()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer

```

```

'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL3-ST1A_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "27-AL3/4-ST1A (DA 30)" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "47-AL3/8-ST1A (DA 56)" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "67-AL3/11-ST1A (DA 78)" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "94-AL3/22-ST1A (DA 110)" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "119-AL3/28-ST1A (DA 145)" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "147-AL3/34-ST1A (DA 180)" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "226-AL3/53-ST1A (DA 280)" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 14
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES ACERO
Public Sub Función_Conductor_ACERO()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_ACERO_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "6,3-S1A-7" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "10-S1A-7" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 8,9 (1+6) 2,97 A" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 9,8 (3+9) 2,37 A" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 11,8 (1+6+12) 2,37 A" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 6 (1+6) 2,0 A" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "16-SA1A-7" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "25-SA1A-7" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.9" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.8" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.7" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "ARLE 53" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "ARLE 83" Then fila = 19
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "T 50 (1+6)" Then fila = 20
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "T 70 (1+6)" Then fila = 21
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW 60 (1+6)" Then fila = 22
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "50-ST1A (AC-50)" Then fila = 23
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 24
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES COBRE
Public Sub Función_Conductor_COBRE()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores

```

```

Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Cu_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "C 10" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 16" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 25" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 35" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 50" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 70" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 95" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 120" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 150" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 185" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 235" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 300" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 400" Then fila = 19
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 500" Then fila = 20
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 21
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
    If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
        N = N + 1
    End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AISLADOS_HAZ
Public Sub Función_Conductor_HAZ()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\CablesAislados_HAZ_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X50 K Al + H16/50 Ac" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X95 K Al + H16/50 Ac" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X150 K Al + H16/50 Ac" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 18/30 kV 3X95 K Al + H25/50 Ac" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 18/30 kV 3X150 K Al + H25/50 Ac" Then fila =
11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 12
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
Valores_Conductor(1, 1) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 3)
'CARGA DE ROTURA
Valores_Conductor(1, 2) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 4)
'DIÁMETRO
Valores_Conductor(1, 3) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 5)
'SECCIÓN
Valores_Conductor(1, 4) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 7)
'PESO
Valores_Conductor(1, 5) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 8)
'ALFA
Valores_Conductor(1, 6) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 9)
'E
Valores_Conductor(1, 7) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 10)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 8) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 11)
'ALTURA H>1500 M
Valores_Conductor(1, 9) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 12)
'VIENTO 120
Valores_Conductor(1, 10) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
'VIENTO MITAD ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 11) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 12) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 14)
'HIELO B

```

```

    Valores_Conductor(1, 13) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 15)
'HIELO C
    Valores_Conductor(1, 14) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 16)
'HIELO C H>1500 m
    'Valores_Conductor(1, 15) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'VIENTO 140
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 16) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'HIELO B + VIENTO 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 17) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'e HB
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 18) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'HIELO C + VIENTO 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 19) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 24)
'e HC+VIENTO 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 20) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 25)
'HC H>1500 + VIENTO 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 21) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'e HC H>1500 + VIENTO 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 22) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 17)
'C VIENTO 120
    'Valores_Conductor(1, 23) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 28)
'C VIENTO MITAD
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 24) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'C VIENTO EXCEPCIONAL
    Valores_Conductor(1, 25) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 19)
'C HB
    Valores_Conductor(1, 26) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 20)
'C HC
    Valores_Conductor(1, 27) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'C HC >1500 m
    'Valores_Conductor(1, 28) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 33)
'C VIENTO 140
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 29) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 36)
'C HB + V 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 30) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 37)
'C HC + V 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 31) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 38)
'C HC >1500 m + V 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 32) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 41)
'K T Y H U>30
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 33) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 42)
'K T Y H U<30
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 34) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 44)
'K V U>30
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 35) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 45)
'K V U<30
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES RECUERTOS
Public Sub Función_Conductor_RECUBIERTOS()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\CablesAislados_RECUBIERTOS_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "PAS-50 (CCX 50-AL3 K 20 kV)" Then
        fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "PAS-120 (CCX 120-AL3 K 20 kV)" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "CCX-AL3-56" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "CCX-AL3-110" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 11
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    Valores_Conductor(1, 1) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 3)
'CARGA DE ROTURA
    Valores_Conductor(1, 2) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 4)
'DIÁMETRO
    Valores_Conductor(1, 3) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 5)
'SECCIÓN
    Valores_Conductor(1, 4) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 7)
'PESO
    Valores_Conductor(1, 5) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 8)
'ALFA
    Valores_Conductor(1, 6) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 9)
'E

```

```

    Valores_Conductor(1, 7) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 10)
'VIENTO EXCEPCIONAL
    Valores_Conductor(1, 8) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 11)
'ALTURA H>1500 M
    Valores_Conductor(1, 9) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 12)
'VIENTO 120
    Valores_Conductor(1, 10) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
'VIENTO MITAD
    Valores_Conductor(1, 11) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 14)
'VIENTO EXCEPCIONAL
    Valores_Conductor(1, 12) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 15)
'HIELO B
    Valores_Conductor(1, 13) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 16)
'HIELO C
    Valores_Conductor(1, 14) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 17)
'HIELO C H>1500 m
    'Valores_Conductor(1, 15) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'VIENTO 140
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 16) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'HIELO B + VIENTO 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 17) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'e HB
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 18) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'HIELO C + VIENTO 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 19) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 24)
'e HC+VIENTO 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 20) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 25)
'HC H>1500 + VIENTO 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 21) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'e HC H>1500 + VIENTO 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 22) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'C VIENTO 120
    Valores_Conductor(1, 23) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 19)
'C VIENTO MITAD
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 24) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 20)
'C VIENTO EXCEPCIONAL
    Valores_Conductor(1, 25) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'C HB
    Valores_Conductor(1, 26) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'C HC
    Valores_Conductor(1, 27) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'C HC >1500 m
    'Valores_Conductor(1, 28) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 33)
'C VIENTO 140
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 29) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 36)
'C HB + V 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 30) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 37)
'C HC + V 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 31) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 38)
'C HC >1500 m + V 60
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 32) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 41)
'K T Y H U>30
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 33) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'K T Y H U<30
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 34) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 44)
'K V U>30
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 35) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 28)
'K V U<30
    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES FIBRA ÓPTICA
Public Sub Función_Conductor_FIBRA()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim M As Integer
    Dim N As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "\\..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\Cables_FibraÓptica_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24 (57/24) 12" Then
        fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24 (66/32) 15" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 48-96 (82/32) 17" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24-48-96 (106/62) 26" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (53/32) 15" Then fila = 11

```

```
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (74/34) 17" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (106/63) 25" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-12-24/0" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-24/0" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-48/0 OPGW-16-36/12" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-80/0 OPGW-16-64/16" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-90/0 OPGW-16-72/18" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-24" Then fila = 19
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-48/0 FOADK-36/12" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-80/0 FOADK-64/16" Then fila = 21
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-90/0 FOADK-72/18" Then fila = 22
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..24" Then fila = 23
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..48" Then fila = 24
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..64" Then fila = 25
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..24 F" Then fila = 26
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..48 F" Then fila = 27
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..64 F" Then fila = 28
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 29
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For M = 3 To 45
  If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
    Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
    N = N + 1
  End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
```

11.14 APLICACIÓN ESTAQUILLAS.XLSM

Para el replanteo de apoyos es necesario marcar con unas estaquillas la dirección a la que deben alinearse para su correcto montaje. Los apoyos de ángulo se replantarán mediante cinco estaquillas que se dispondrán en cruz, dos de ellas según la dirección de la bisectriz del ángulo que forma la línea, y otras dos en la perpendicular a ella, pasando por la estaquilla central que indicará la proyección del eje vertical del apoyo. Los apoyos de alineación y fin de línea quedarán definidos como mínimo, por una estaquilla central y cuatro más que estarán, dos alineadas en la dirección de la línea y dos en la dirección perpendicular.

En ocasiones no se tiene un levantamiento previo, y por tanto no se puede obtener con anterioridad los puntos de ubicación de las estaquillas. En los apoyos de alineación y fin de línea, con una estación total o con un equipo GPS, se puede calcular in situ la ubicación de las estaquillas. Pero con los apoyos de ángulo esto no es posible y tendríamos que tener un ordenador para dibujar los puntos y así obtener la ubicación de las estaquillas. Esto no sería necesario si dispusiéramos de un móvil o una Tablet con el programa Excel.

La aplicación Estaquillas.xlsm calcula los puntos de ubicación de las estaquillas en los apoyos. Para ello hay que tomar el punto central del apoyo anterior (punto 1), del propio apoyo que se va a estaquillar (punto 2), y del siguiente apoyo (punto 3). También hay que introducir la distancia desde el punto central del apoyo a cada una de las cuatro estaquillas.

Esta aplicación está desarrollada con Microsoft Excel 2010 en el lenguaje de programación Visual Basic (VBA).

11.14.1 DATOS NECESARIOS

- Coordenadas del Punto 1 (x,y) [m].
- Coordenadas del Punto 2 (x,y) [m].
- Coordenadas del Punto 3 (x,y) [m].
- Distancia de la estaca A al centro del apoyo [m].
- Distancia de la estaca B al centro del apoyo [m].
- Distancia de la estaca C al centro del apoyo [m].
- Distancia de la estaca D al centro del apoyo [m].

11.14.2 CÓDIGO

```
Option Explicit

Public Sub ESTACAS()

'Declaración de variables
Dim P1_x As Double
Dim P1_y As Double
Dim P2_x As Double
Dim P2_y As Double
Dim P3_x As Double
Dim P3_y As Double
Dim Dist_A As Double
Dim Dist_B As Double
Dim Dist_C As Double
Dim Dist_D As Double
Dim P1_x_2 As Double
Dim P1_y_2 As Double
```



```

Dim P2_x_2 As Double
Dim P2_y_2 As Double
Dim P3_x_2 As Double
Dim P3_y_2 As Double
Dim P1_x_3 As Double
Dim P1_y_3 As Double
Dim P2_x_3 As Double
Dim P2_y_3 As Double
Dim P3_x_3 As Double
Dim P3_y_3 As Double
Dim ángulo_1 As Double
Dim alfa As Double
Dim pi As Double
Dim L3 As Double
Dim ángulo_3 As Double
Dim ángulo_3_3 As Double
Dim Estaca_A_X_unitaria As Double
Dim Estaca_A_Y_unitaria As Double
Dim Estaca_B_X_unitaria As Double
Dim Estaca_B_Y_unitaria As Double
Dim Estaca_C_X_unitaria As Double
Dim Estaca_C_Y_unitaria As Double
Dim Estaca_D_X_unitaria As Double
Dim Estaca_D_Y_unitaria As Double
Dim Estaca_A_X_girada As Double
Dim Estaca_A_Y_girada As Double
Dim Estaca_B_X_girada As Double
Dim Estaca_B_Y_girada As Double
Dim Estaca_C_X_girada As Double
Dim Estaca_C_Y_girada As Double
Dim Estaca_D_X_girada As Double
Dim Estaca_D_Y_girada As Double
Dim Estaca_A_X As Double
Dim Estaca_A_Y As Double
Dim Estaca_B_X As Double
Dim Estaca_B_Y As Double
Dim Estaca_C_X As Double
Dim Estaca_C_Y As Double
Dim Estaca_D_X As Double
Dim Estaca_D_Y As Double
Dim Alfa_b As Double
Dim Alfa_d As Double
Dim Alfa_f As Double
Dim Alfa_h As Double
Dim Est As ThisWorkbook
'-----VARIABLES WORKBOOK-----
Set Est = ThisWorkbook
'-----ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False

'CONTROL DE ERRORES
On Error GoTo ErrorCálculo

'Creamos pi
pi = 4 * Atn(1)

'1-DATOS
P1_x = Est.Worksheets("ESTACAS").Range("c4").Value
P1_y = Est.Worksheets("ESTACAS").Range("d4").Value
P2_x = Est.Worksheets("ESTACAS").Range("c5").Value
P2_y = Est.Worksheets("ESTACAS").Range("d5").Value
P3_x = Est.Worksheets("ESTACAS").Range("c6").Value
P3_y = Est.Worksheets("ESTACAS").Range("d6").Value
Dist_A = Est.Worksheets("ESTACAS").Range("c8").Value
Dist_B = Est.Worksheets("ESTACAS").Range("c9").Value
Dist_C = Est.Worksheets("ESTACAS").Range("c10").Value
Dist_D = Est.Worksheets("ESTACAS").Range("c11").Value

'2-CAMBIO DEL ORIGEN DEL SIST. DE REFERENCIA AL PUNTO 2
P1_x_2 = P1_x - P2_x
P1_y_2 = P1_y - P2_y
P2_x_2 = 0
P2_y_2 = 0
P3_x_2 = P3_x - P2_x
P3_y_2 = P3_y - P2_y

```

```

'3-CÁLCULO DEL ÁNGULO DEL PUNTO 1
ángulo_1 = Ángulo(P1_x_2, P1_y_2)
alfa = pi - ángulo_1

'4-GIRAR LOS PUNTOS P1, P2 Y P3 (P1 a 180°)
'4.1-Cálculo de L3 (Longitud desde el punto 3 al punto 2)
L3 = (P3_x_2 ^ 2 + P3_y_2 ^ 2) ^ (1 / 2)
'4.2-Cálculo de ángulo_3_2
ángulo_3 = Ángulo(P3_x_2, P3_y_2)
'4.3-Cálculo de ángulo_3_3
ángulo_3_3 = ángulo_3 + alfa
'4.4-P1, P2 y P3 girados respecto a P1 a 180°
P1_x_3 = (-1) * (P1_x_2 ^ 2 + P1_y_2 ^ 2) ^ (1 / 2)
P1_y_3 = 0
P2_x_3 = 0
P2_y_3 = 0
P3_x_3 = L3 * Cos(ángulo_3_3)
P3_x_3 = Round(P3_x_3, 10) 'Para solucionar el problema con el redondeo
P3_y_3 = L3 * Sin(ángulo_3_3)
P3_y_3 = Round(P3_y_3, 10) 'Para solucionar el problema con el redondeo

'5-CÁLCULO DE LAS ESTACAS
If (P3_x_3 < 0) And (P3_y_3 = 0) Then
'Opción a)
'ERROR, más adelante se escribirá error
ElseIf ((P3_x_3 = 0) And (P3_y_3 > 0)) Or ((P3_x_3 = 0) And (P3_y_3 < 0)) Then
'Opción c) y g)
Estaca_A_X_unitaria = Cos(135 * pi / 180)
Estaca_A_Y_unitaria = Sin(135 * pi / 180)
Estaca_B_X_unitaria = Cos(45 * pi / 180)
Estaca_B_Y_unitaria = Sin(45 * pi / 180)
Estaca_C_X_unitaria = Cos(225 * pi / 180)
Estaca_C_Y_unitaria = Sin(225 * pi / 180)
Estaca_D_X_unitaria = Cos(315 * pi / 180)
Estaca_D_Y_unitaria = Sin(315 * pi / 180)
ElseIf (P3_x_3 > 0) And (P3_y_3 = 0) Then 'Opción e)
Estaca_A_X_unitaria = -1
Estaca_A_Y_unitaria = 0
Estaca_B_X_unitaria = 0
Estaca_B_Y_unitaria = 1
Estaca_C_X_unitaria = 0
Estaca_C_Y_unitaria = -1
Estaca_D_X_unitaria = 1
Estaca_D_Y_unitaria = 0
ElseIf (P3_x_3 < 0) And (P3_y_3 > 0) Then 'Opción b)
Alfa_b = Application.WorksheetFunction.Acos((P1_x_3 * P3_x_3 + P1_y_3 *
P3_y_3) / (((P1_x_3 ^ 2 + P1_y_3 ^ 2) ^ (1 / 2)) * ((P3_x_3 ^ 2 + P3_y_3 ^ 2) ^ (1 / 2))))
Estaca_A_X_unitaria = -Cos(Alfa_b / 2)
Estaca_A_Y_unitaria = Sin(Alfa_b / 2)
Estaca_B_X_unitaria = Cos(pi / 2 - Alfa_b / 2)
Estaca_B_Y_unitaria = Sin(pi / 2 - Alfa_b / 2)
Estaca_C_X_unitaria = Cos(-pi / 2 - Alfa_b / 2)
Estaca_C_Y_unitaria = Sin(-pi / 2 - Alfa_b / 2)
Estaca_D_X_unitaria = Cos(-Alfa_b / 2)
Estaca_D_Y_unitaria = Sin(-Alfa_b / 2)
ElseIf (P3_x_3 > 0) And (P3_y_3 > 0) Then 'Opción d)
Alfa_d = Application.WorksheetFunction.Acos(((P3_x_3) / (((P3_x_3 ^ 2
+ P3_y_3 ^ 2) ^ (1 / 2))))
Estaca_A_X_unitaria = Cos(Alfa_d / 2 + pi / 2)
Estaca_A_Y_unitaria = Sin(Alfa_d / 2 + pi / 2)
Estaca_B_X_unitaria = Cos(Alfa_d / 2)
Estaca_B_Y_unitaria = Sin(Alfa_d / 2)
Estaca_C_X_unitaria = Cos(pi + Alfa_d / 2)
Estaca_C_Y_unitaria = Sin(pi + Alfa_d / 2)
Estaca_D_X_unitaria = Cos(3 * pi / 2 + Alfa_d / 2)
Estaca_D_Y_unitaria = Sin(3 * pi / 2 + Alfa_d / 2)
ElseIf (P3_x_3 > 0) And (P3_y_3 < 0) Then 'Opción f)
Alfa_f = Application.WorksheetFunction.Acos((P3_x_3) / (((P3_x_3 ^ 2
+ P3_y_3 ^ 2) ^ (1 / 2))))
Estaca_A_X_unitaria = Cos(pi - Alfa_f / 2)
Estaca_A_Y_unitaria = Sin(pi - Alfa_f / 2)
Estaca_B_X_unitaria = Cos(pi / 2 - Alfa_f / 2)
Estaca_B_Y_unitaria = Sin(pi / 2 - Alfa_f / 2)
Estaca_C_X_unitaria = Cos(3 * pi / 2 - Alfa_f / 2)
Estaca_C_Y_unitaria = Sin(3 * pi / 2 - Alfa_f / 2)
Estaca_D_X_unitaria = Cos(-Alfa_f / 2)
Estaca_D_Y_unitaria = Sin(-Alfa_f / 2)

```

```

ElseIf (P3_x_3 < 0) And (P3_y_3 < 0) Then 'Opción h)
    Alfa_h = Application.WorksheetFunction.Acos((P1_x_3 * P3_x_3 +
P1_y_3 * P3_y_3) / (((P1_x_3 ^ 2 + P1_y_3 ^ 2) ^ (1 / 2)) * ((P3_x_3 ^ 2 + P3_y_3 ^ 2) ^ (1
/ 2))))
    Estaca_A_X_unitaria = Cos(Alfa_h / 2 + pi / 2)
    Estaca_A_Y_unitaria = Sin(Alfa_h / 2 + pi / 2)
    Estaca_B_X_unitaria = Cos(Alfa_h / 2)
    Estaca_B_Y_unitaria = Sin(Alfa_h / 2)
    Estaca_C_X_unitaria = Cos(pi + Alfa_h / 2)
    Estaca_C_Y_unitaria = Sin(pi + Alfa_h / 2)
    Estaca_D_X_unitaria = Cos(3 * pi / 2 + Alfa_h / 2)
    Estaca_D_Y_unitaria = Sin(3 * pi / 2 + Alfa_h / 2)
End If

'6-GIRAR PUNTOS DE LAS ESTACAS
'6.1-Cálculo del ángulo de las estacas
Ángulo_A = Ángulo(Estaca_A_X_unitaria, Estaca_A_Y_unitaria)
Ángulo_B = Ángulo(Estaca_B_X_unitaria, Estaca_B_Y_unitaria)
Ángulo_C = Ángulo(Estaca_C_X_unitaria, Estaca_C_Y_unitaria)
Ángulo_D = Ángulo(Estaca_D_X_unitaria, Estaca_D_Y_unitaria)

'6.2-Cálculo de las estacas
Estaca_A_X_girada = Dist_A * Cos(Ángulo_A - alfa)
Estaca_A_Y_girada = Dist_A * Sin(Ángulo_A - alfa)
Estaca_B_X_girada = Dist_B * Cos(Ángulo_B - alfa)
Estaca_B_Y_girada = Dist_B * Sin(Ángulo_B - alfa)
Estaca_C_X_girada = Dist_C * Cos(Ángulo_C - alfa)
Estaca_C_Y_girada = Dist_C * Sin(Ángulo_C - alfa)
Estaca_D_X_girada = Dist_D * Cos(Ángulo_D - alfa)
Estaca_D_Y_girada = Dist_D * Sin(Ángulo_D - alfa)

'7-LLEVAR LOS PUNTOS DE LAS ESTACAS AL SISTEMA DE REFERENCIA ORIGINAL
Estaca_A_X = Estaca_A_X_girada + P2_x
Estaca_A_Y = Estaca_A_Y_girada + P2_y
Estaca_B_X = Estaca_B_X_girada + P2_x
Estaca_B_Y = Estaca_B_Y_girada + P2_y
Estaca_C_X = Estaca_C_X_girada + P2_x
Estaca_C_Y = Estaca_C_Y_girada + P2_y
Estaca_D_X = Estaca_D_X_girada + P2_x
Estaca_D_Y = Estaca_D_Y_girada + P2_y

'8-ESCRIBIR RESULTADOS
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("L5") = Estaca_A_X
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("M5") = Estaca_A_Y
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("L6") = Estaca_B_X
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("M6") = Estaca_B_Y
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("L7") = Estaca_C_X
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("M7") = Estaca_C_Y
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("L8") = Estaca_D_X
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("M8") = Estaca_D_Y
If ((P3_x_3 < 0) And (P3_y_3 = 0)) Or ((P3_x_3 < 0) And (P3_y_3 = 0)) Or ((P1_x = P2_x) And
(P1_y = P2_y)) Or ((P3_x = P2_x) And (P3_y = P2_y)) Or ((P1_x = P3_x) And (P1_y = P3_y))
Then
    Est.Worksheets("ESTACAS").Range("L5") = "ERROR"
    Est.Worksheets("ESTACAS").Range("M5") = "ERROR"
    Est.Worksheets("ESTACAS").Range("L6") = "ERROR"
    Est.Worksheets("ESTACAS").Range("M6") = "ERROR"
    Est.Worksheets("ESTACAS").Range("L7") = "ERROR"
    Est.Worksheets("ESTACAS").Range("M7") = "ERROR"
    Est.Worksheets("ESTACAS").Range("L8") = "ERROR"
    Est.Worksheets("ESTACAS").Range("M8") = "ERROR"
End If
'COMPROBACIÓN Escribimos los valores datos y calculados
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R3") = P1_x
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R4") = P1_y
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R5") = P2_x
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R6") = P2_y
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R7") = P3_x
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R8") = P3_y
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R9") = Dist_A
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R10") = Dist_B
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R11") = Dist_C
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R12") = Dist_D
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R13") = P1_x_2
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R14") = P1_y_2
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R15") = P2_x_2
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R16") = P2_y_2

```

```

Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R17") = P3_x_2
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R18") = P3_y_2
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R19") = ángulo_1
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R20") = alfa
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R21") = L3
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R22") = ángulo_3
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R23") = ángulo_3_3
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R24") = P1_x_3
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R25") = P1_y_3
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R26") = P2_x_3
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R27") = P2_y_3
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R28") = P3_x_3
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R29") = P3_y_3
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R30") = Estaca_A_X_unitaria
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R31") = Estaca_A_Y_unitaria
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R32") = Estaca_B_X_unitaria
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R33") = Estaca_B_Y_unitaria
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R34") = Estaca_C_X_unitaria
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R35") = Estaca_C_Y_unitaria
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R36") = Estaca_D_X_unitaria
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R37") = Estaca_D_Y_unitaria
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R38") = Alfa_b
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R39") = Alfa_d
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R40") = Alfa_f
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R41") = Alfa_h
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R42") = Estaca_A_X_girada
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R43") = Estaca_A_Y_girada
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R44") = Estaca_B_X_girada
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R45") = Estaca_B_Y_girada
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R46") = Estaca_C_X_girada
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R47") = Estaca_C_Y_girada
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R48") = Estaca_D_X_girada
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R49") = Estaca_D_Y_girada
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R50") = Estaca_A_X
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R51") = Estaca_A_Y
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R52") = Estaca_B_X
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R53") = Estaca_B_Y
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R54") = Estaca_C_X
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R55") = Estaca_C_Y
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R56") = Estaca_D_X
Est.Worksheets("ESTACAS").Range("R57") = Estaca_D_Y
'-----ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
Exit Sub
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo: MsgBox ("ERROR EN EL CÁLCULO")
Resume Next

End Sub

'FUNCIÓN PARA CALCULAR EL ÁNGULO DE UN PUNTO RESPECTO EL ORIGEN
Public Function Ángulo(x As Double, y As Double) As Double
Dim pi As Double
'Creamos pi
pi = 4 * Atn(1)
If x = 0 And y = 0 Then 'Condición i)
'Ángulo = "Error"
ElseIf x < 0 And y = 0 Then 'Condición a)
Ángulo = pi
ElseIf x < 0 And y > 0 Then 'Condición b)
Ángulo = Atn(y / x) + pi
ElseIf x = 0 And y > 0 Then 'Condición c)
Ángulo = pi / 2
ElseIf x > 0 And y > 0 Then 'Condición d)
Ángulo = Atn(y / x)
ElseIf x > 0 And y = 0 Then 'Condición e)
Ángulo = 0
ElseIf x > 0 And y < 0 Then 'Condición f)
Ángulo = Atn(y / x)
ElseIf x = 0 And y < 0 Then 'Condición g)
Ángulo = 3 * pi / 2
ElseIf x < 0 And y < 0 Then 'Condición h)
Ángulo = Atn(y / x) + pi

End If

End Function

```

11.15 APLICACIÓN REGULADO CONDUCTOR-FLECHA.XLSM

La aplicación calcula la coordenada Z del conductor en un vano y su ángulo [°] correspondiente en la estación topográfica. Esto es necesario para fijar una flecha determinada y así realizar un correcto regulado del conductor. Se consigue fijar una longitud de vano más exacta que la que está indicada en el proyecto, ya que parte de la ubicación correcta de los apoyos y se calcula la catenaria con la tensión indicada. Con esta aplicación y junto con la estación topográfica es posible fijar una flecha en el vano de forma más precisa que utilizando el método de la visual directa.

En ocasiones, por la orografía del terreno, no es posible ubicar la estación topográfica en un punto que visualmente alcance todo el vano. En estos casos habrá que utilizar el método de la visual tangente o visual horizontal.

La aplicación da la posibilidad de fijar la altura del conductor en tres puntos posibles:

- En el punto del conductor donde se produce la flecha.
- En un punto del conductor a una distancia del apoyo 1.
- En un punto del conductor a una distancia del apoyo 2.

11.15.1 DATOS NECESARIOS

- Coordenadas del apoyo 1 (x, y, z) [m].
- Altura del apoyo 1 [m].
- Coordenadas de la estación topográfica (x, y, z) [m].
- Altura de la estación topográfica [m].
- Coordenadas del apoyo 2 (x, y, z) [m].
- Altura del apoyo 2 [m].
- Distancia del conductor al apoyo 1 [m].
- Distancia del conductor al apoyo 2 [m].
- T_h , tensión del conductor [daN].
- p, peso del conductor [daN,m].

Si desde la estación topográfica es posible ubicar directamente el punto de amarre del conductor en el apoyo, no hará falta indicar la altura del apoyo. Si introducimos las coordenadas del prisma de la estación topográfica, tampoco será necesario introducir la altura de esta.

11.15.2 POSIBLES ERRORES

- La coordenada X del apoyo 1 debe ser menor que la coordenada X del apoyo 2.
- En ciertos ejemplos realizados con CAD, el número de decimales puede ser importante, y puede provocar diferencias entre la aplicación y el dibujo.
- La catenaria dibujada en CAD debe realizarse con los ejes X-Y en el plano contenido por los apoyos o puntos de amarre. Siendo perpendiculares, el plano X horizontal y el plano Y vertical. Esto último con Autocad puede ser complicado.

- La catenaria dibujada en CAD tiene que ser con suficiente precisión (valor de incremento en X), si no pueden producirse diferencias.
- En el programa de CAD, las coordenadas deben de estar referidas al SCP real.

11.15.3 CÓDIGO

```

Option Explicit

Public Sub REGULADO_CONDUCTORES()

'DECLARACIÓN DE VARIABLES
'Datos
Dim AP1_X As Double
Dim AP1_Y As Double
Dim AP1_Z As Double
Dim AP2_X As Double
Dim AP2_Y As Double
Dim AP2_Z As Double
Dim ESTACIÓN_X As Double
Dim ESTACIÓN_Y As Double
Dim ESTACIÓN_Z As Double
Dim Altura_Estación As Double
Dim Altura_AP1 As Double
Dim Altura_AP2 As Double
Dim Dist_AP1 As Double
Dim Dist_AP2 As Double
Dim Th As Double
Dim p As Double
'Valores necesarios
Dim a As Double
Dim d As Double
Dim h As Double
Dim z As Double
Dim Xm As Double
Dim X1 As Double
Dim Z1 As Double
Dim X2 As Double
Dim Z2 As Double
Dim Xf As Double
Dim Zf As Double
Dim Zf_catenaria_Ap1 As Double
Dim Zf_catenaria_Ap2 As Double
Dim Zm_Ap1 As Double
Dim Zm_Ap2 As Double
Dim Z_flecha_Ap1_catenaria As Double
Dim Z_flecha_Ap2_catenaria As Double
Dim Punto_Min As Integer
Dim Punto_Max As Integer
Dim dist_ap_min As Double
Dim dist_ap_max As Double
Dim dist_ap_flecha As Double
Dim Xmin As Double
Dim Ymin As Double
Dim Xmax As Double
Dim Ymax As Double
Dim Xmin_origen As Double
Dim Ymin_origen As Double
Dim Xmax_origen As Double
Dim Ymax_origen As Double
Dim pi As Double
Dim ángulo_dato As Double
Dim X_aux_Ap1 As Double
Dim Y_aux_Ap1 As Double
Dim X_aux_Ap2 As Double
Dim Y_aux_Ap2 As Double
Dim X_aux_Ap_min As Double
Dim Y_aux_Ap_min As Double
Dim X_aux_Ap_max As Double
Dim Y_aux_Ap_max As Double
Dim X_aux_flecha As Double
Dim Y_aux_flecha As Double
Dim T_1 As Double
Dim T_2 As Double
Dim T_FLECHA As Double

```

```

Dim Dr_Ap_1 As Double
Dim Dr_Ap_2 As Double
Dim Dr_flecha As Double
'Resultados
Dim Z_Ap1 As Double
Dim Ángulo_Ap1 As Double
Dim Z_Ap2 As Double
Dim Ángulo_Ap2 As Double
Dim Dist_flecha_Ap1 As Double
Dim Dist_flecha_Ap2 As Double
Dim Z_flecha_Ap1 As Double
Dim Z_flecha_Ap2 As Double
Dim ángulo_flecha As Double
Dim flecha As Double
Dim flecha_ap1 As Double
Dim flecha_ap2 As Double
Dim Z_flecha_terreno_1 As Double
Dim Z_flecha_terreno_2 As Double
Dim Regulado As ThisWorkbook
'-----VARIABLES WORKBOOK-----
Set Regulado = ThisWorkbook
'-----ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False

'Creamos pi
pi = 4 * Atn(1)

'1-DATOS
AP1_X = Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("B9").Value
AP1_Y = Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("C9").Value
AP1_Z = Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("D9").Value
AP2_X = Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("H9").Value
AP2_Y = Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("I9").Value
AP2_Z = Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("J9").Value
ESTACIÓN_X = Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("E9").Value
ESTACIÓN_Y = Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("F9").Value
ESTACIÓN_Z = Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("G9").Value
Altura_Estación = Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("E11").Value
Altura_AP1 = Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("B11").Value
Altura_AP2 = Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("H11").Value
Dist_AP1 = Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("B13").Value
Dist_AP2 = Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("H13").Value
Th = Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("B15").Value
p = Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("G15").Value

'2-CÁLCULOS DE VALORES NECESARIOS
a = ((AP2_Y - AP1_Y) ^ 2 + (AP2_X - AP1_X) ^ 2) ^ (1 / 2)
d = (AP2_Z + Altura_AP2) - (AP1_Z + Altura_AP1)
h = Th / p
z = d / (2 * h * Application.WorksheetFunction.Sinh(a / (2 * h)))
Xm = h * Log(Abs(z + (z ^ 2 + 1) ^ (1 / 2)))
X1 = Xm - a / 2
Z1 = h * Application.WorksheetFunction.Cosh(X1 / h)
X2 = Xm + a / 2
Z2 = h * Application.WorksheetFunction.Cosh(X2 / h)
Xf = h * Log(Abs(d / a + ((d / a) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2)))
Zf = h * Application.WorksheetFunction.Cosh(Xf / h)
flecha = Z2 - Zf - (X2 - Xf) * (d / a)
Dist_flecha_Ap1 = Xf - X1
Dist_flecha_Ap2 = X2 - Xf
Z_flecha_terreno_1 = AP1_Z + Altura_AP1 + Dist_flecha_Ap1 * d / a - flecha
Z_flecha_terreno_2 = AP2_Z + Altura_AP2 - Dist_flecha_Ap2 * d / a - flecha
Zf_catenaria_Ap1 = Z1 + Dist_flecha_Ap1 * d / a - flecha
Zf_catenaria_Ap2 = Z2 - Dist_flecha_Ap2 * d / a - flecha
Zm_Ap1 = h * Application.WorksheetFunction.Cosh((X1 + Dist_AP1) / h)
Zm_Ap2 = h * Application.WorksheetFunction.Cosh((X2 - Dist_AP2) / h)
flecha_ap1 = Z2 - Zm_Ap1 - (X2 - (X2 - (a - Dist_AP1))) * d / a
flecha_ap2 = Z2 - Zm_Ap2 - (X2 - (X2 - Dist_AP2)) * d / a
Z_flecha_Ap1 = AP1_Z + Altura_AP1 + Dist_AP1 * d / a - flecha_ap1
Z_flecha_Ap2 = AP2_Z + Altura_AP2 - Dist_AP2 * d / a - flecha_ap2
Z_flecha_Ap1_catenaria = Z1 + Dist_AP1 * d / a - flecha_ap2
Z_flecha_Ap2_catenaria = Z2 - Dist_AP2 * d / a - flecha_ap2

'3-CÁLCULO DEL ÁNGULO [g] PARA LA ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
'3.1-¿Cual es el Punto Min respecto al eje X?. 1=Punto 1      2=Punto 2      Para la variable
Punto_Min

```

```

If AP1_X <= AP2_X Then
    Punto_Min = 1
    Xmin = AP1_X
    Ymin = AP1_Y
    Xmax = AP2_X
    Ymax = AP2_Y
Else
    Punto_Max = 2
    Xmin = AP2_X
    Ymin = AP2_Y
    Xmax = AP1_X
    Ymax = AP1_Y
End If
'3.2-Seleccionamos la distancia del punto al apoyo para la coordenada Xmin y Xmax
If Punto_Min = 1 Then
    dist_ap_min = Dist_AP1
    dist_ap_max = Dist_AP2
    dist_ap_flecha = Dist_flecha_Ap1
Else
    dist_ap_min = Dist_AP2
    dist_ap_max = Dist_AP1
    dist_ap_flecha = Dist_flecha_Ap2
End If
'3.3-Desplazamos el origen de coordenadas al Xmin,Ymin
Xmin_origen = 0
Ymin_origen = 0
Xmax_origen = Xmax - Xmin
Ymax_origen = Ymax - Ymin
'3.4-Cáculamos el ángulo entre los dos puntos (X/Y) donde se encuentran los apoyos
ángulo_dato = ángulo(Xmax_origen, Ymax_origen)
ángulo_flecha = ángulo(Xmax_origen, Ymax_origen)
'3.5-Calculamos el incremento en X e Y
X_aux_Ap_min = Xmin + Cos(ángulo_dato) * dist_ap_min
Y_aux_Ap_min = Ymin + Sin(ángulo_dato) * dist_ap_min
X_aux_Ap_max = Xmin + Cos(ángulo_dato) * (a - dist_ap_max)
Y_aux_Ap_max = Ymin + Sin(ángulo_dato) * (a - dist_ap_max)
X_aux_flecha = Xmin + Cos(ángulo_dato) * dist_ap_flecha
Y_aux_flecha = Ymin + Sin(ángulo_dato) * dist_ap_flecha
'3.6-Calculamos Dr
If Punto_Min = 1 Then
    Dr_Ap_1 = ((ESTACIÓN_Y - Y_aux_Ap_min) ^ 2 + (ESTACIÓN_X - X_aux_Ap_min) ^ 2) ^ (1 / 2)
    Dr_Ap_2 = ((ESTACIÓN_Y - Y_aux_Ap_max) ^ 2 + (ESTACIÓN_X - X_aux_Ap_max) ^ 2) ^ (1 / 2)
Else
    Dr_Ap_2 = ((ESTACIÓN_Y - Y_aux_Ap_min) ^ 2 + (ESTACIÓN_X - X_aux_Ap_min) ^ 2) ^ (1 / 2)
    Dr_Ap_1 = ((ESTACIÓN_Y - Y_aux_Ap_max) ^ 2 + (ESTACIÓN_X - X_aux_Ap_max) ^ 2) ^ (1 / 2)
End If
Dr_flecha = ((ESTACIÓN_Y - Y_aux_flecha) ^ 2 + (ESTACIÓN_X - X_aux_flecha) ^ 2) ^ (1 / 2)
'3.7-Calculamos T
T_1 = Z_flecha_Ap1 - (ESTACIÓN_Z + Altura_Estación)
T_2 = Z_flecha_Ap2 - (ESTACIÓN_Z + Altura_Estación)
T_FLECHA = Z_flecha_terreno_1 - (ESTACIÓN_Z + Altura_Estación)
'3.8-Calculamos el ángulo necesario para la estación
If ((Application.WorksheetFunction.Atan2(T_1, Dr_Ap_1) * 200 / pi) < 0) Then
    Ángulo_Ap1 = Application.WorksheetFunction.Atan2(T_1, Dr_Ap_1) * 200 / pi + 200
Else
    Ángulo_Ap1 = Application.WorksheetFunction.Atan2(T_1, Dr_Ap_1) * 200 / pi
End If
If ((Application.WorksheetFunction.Atan2(T_2, Dr_Ap_2) * 200 / pi) < 0) Then
    Ángulo_Ap2 = Application.WorksheetFunction.Atan2(T_2, Dr_Ap_2) * 200 / pi + 200
Else
    Ángulo_Ap2 = Application.WorksheetFunction.Atan2(T_2, Dr_Ap_2) * 200 / pi
End If
If ((Application.WorksheetFunction.Atan2(T_FLECHA, Dr_flecha) * 200 / pi) < 0) Then
    ángulo_flecha = Application.WorksheetFunction.Atan2(T_FLECHA, Dr_flecha) * 200 / pi +
200
Else
    ángulo_flecha = Application.WorksheetFunction.Atan2(T_FLECHA, Dr_flecha) * 200 / pi
End If

'4-RESULTADOS
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("E23") = Z_flecha_terreno_1
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("D23") = Dist_flecha_Ap1
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("H23") = Dist_flecha_Ap2
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("D26") = flecha
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("I26") = flecha_ap2
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("B26") = flecha_ap1
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("B23") = Z_flecha_Ap1

```



```
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("I23") = Z_flecha_Ap2
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("C23") = Ángulo_Ap1
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("J23") = Ángulo_Ap2
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("F23") = ángulo_flecha
```

'5-COMPROBACIÓN Escribimos los valores datos y calculados

```
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA9") = a
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA11") = d
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA12") = h
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA15") = z
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA16") = Xm
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA17") = X1
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA18") = Z1
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA19") = X2
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA20") = Z2
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA22") = Xf
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA23") = Zf
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA24") = flecha
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA26") = Dist_flecha_Ap1
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA27") = Dist_flecha_Ap2
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA28") = Z_flecha_terreno_1
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA29") = Z_flecha_terreno_2
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA30") = Zf_catenaria_Ap1
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA31") = Zf_catenaria_Ap2
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA34") = Zm_Ap1
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA35") = Zm_Ap2
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA36") = flecha_ap2
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA37") = flecha_ap1
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA38") = Z_flecha_Ap1
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA39") = Z_flecha_Ap2
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA40") = Z_flecha_Ap1_catenaria
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AA41") = Z_flecha_Ap2_catenaria
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AE40") = Xmin
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AF40") = Ymin
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AG40") = Xmax
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AH40") = Ymax
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AE43") = dist_ap_min
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AF43") = dist_ap_max
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AE46") = Xmin_origen
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AF46") = Ymin_origen
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AG46") = Xmax_origen
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AH46") = Ymax_origen
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AE50") = ángulo_dato
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("V46") = X_aux_Ap_min
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("W46") = Y_aux_Ap_min
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("Y46") = X_aux_Ap_max
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("Z46") = Y_aux_Ap_max
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AD34") = Dr_Ap_1
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AD35") = Dr_Ap_2
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("W60") = T_1
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("Z60") = T_2
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("W63") = Ángulo_Ap1
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("Z63") = Ángulo_Ap2
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AB54") = X_aux_flecha
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AC54") = Y_aux_flecha
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AF58") = Dr_flecha
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AB58") = T_FLECHA
Regulado.Worksheets("REGULADO").Range("AC60") = ángulo_flecha
```

'-----ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO-----'

```
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
```

End Sub

'FUNCIÓN PARA CALCULAR EL ÁNGULO DE UN PUNTO RESPECTO DEL ORIGEN

Public Function ángulo(x As Double, y As Double) As Double

Dim pi As Double

'Creamos pi

pi = 4 * Atn(1)

If x = 0 And y = 0 Then 'Condición i)

'Ángulo = "Error"

ElseIf x < 0 And y = 0 Then 'Condición a)

ángulo = pi

ElseIf x < 0 And y > 0 Then 'Condición b)

ángulo = Atn(y / x) + pi

```
ElseIf x = 0 And y > 0 Then 'Condición c)
  ángulo = pi / 2
ElseIf x > 0 And y > 0 Then 'Condición d)
  ángulo = Atn(y / x)
ElseIf x > 0 And y = 0 Then 'Condición e)
  ángulo = 0
ElseIf x > 0 And y < 0 Then 'Condición f)
  ángulo = Atn(y / x)
ElseIf x = 0 And y < 0 Then 'Condición g)
  ángulo = 3 * pi / 2
ElseIf x < 0 And y < 0 Then 'Condición h)
  ángulo = Atn(y / x) + pi

End If

End Function
```

11.16 CÁLCULO DEL PARÁMETRO ELÉCTRICO R'

Con el programa Microsoft Excel 2010 se han realizado unas tablas de cálculo para determinar el parámetro R', para cada uno de los conductores tipo:

- AL1-ST1A
- LARL
- Cu
- Recubiertos
- Cables aislados reunidos en haz
- AL1
- AL3
- AL3-ST1A

En el cálculo del parámetro R' se ha calculado teniendo en cuenta la temperatura máxima de trabajo y el efecto pelicular.

Se han obtenido los resultados para líneas Simplex, Duplex, Triplex y Cuadriplex.

11.16.1 DATOS NECESARIOS

- Temperatura máxima de trabajo [°C].
- Diámetro exterior del conductor [cm].
- R'_{dc20} , resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura de 20°C [Ω/m].
- T_0 , valor absoluto de la temperatura a la cual la resistencia del conductor es cero [°C].
- f, frecuencia de la corriente [Hz].

11.16.2 CONDUCTORES AL1-ST1A A 85°C Y 50HZ

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	TEMPERATURA MÁXIMA DE TRABAJO θ [°C]	Dímetro exterior [cm]	R'_{ext} [Ω /km]	T_0 [°C]	$\alpha = \frac{1}{20 + T_0}$ [°C ⁻¹]	VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA CON LA TEMPERATURA $R'_{dof} = R'_{dof0} [1 + \alpha \cdot (\theta - 20)]$ [Ω /km]	f_r Frecuencia [Hz]	INFLUENCIA DEL EFECTO PELICULAR $R'_0 = R'_{dof} (1 + 7.5 \cdot f^2 \cdot D_{ext}^4 \cdot 10^{-7})$ [Ω /km]	R'_{ext} [Ω /km] FASE SIMPLEX	R'_{ext} [Ω /km] FASE DUPLEX	R'_{ext} [Ω /km] FASE TRIPLEX	R'_{ext} [Ω /km] FASE CUADRUPLEX
27-AL1/4-ST1A LA 30	85°	0,714	1,0736	228	0,004032258	1,354987097	50	1,355647379	1,355647379	0,677823689	0,451882460	0,338911845
47-AL1/8-ST1A LA 56	85°	0,945	0,6125	228	0,004032258	0,773034274	50	0,774190193	0,774190193	0,387095096	0,258063398	0,193547548
67-AL1/11-ST1A LA 78	85°	1,130	0,4256	228	0,004032258	0,537148387	50	0,538790524	0,538790524	0,269395262	0,179596841	0,134697631
100-AL1/17-ST1A LA 110	85°	1,380	0,2869	228	0,004032258	0,362095565	50	0,364557864	0,364557864	0,182278932	0,121519288	0,091139466
94-AL1/22-ST1A LA 110	85°	1,400	0,3067	228	0,004032258	0,387085081	50	0,389873254	0,389873254	0,194936627	0,129957751	0,097468314
119-AL1/28-ST1A LA 145	85°	1,580	0,2423	228	0,004032258	0,30506048	50	0,309379399	0,309379399	0,154689700	0,103126466	0,077344850
107-AL1/18-ST1A LA 125 PENGUIN	85°	1,431	0,2675	228	0,004032258	0,337610887	50	0,340265347	0,340265347	0,170132674	0,113421782	0,085066337
152-AL1/25-ST1A LA 175 OSTRICH	85°	1,728	0,1900	228	0,004032258	0,239798387	50	0,243807262	0,243807262	0,121003621	0,081360087	0,060954816
147-AL1/34-ST1A LA 180	85°	1,750	0,1963	228	0,004032258	0,247749597	50	0,252106385	0,252106385	0,126053192	0,084035462	0,063026596
242-AL1/39-ST1A LA 280 HAWK	85°	2,180	0,1195	228	0,004032258	0,150820565	50	0,157207431	0,157207431	0,078603715	0,052402477	0,039301858
337-AL1/44-ST1A LA 380 GULL	85°	2,540	0,0857	228	0,004032258	0,108161694	50	0,116602999	0,116602999	0,058301500	0,038867666	0,029150750
402-AL1/52-ST1A LA 455 CONDOR	85°	2,770	0,0719	228	0,004032258	0,090744758	50	0,100761855	0,100761855	0,050380928	0,033587285	0,025190464
483-AL1/33-ST1A LA 510 RAIL	85°	2,959	0,0599	228	0,004032258	0,075595997	50	0,086466370	0,086466370	0,0432333185	0,028822123	0,021616593
485-AL1/63-ST1A LA 345 CARDINAL	85°	3,040	0,0597	228	0,004032258	0,07547177	50	0,087413157	0,087413157	0,043706579	0,029137719	0,021853289
806-AL1/56-ST1A LA 860 LAPWING	85°	3,285	0,0511	228	0,004032258	0,064493145	50	0,078574885	0,078574885	0,039287443	0,026191628	0,019643721
565-AL1/72-ST1A LA 635 FINCH	85°	3,290	0,0512	228	0,004032258	0,064619355	50	0,078814750	0,078814750	0,039407375	0,026271583	0,019709687
LA-9506	85°	1,268	0,0000	228	0,004032258	0,000000000	50	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000

11.17 CÁLCULO DE LA TENSIÓN, CORRIENTE, CAÍDA DE TENSIÓN Y PERDIDA DE POTENCIA

La aplicación calcula:

- Tensiones de la línea en inicio o final [V].
- Intensidade de la línea [A].
- Caída de tensión [V].
- Perdidas de potencia [MW].
- También calcula los anteriores valores a una distancia del inicio de la línea [km].

Esta aplicación está desarrollada con Microsoft Excel 2010.

11.17.1 DATOS NECESARIOS

- R' , resistencia serie del conductor por unidad de longitud [Ω/km].
- L' , inductancia serie del conductor por unidad de longitud [H/km].
- C' , capacidad del conductor por unidad de longitud [F/km].
- G' , conductancia del conductor por unidad de longitud [S/km].
- Longitud de la línea [km].
- Tensión de la línea [V].
- Potencia activa [W].
- $\cos\phi$ [sin unidad].
- ¿Retraso o Adelano?. ¿Reactancia inductivo o capacitiva?
- Distancia desde la carga, para calculara la tensión y corriente en un punto determinado de la línea a una distancia de la carga.

Cálculos en el extremo INICIAL de la línea

PARÁMETROS DISTRIBUIDOS	MODELO EN π-Parámetros	MODELO EN π-Nominal	MODELO EN T	MODELO LÍNEA CORTA
$R = 0,0298$ $L = 0,00126603$ $C = 9,17376E-09$ $G = 0$ Longitud, $L = 250$ km $U_{LINEA} = 380000$ V $P = 212,500000$ W $\cos\phi = 0,85$	$V_1 = 235,617,63$ V $U_{1L} = 408,101,71$ V $I_1 = 313,82$ A $\phi_1 = 14,10^\circ$ $P_1 = 215,142971$ MW $Q_1 = 54,021847$ MVAR $S_1 = 221,821680$ MVA $V_2 = 219,393,10$ V $U_{2L} = 380,000,00$ V $I_2 = 379,84$ A $\phi_2 = 31,79^\circ$ $P_2 = 212,500000$ MW $Q_2 = 131,695672$ MVAR $S_2 = 250,000000$ MVA $\frac{\Delta U_L}{U_L} = 28,101,709991$ V $\frac{\Delta U_L}{U_L} = 7,3952\%$ $\Delta P = 2,642971$ MW $\Delta P\% = 1,24\%$ $\Delta P\% = 1,52\%$ $\Delta P_{\%}/KM = 0,01\%$	$V_1 = 235,907,72$ V $U_{1L} = 408,604,16$ V $I_1 = 313,79$ A $\phi_1 = 14,34^\circ$ $P_1 = 215,157255$ MW $Q_1 = 54,994230$ MVAR $S_1 = 222,074334$ MVA $V_2 = 219,393,10$ V $U_{2L} = 380,000,00$ V $I_2 = 379,84$ A $\phi_2 = 31,79^\circ$ $P_2 = 212,500000$ MW $Q_2 = 131,695672$ MVAR $S_2 = 250,000000$ MVA $\frac{\Delta U_L}{U_L} = 28,604,160203$ V $\frac{\Delta U_L}{U_L} = 7,53\%$ $\Delta P = 2,657255$ MW $\Delta P\% = 1,25\%$ $\Delta P\% = 1,52\%$ $\Delta P_{\%}/KM = 0,01\%$	$V_1 = 235,402,97$ V $U_{1L} = 407,729,90$ V $I_1 = 313,68$ A $\phi_1 = 13,71^\circ$ $P_1 = 215,211829$ MW $Q_1 = 52,498143$ MVAR $S_1 = 221,522428$ MVA $V_2 = 219,393,10$ V $U_{2L} = 380,000,00$ V $I_2 = 379,84$ A $\phi_2 = 31,79^\circ$ $P_2 = 212,500000$ MW $Q_2 = 131,695672$ MVAR $S_2 = 250,000000$ MVA $\frac{\Delta U_L}{U_L} = 27,729,897565$ V $\frac{\Delta U_L}{U_L} = 7,30\%$ $\Delta P = 2,711829$ MW $\Delta P\% = 1,28\%$ $\Delta P\% = 1,52\%$ $\Delta P_{\%}/KM = 0,01\%$	$V_1 = 243,625,15$ V $U_{1L} = 421,971,14$ V $I_1 = 379,84$ A $\phi_1 = 39,01^\circ$ $P_1 = 215,724550$ MW $Q_1 = 174,733139$ MVAR $S_1 = 277,612592$ MVA $V_2 = 219,393,10$ V $U_{2L} = 380,000,00$ V $I_2 = 379,84$ A $\phi_2 = 31,79^\circ$ $P_2 = 212,500000$ MW $Q_2 = 131,695672$ MVAR $S_2 = 250,000000$ MVA $\frac{\Delta U_L}{U_L} = 38,626,635049$ V $\frac{\Delta U_L}{U_L} = 10,16\%$ $\Delta P = 3,224550$ MW $\Delta P\% = 1,52\%$ $\Delta P\% = 1,52\%$ $\Delta P_{\%}/KM = 0,01\%$

DATOS NECESARIOS

$R =$	0,0298
$L =$	0,00126603
$C =$	9,17376E-09
$G =$	0
Longitud, $L =$	250 km
$U_{LINEA} =$	380000 V
$P =$	212,500000 W
$\cos\phi =$	0,85

ΔR de trazo o Δ de lanto?	R
Distancia U_x ix km, Distancia desde la carga, para calcular V_x e I_x	20,00

11.18 CÁLCULO DEL PARÁMETRO ELÉCTRICO L'

La aplicación calcula la inductancia serie por unidad de longitud [H/km] de una línea aérea de alta tensión, en función del tipo de disposición de los conductores en el armado. Los diferentes armados que se consideran son:

- Disposición horizontal.
- Disposición en triángulo.
- Disposición en bandera.
- Disposición en tresbolillo.
- Disposición en doble circuito, para una potencia.
- Disposición en doble circuito, para dos potencias diferentes.
- Disposición en cuádruple circuito, para una potencia.

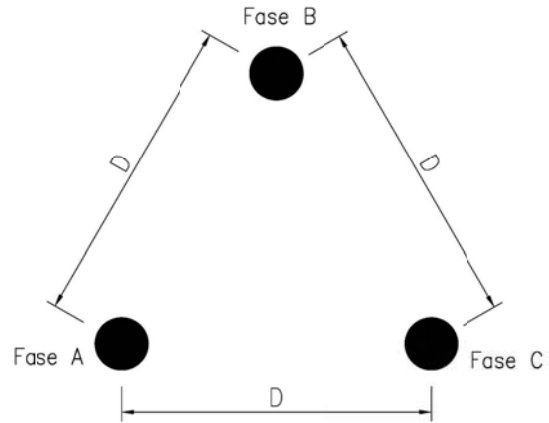
Nota: Una potencia, la que se transmite por los dos circuitos. Dos potencias, las que se transmiten una por cada circuito.

Los valores están calculados para una línea no transpuesta y transpuesta.

Esta aplicación está desarrollada con Microsoft Excel 2010.

11.18.1 DATOS NECESARIOS

- Diámetro exterior [m].
- Distancia entre cada uno de los conductores que comprenden la línea [m].
- Coeficiente C (50 Hz). Coeficiente que engloba el efecto pelicular, el reparto desibual de la corriente en los conductores con alma de acero y la elevada permeabilidad magnética del acero.



Distancia entre las fases	D [m]	7,00
Distancia entre conductores de fase	d [m]	0,40

NO Transposición

$$L'_A = L'_B = L'_C = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot L_n \left[\frac{D}{R.M.G.} \right]$$

TIPO DE CONDUCTOR UNE-EN 50182	Coeficiente C (50 Hz)	Diámetro exterior [m]	FASE SIMPLEX		FASE DUPLEX		FASE TRIPLEX		FASE CUADRUPLIX	
			R.M.G.	L' [H/km]	R.M.G.	L' [H/km]	R.M.G.	L' [H/km]	R.M.G.	L' [H/km]
			27-AL/4-ST1A LA 30	1,053	0,00714	0,00293	0,001555910314	0,03422	0,001064175245	0,07766
47-AL/8-ST1A LA 56	1,053	0,00945	0,00387	0,001499849921	0,03937	0,001036145049	0,08527	0,000881576758	0,13684	0,000786963933
67-AL/11-ST1A LA 78	1,053	0,01134	0,00465	0,001463385610	0,04312	0,001017912893	0,09061	0,000869421987	0,14323	0,000777847855
100-AL/17-ST1A	1,053	0,01380	0,00566	0,001424119151	0,04757	0,000998279664	0,09674	0,000856333168	0,15043	0,000768031240
94-AL/22-ST1A LA 110	1,053	0,01400	0,00574	0,001421241403	0,04792	0,000996840790	0,09720	0,000855373919	0,15097	0,000767311803
107-AL/18-ST1A LA 125 PENGUIN	1,053	0,01431	0,00587	0,001416861151	0,04844	0,000994650663	0,09791	0,000853913834	0,15180	0,000766216740
152-AL/25-ST1A LA 175 OSTRICH	1,053	0,01728	0,00708	0,001379142917	0,05323	0,000975791546	0,10427	0,000841341090	0,15913	0,000756787182
147-AL/34-ST1A LA 180	1,053	0,01750	0,00717	0,001376612693	0,05357	0,000974526435	0,10471	0,000840497682	0,15964	0,000756154626
242-AL/39-ST1A LA 280 HAWK	1,053	0,02180	0,00894	0,001332670875	0,05979	0,000952555526	0,11266	0,000825850409	0,16865	0,000745169171
337-AL/44-ST1A LA 380 GULL	1,053	0,02538	0,01041	0,001302260577	0,06452	0,000937350377	0,11852	0,000815713643	0,17518	0,000737566597
402-AL/52-ST1A LA 455 CONDOR	1,053	0,02772	0,01137	0,001284622034	0,06742	0,000928531305	0,12206	0,000809834129	0,17909	0,000733156961
483-AL/33-ST1A LA 510 RAIL	1,053	0,02959	0,01213	0,001271565576	0,06956	0,000922002876	0,12474	0,000805481976	0,18204	0,000729892847
485-AL/63-ST1A LA 545 CARDINAL	1,053	0,03042	0,01247	0,001266032812	0,07053	0,000919236494	0,12590	0,000803637721	0,18330	0,000728509656
806-AL/56-ST1A LA 860 LAPWING	1,053	0,03285	0,01347	0,001250662520	0,07340	0,000911551348	0,12917	0,000798514291	0,18685	0,000724667083
565-AL/72-ST1A LA 635 FINCH	1,053	0,03285	0,01347	0,001250662520	0,07340	0,000911551348	0,12917	0,000798514291	0,18685	0,000724667083
OTRO CONDUCTOR	1,053	1,00000	0,41000	0,000567501814	0,40497	0,000569970995	0,40331	0,000570794055	0,48890	0,000553876906

11.19 CÁLCULO DEL ÁNGULO DE OSCILACIÓN LONGITUDINAL DE LA CADENA DE SUSPENSIÓN

La aplicación calcula el ángulo de oscilación y el desplazamiento longitudinal de una cadena de aisladores de suspensión, debido a un desequilibrio de tensiones entre los vanos contiguos. Se ha realizado siguiendo lo indicado en el punto 2.2.2.6 del libro [1], con la ayuda del parámetro Slack.

Esta aplicación está desarrollada con Microsoft Excel 2010 en el lenguaje de programación Visual Basic (VBA).

11.19.1 DATOS NECESARIOS

- p_P [daN/m], peso propio del conductor por metro lineal. La aplicación obliga a que sea mayor que cero y que no esté vacía.
- p_1 [daN/m], peso aparente inicial del conductor por metro lineal. La aplicación obliga a que sea mayor que cero y que no esté vacía.
- p_2 [daN/m], peso aparente final del conductor por metro lineal. La aplicación obliga a que sea mayor que cero y que no esté vacía.
- S [mm²], sección del conductor. La aplicación obliga a que sea mayor que cero y que no esté vacía.
- E [daN/mm²], módulo de elasticidad del conductor. La aplicación obliga a que sea mayor que cero y que no esté vacía.
- α [°C⁻¹], coeficiente de dilatación lineal del conductor. La aplicación obliga a que sea mayor que cero y que no esté vacía.
- n , número de conductores por puntos de sujeción.
- Vano izquierdo [m], longitud del vano.
- Vano derecho [m], longitud del vano.
- Desnivel vano izquierdo [m], desnivel entre los puntos de sujeción.
- Desnivel vano derecho [m], desnivel entre los puntos de sujeción.
- T_{H1} [daN], tracción horizontal en las condiciones iniciales. La aplicación obliga a que sea mayor que cero y que no esté vacía.
- θ_1 [°C], temperatura del conductor en las condiciones iniciales (no temperatura ambiente). Valor limitado entre -250 y 250 °C. La aplicación no realiza el cálculo si la celda está vacía.
- θ_2 [°C], temperatura del conductor en las condiciones finales (no temperatura ambiente). Valor limitado entre -250 y 250 °C. La aplicación no realiza el cálculo si la celda está vacía.
- Peso de la cadena de suspensión [daN].
- Longitud de la cadena de suspensión [m].
- Se ha incorporado el botón "DATOS CONDUCTOR" que activa la aplicación Datos_Conductor, con la cual se podrán obtener los datos y sobrecargas de los diferentes conductores y cables.

11.19.2 CÓDIGO

```

Option Base 1
Option Explicit
'DECLARACIÓN DE VARIABLES GLOBALES
Public vano_1 As Double
Public vano_2 As Double
Public Tensión_Inicial As Double
Public Temperatura_Inicial As Double
Public Temperatura_Final As Double
Public desnivel_1 As Double
Public desnivel_2 As Double
Public h_inicial As Double
Public Pp As Double
Public p1 As Double
Public p2 As Double
Public Sección As Double
Public Modulo_Elasticidad As Double
Public Coeficiente_Dilatación As Double
Public Vanos_TH1() As Double 'Matriz. Variable global
Public Vanos_TH2() As Double 'Matriz. Variable global
Public TH1_Catenaria As Double
Public TH2_Catenaria As Double
Public TH1_h2_Catenaria As Double
Public TH2_h2_Catenaria As Double
Public Longitud_1 As Double
Public Longitud_2 As Double
Public S11 As Double
Public S12 As Double
Public DL As Double

Public Sub AOLCS()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim Peso_Cadena As Double
Dim Longitud_Cadena As Double
Dim libro As ThisWorkbook
Dim Pvertical_1 As Double
Dim Pvertical_2 As Double
Dim TH_MAYOR As Double
Dim TH_MENOR As Double
Dim L1_Buscado As Double
Dim L2_Buscado As Double
Dim S11_Nuevo As Double
Dim S12_Nuevo As Double
Dim S11_DePartida As Double
Dim S12_DePartida As Double
Dim Error_TH1 As Double
Dim Error_TH2 As Double
Dim mayor As Double
Dim TH1_f_DL As Double
Dim TH2_f_DL As Double
Dim Beta As Double
'Dim Beta_2 As Double
Dim Peso_Gravivano As Double
Dim ubi_1 As String
Dim ubi_2 As String
Dim n_puntos As Integer
Dim pi As Double
Dim diferencia_betas As Double
'Anteriores
Dim TH1_f_DL_ANT As Double
Dim TH2_f_DL_ANT As Double
Dim Beta_ANT As Double
'Dim Beta_2_ANT As Double
Dim diferencia_betas_ANT As Double
Dim DL_ANT As Double
'Resultados
Dim TH1_f_DL_FIN As Double
Dim TH2_f_DL_FIN As Double
Dim Beta_FIN As Double
'Dim Beta_2_FIN As Double
'Dim diferencia_betas_FIN As Double
Dim DL_FIN As Double
Dim Ángulo_Oscilación As Double
Dim Ángulo_Oscilación_ANT As Double
Dim Ángulo_Oscilación_FIN As Double

```

```

Dim peso As Double
Dim peso_ANT As Double
Dim peso_FIN As Double
Dim DT_conductor As Double
Dim DT_cadena As Double
Dim DT_mayor As Double
Dim DT_mayor_ANT As Double
Dim DT_mayor_FIN As Double
Dim Diferencia_Desequilibrios As Double
Dim Diferencia_Desequilibrios_ANT As Double
Dim Diferencia_Desequilibrios_FIN As Double
'ACTIVACIÓN VARIABLES WORKBOOKS
Set libro = ThisWorkbook

'Eliminamos el pestañeo en el proceso
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False

'Dimensionamos la matriz dinámica
ReDim Vanos_TH1(1, 18) As Double
ReDim Vanos_TH2(1, 18) As Double

'Constante pi
pi = 4 * Atn(1)
'1-TOMA DE DATOS-----
vano_1 = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("I6").Value
vano_2 = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("I8").Value
Tensión_Inicial = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("H14").Value
Temperatura_Inicial = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("H20").Value
Temperatura_Final = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("H26").Value
desnivel_1 = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("J6").Value
desnivel_2 = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("J8").Value
Peso_Cadena = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("I33").Value
Longitud_Cadena = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("I34").Value
'Datos del conductor
Pp = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("D6").Value
p1 = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("D8").Value
p2 = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("D10").Value
Sección = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("D12").Value
Modulo_Elasticidad = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("D14").Value
Coeficiente_Dilatación = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("D16").Value
Temperatura_Inicial = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("H20").Value
Temperatura_Final = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("H26").Value
Tensión_Inicial = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("H14").Value
n_puntos = libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("D20").Value

'Rellenamos la matriz dinámica con el VANO y DESNIVEL
Vanos_TH1(1, 1) = vano_1
Vanos_TH1(1, 2) = desnivel_1
Vanos_TH1(1, 3) = BBB(Vanos_TH1(1, 1), Vanos_TH1(1, 2))
Vanos_TH2(1, 1) = vano_2
Vanos_TH2(1, 2) = desnivel_2
Vanos_TH2(1, 3) = BBB(Vanos_TH2(1, 1), Vanos_TH2(1, 2))

'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
Vanos_TH1(1, 15) = Vanos_TH1(1, 1)
Vanos_TH1(1, 16) = Vanos_TH1(1, 2)
Vanos_TH1(1, 17) = Vanos_TH1(1, 1)
Vanos_TH1(1, 18) = Vanos_TH1(1, 2)
Vanos_TH2(1, 15) = Vanos_TH2(1, 1)
Vanos_TH2(1, 16) = Vanos_TH2(1, 2)
Vanos_TH2(1, 17) = Vanos_TH2(1, 1)
Vanos_TH2(1, 18) = Vanos_TH2(1, 2)
'2-ECC PARA TH1-TH2-----
Application.Run ("ECC_CATENARIA")
'3-¿QUÉ TENSIÓN VA A SER MAYOR, TH1 O TH2? ¿HACIA DONDE GIRA LA CADENA? 1=izquierda, 2=derecha
If TH1_Catenaria > TH2_Catenaria Then
    mayor = 1
Else
    mayor = 2

```

```

End If
'4-CÁLCULO DE VALORES SL DE PARTIDA-----
'S11 DE PARTIDA
TH1_h2_Catenaria = TH1_Catenaria / p2
Longitud_1 = (desnivel_1 ^ 2 + (TH1_h2_Catenaria ^ 2) * 2 *
(Application.WorksheetFunction.Cosh(vano_1 / TH1_h2_Catenaria) - 1)) ^ (1 / 2)
S11 = Longitud_1 - vano_1
'S12 DE PARTIDA
TH2_h2_Catenaria = TH2_Catenaria / p2
Longitud_2 = (desnivel_2 ^ 2 + (TH2_h2_Catenaria ^ 2) * 2 *
(Application.WorksheetFunction.Cosh(vano_2 / TH2_h2_Catenaria) - 1)) ^ (1 / 2)
S12 = Longitud_2 - vano_2
'5-CÁLCULO APROXIMADO DEL GRAVIVANO-----
'Si el peso del conductor + la mitad del peso de la cadena, es mayor o igual a cero, no
aplica cálculo, VOLTEO DE CADENAS
'Hacemos un cálculo aproximado, con las dos tensiones calculadas con la ECC.
ubi_1 = "derecha"
ubi_2 = "Izquierda"
Peso_Gravivano = Fv(vano_1, desnivel_1, TH1_Catenaria, p2, n_puntos, ubi_1) +
Fv(vano_2, desnivel_2, TH2_Catenaria, p2, n_puntos, ubi_2)
peso = Peso_Gravivano + (Peso_Cadena / 2)
'5-PROCESO ITERATIVO. CÁLCULO DE VALORES DL, TH1, TH2, ÁNGULO DE OSCILACIÓN LONGITUDINAL---
DL = 0.001
Diferencia_Desequilibrios_FIN = 20000
If ((vano_1 = vano_2) Or (Temperatura_Inicial = Temperatura_Final) Or (peso < 0)) Then
'SI LOS DOS VANOS SON IGUALES NO HAY DESEQUILIBRIO
'PARA NO REALIZAR CÁLCULOS EN CASO DE V1=V2 O Ti=Tf
'NO SE CUMPLEN LAS CONDICIONES PARA REALIZAR EL CÁLCULO. ESCRIBIR COMENTARIO
libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("L10") = "No cálculo"
libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("N10") = "No cálculo"
libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("L16") = "No se puede
calcular"
libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("L22") = "No cálculo"
libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("N22") = "No cálculo"
libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("L28") = "No se puede
calcular"
libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("L34") = "No se puede
calcular"
Else
Do
'S1 DE PARTIDA. TANTO DE 1 COMO DE 2
If mayor = 1 Then
S11_DePartida = S11 + DL
Else
S11_DePartida = S11 - DL
End If
If mayor = 1 Then
S12_DePartida = S12 - DL
Else
S12_DePartida = S12 + DL
End If
'CAMINO 1. DESEQUILIBRIO DE TENSIONES DEBIDAS AL CONDUCTOR
'TH1 función de DL
TH1_f_DL = BISECCIÓN(S11_DePartida, desnivel_1, p2, vano_1)
'TH2 función de DL
TH2_f_DL = BISECCIÓN(S12_DePartida, desnivel_2, p2, vano_2)
'Diferencia de tensiones debido al CONDUCTOR
DT_conductor = Abs(TH1_f_DL - TH2_f_DL)
'CAMINO 2. DESEQUILIBRIO DE TENSIONES DEBIDAS AL GIRO DE LA CADENA
'Cálculo del Peso del Gravivano
ubi_1 = "derecha"
ubi_2 = "Izquierda"
Peso_Gravivano = Fv(vano_1, desnivel_1, TH1_f_DL, p2, n_puntos, ubi_1) +
Fv(vano_2, desnivel_2, TH2_f_DL, p2, n_puntos, ubi_2)
peso = Peso_Gravivano + (Peso_Cadena / 2)
Beta = (Application.WorksheetFunction.Asin(DL / Longitud_Cadena))
DT_cadena = Tan(Beta) * peso
'NOS QUEDAMOS CON EL DESEQUILIBRIO MAYOR
If DT_cadena >= DT_conductor Then
DT_mayor = DT_cadena
Else
DT_mayor = DT_conductor
End If
'CALCULAMOS LA DIFERENCIA ENTRE LOS DOS DESEQUILIBRIOS
Diferencia_Desequilibrios = Abs(DT_conductor - DT_cadena)
'CÁLCULO DEL ÁNGULO DE OSCILACIÓN
Ángulo_Oscilación = Beta * 360 / (2 * pi)

```

```

'PARA SABER SI LA TENSIÓN MAYOR ES MENOR QUE LA TENSIÓN MENOR
If mayor = 1 Then
    TH_MAYOR = TH1_f_DL
    TH_MENOR = TH2_f_DL
Else
    TH_MAYOR = TH2_f_DL
    TH_MENOR = TH1_f_DL
End If
If (TH_MAYOR < TH_MENOR) Then 'Or (Diferencia_Desequilibrios_FIN >
Diferencia_Desequilibrios_ANT) Then
    If Diferencia_Desequilibrios_FIN > Diferencia_Desequilibrios Then
        TH1_f_DL_FIN = TH1_f_DL_ANT
        TH2_f_DL_FIN = TH2_f_DL_ANT
        DL_FIN = DL_ANT
        Diferencia_Desequilibrios_FIN = Diferencia_Desequilibrios_ANT
        Ángulo_Oscilación_FIN = Ángulo_Oscilación_ANT
        peso_FIN = peso_ANT
        DT_mayor_FIN = DT_mayor_ANT
    Else
        'Nada, nos quedamos con los valores que dan menores diferencias entre
desequilibrios entre conductores y cadenas
    End If
Else
    If Diferencia_Desequilibrios_FIN > Diferencia_Desequilibrios Then
        TH1_f_DL_FIN = TH1_f_DL
        TH2_f_DL_FIN = TH2_f_DL
        DL_FIN = DL
        Diferencia_Desequilibrios_FIN = Diferencia_Desequilibrios
        Ángulo_Oscilación_FIN = Ángulo_Oscilación
        peso_FIN = peso
        DT_mayor_FIN = DT_mayor
    Else
        'Nada, nos quedamos con los valores que dan menores diferencias entre
desequilibrios entre conductores y cadenas
    End If
End If
'GUARDAMOS LOS VALORES POR SI SON SOLUCIÓN ANTES QUE LOS CALCULADOS EN LA
ÚLTIMA ITERACIÓN
TH1_f_DL_ANT = TH1_f_DL
TH2_f_DL_ANT = TH2_f_DL
DL_ANT = DL
Diferencia_Desequilibrios_ANT = Diferencia_Desequilibrios
Ángulo_Oscilación_ANT = Ángulo_Oscilación
peso_ANT = peso
DT_mayor_ANT = DT_mayor

DL = DL + 0.001
Loop Until (DL > 5) Or (TH_MAYOR < TH_MENOR)

'6-RESULTADOS-----
'RESULTADO TH1 si fuera cantón
libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("L10") = TH1_Catenaria
'RESULTADO TH2 si fuera cantón
libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("N10") = TH2_Catenaria
'Desvío longitudinal
libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("L16") = DL_FIN
'RESULTADO TH1 final
libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("L22") = TH1_f_DL_FIN
'RESULTADO TH2 final
libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("N22") = TH2_f_DL_FIN
'Desequilibrio en apoyo
libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("L28") = Abs(TH1_f_DL_FIN
- TH2_f_DL_FIN)
'Ángulo de oscilación de la cadena de aisladores
libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("L34") =
Ángulo_Oscilación_FIN
'Peso del gravivano OCULTO, para ayudar al cálculo a mano
libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("O4") = Peso_Gravivano
'Diferencia de desequilibrios, los producidos por el conductor comparados con los
de la cadena
libro.Worksheets("ÁNGULO OSCILACIÓN LONGITUDINAL").Range("O3") =
Diferencia_Desequilibrios_FIN
End If
'Activamos el pestañeo del proceso
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
End Sub

```

```

'FUNCIÓN PARA CALCULAR EL VALOR B. Valor real del vano
Public Function BBB(a As Double, d As Double) As Double
    Dim b As Double
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    BBB = b
End Function
'FUNCIÓN DE LA BISECCIÓN. Calcula el valor de la TENSIÓN para un valor DL determinado
Public Function BISECCIÓN(Sl_DePartida As Double, d As Double, p As Double, vano As Double)
As Double
    'Declaración de variables locales
    Dim T_solución As Double
    Dim T_inicial As Double
    Dim T_final As Double
    Dim h As Double
    Dim L As Double
    Dim SL_NUEVO As Double
    Dim DIFERENCIA As Double
    Dim h_inicial As Double
    Dim L_inicial As Double
    Dim SL_NUEVO_inicial As Double
    Dim DIFERENCIA_inicial As Double
    Dim producto As Double
    T_inicial = 40
    T_final = 20000
    T_solución = (T_inicial + T_final) / 2
    h = T_solución / p
    L = Longitud(vano, d, h)
    SL_NUEVO = L - vano
    DIFERENCIA = SL_NUEVO - Sl_DePartida
    Do While Not (Abs(DIFERENCIA) < 0.0000001)
        h = T_solución / p
        L = Longitud(vano, d, h)
        SL_NUEVO = L - vano
        DIFERENCIA = SL_NUEVO - Sl_DePartida
        h_inicial = T_inicial / p
        L_inicial = Longitud(vano, d, h_inicial)
        SL_NUEVO_inicial = L_inicial - vano
        DIFERENCIA_inicial = SL_NUEVO_inicial - Sl_DePartida
        producto = DIFERENCIA_inicial * DIFERENCIA
        If producto < 0 Then
            T_final = T_solución
        Else
            T_inicial = T_solución
        End If
        T_solución = (T_inicial + T_final) / 2
    Loop
    BISECCIÓN = T_solución
End Function
'FUNCIÓN PARA CALCULAR LA LONGITUD DEL CONDUCTOR EN UN VANO
Public Function Longitud(a As Double, d As Double, h As Double) As Double
    Longitud = (d ^ 2 + (h ^ 2) * 2 * (Application.WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1)) ^ (1
/ 2)
End Function
'FUNCIONES PARA EL CÁLCULO DEL PESO DEL GRAVIVANO-----
Public Function Fv(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, N As Integer, ubi
As String)
    Dim p As Double
    Dim h As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    p = Pp
    h = Th / p
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then
        FFvv = N * (Pp * a / 2 - Pp * (Th / p) * (d / a))
    Else
        FFvv = N * (Pp * a / 2 + Pp * (Th / p) * (d / a))
    End If
    Fv = FFvv
End Function
'Macro para calcular la TENSIÓN EN EL ESTADO FINAL con las ECUACIONES DE LA CATENARIA
Sub ECC_CATENARIA()
    'Calculo del parámetro inicial
    h_inicial = Tensión_Inicial / p1
    Vanos_TH1(1, 4) = Longitud(Vanos_TH1(1, 15), Vanos_TH1(1, 16), h_inicial)
    Vanos_TH2(1, 4) = Longitud(Vanos_TH2(1, 15), Vanos_TH2(1, 16), h_inicial)
    'CALCULAMOS EL VALOR DE LA TENSIÓN EN EL ESTADO FINAL

```

```

    TH1_Catenaria = Bisección_Catenaria(Vanos_TH1, Sección, Modulo_Elasticidad,
    Coeficiente_Dilatación, Temperatura_Inicial, Temperatura_Final, Tensión_Inicial, p2)
    TH2_Catenaria = Bisección_Catenaria(Vanos_TH2, Sección, Modulo_Elasticidad,
    Coeficiente_Dilatación, Temperatura_Inicial, Temperatura_Final, Tensión_Inicial, p2)
End Sub
'FUNCIÓN DE LA BISECCIÓN. Calcula el valor de la tensión en el estado FINAL
Public Function Bisección_Catenaria(Vanos() As Double, Sección As Double,
Modulo_Elasticidad As Double, Coeficiente_Dilatación As Double, Temperatura_Inicial As
Double, Temperatura_Final As Double, Tensión_Inicial As Double, p2 As Double) As Double
'Declaración de variables locales
Dim t2 As Double
Dim L1_2 As Double
Dim T2_1 As Double
Dim T2_2 As Double
Dim EcuaciónSuma As Double
Dim matriz_1 As Double
Dim i As Integer
Dim h2_catenaria As Double
EcuaciónSuma = 0
T2_1 = 0
T2_2 = 20000
t2 = (T2_1 + T2_2) / 2
h2_catenaria = t2 / p2
'Longitud hilo en estado 2
Vanos(1, 5) = Longitud(Vanos(1, 17), Vanos(1, 18), h2_catenaria)
'Ecuación de la catenaria
Vanos(1, 6) = Ecuación(Vanos(1, 15), Vanos(1, 3), Vanos(1, 4), Vanos(1, 5),
Coeficiente_Dilatación, Temperatura_Final, Temperatura_Inicial, t2, Tensión_Inicial,
Sección, Modulo_Elasticidad)
EcuaciónSuma = EcuaciónSuma + Vanos(1, 6)
Do While Not (Abs(EcuaciónSuma) < 0.0000001)
    t2 = (T2_1 + T2_2) / 2
    h2_catenaria = t2 / p2
    EcuaciónSuma = 0
    'Longitud hilo en estado 2
    Vanos(1, 5) = Longitud(Vanos(1, 17), Vanos(1, 18), h2_catenaria)
    Vanos(1, 6) = Ecuación(Vanos(1, 1), Vanos(1, 3), Vanos(1, 4), Vanos(1, 5),
    Coeficiente_Dilatación, Temperatura_Final, Temperatura_Inicial, t2, Tensión_Inicial,
    Sección, Modulo_Elasticidad)
    EcuaciónSuma = EcuaciónSuma + Vanos(1, 6)
    If EcuaciónSuma < 0 Then
        T2_1 = t2
    Else
        T2_2 = t2
    End If
Loop
Bisección_Catenaria = t2
End Function
'FUNCIÓN PARA CALCULAR LA ECUACIÓN ECC DE LA CATENARIA
Public Function Ecuación(a As Double, b As Double, L_1 As Double, L_2 As Double,
Coeficiente_Dilatación As Double, Temperatura_Final As Double, Temperatura_Inicial As
Double, t2 As Double, t1 As Double, Sección As Double, Modulo_Elasticidad As Double) As
Double
    Ecuación = L_1 - L_2 + (Coeficiente_Dilatación * (Temperatura_Final -
    Temperatura_Inicial) * L_1) + ((t2 - t1) * (b / a) * L_1 / (Sección * Modulo_Elasticidad)
End Function
'FUNCIÓN PARA CALCULAR LA LONGITUD DEL CONDUCTOR EN UN VANO
Public Function Longitud(a As Double, d As Double, h As Double) As Double
    Longitud = (d ^ 2 + (h ^ 2) * 2 * (Application.WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1)) ^ (1
/ 2)
End Function

```

Incluida Macro Datos_Conductores_Cables, para conseguir los datos de los conductores. Es la misma que la incluida en la aplicación ECC.xlsm, por eso no se incluye en el texto.

11.20 CÁLCULO DE APOYOS

La aplicación calcula los esfuerzos necesarios que tiene que soportar un apoyo de alta tensión según el RLAT. Se distinguen tres tipos de apoyos desde el punto de vista de los cálculos [8.2.3]:

- Esfuerzos en el punto de sujeción del conductor.
- Esfuerzos sobre el apoyo.
- Apoyos con derivación.

Esta aplicación está desarrollada con Microsoft Excel 2010 en el lenguaje de programación Visual Basic (VBA).

11.20.1 FUNCIONES Y COMENTARIOS

- Se incluyen las tablas de esfuerzos:
 - o Sobre el punto de sujeción del conductor
 - o Sobre el apoyo
 - o Sobre el punto de sujeción del cable de tierra
 - o Sobre el punto de sujeción de la derivación.
- Se incluye una hoja "Revisión", donde se confirman los tipos de apoyos que se ha comprobado que los cálculos son correctos. **Esto no evita que cada vez que se utilice la aplicación, se lean los resultados y se confirmen que son correctos.**
- Dependencia de los siguientes archivos:
 - o D:\RAÚL\PROYECTO\Definitiva 16-05-2012\Aplicaciones\DATOS\RLAT Tablas\Tabla 15 ITC-LAT-07_00.xls
 - o D:\RAÚL\PROYECTO\Definitiva 16-05-2012\Aplicaciones\DATOS\Conductores y cables\
 - ConductoresDesnudos_Cu_00.xlsm
 - ConductoresDesnudos_AI_LARL_00.xlsm
 - ConductoresDesnudos_AI_AL3-ST1A_00.xlsm
 - ConductoresDesnudos_AI_AL3_00.xlsm
 - ConductoresDesnudos_AI_AL1-ST1A_00.xlsm
 - ConductoresDesnudos_AI_AL1_00.xlsm
 - ConductoresDesnudos_ACERO_00.xlsm
 - CablesAislados_RECUBIERTOS_00.xlsm
 - CablesAislados_HAZ_00.xlsm
 - Cables_FibraÓptica_00.xlsm
- Para las cargas verticales se incluyen tres tipos de ecuaciones (Catenaria, Parábola y método de Truxa-Aproximación 2).
- Datos de los apoyos. Hay cuatro datos del apoyo proyectado (¿sección rectangular?, altura libre, distancia del punto de aplicación a cogolla y longitud de la sección débil) que permiten utilizar la aplicación para el cálculo de cualquier apoyo, conociendo estos cuatro datos.
- Tiene en cuenta la instalación de cable de tierra tanto en los vanos principales como en el vano de derivación.

- Los esfuerzos sobre los apoyos se calculan en el punto de aplicación que determina el fabricante.
- En la zona C, se puede considerar la opción de que el apoyo se encuentre a una altitud mayor de 1500 m. Los datos de los conductores tienen calculados las sobrecargas para una altitud determinada.
- El viento excepcional se puede considerar incluyendo su valor en el dato Vv_H1. La hipótesis primera se calculará con esta condición.
- Permite buscar los valores Dpp y Del de la tabla 15 de la ITC-LAT-07 del RLAT en función de la tensión de la línea.
- Permite obtener los datos de los conductores de forma sencilla, indicando el tipo y conductor correspondiente.
- La aplicación contempla ocho tipos de armados (bóveda, bóveda hv, recta, triángulo, tresbolillo, bandera, doble circuito y cuádruple circuito). Cualquier apoyo que no se ajuste a uno de estos, los cálculos serán incorrectos.
- Se calcula la distancia entre conductores y entre conductores y cables de tierra, indicando las flechas máximas. No aplicable en cables aislados reunidos en haz y recubiertos de tensión mayor a 30 kV.
- La aplicación calcula el ángulo de oscilación transversal de la cadena de suspensión.
- Incluye la opción de calcular la hipótesis segunda con hielo + viento.
- Existe la opción de incluir cuatro elementos adicionales (trafos, elementos de maniobra, cables, antiescalos,...), introduciendo carga vertical, esfuerzo transversal en la hipótesis de viento o hielo+viento y la altura de aplicación.
- Se han incluido en una hoja las consideraciones-chequeo indicadas en el punto [8.2.5] para que se puedan leer antes de utilizar la aplicación.
- Se incluye una hoja con las tablas necesarias para comprobar las distancias de seguridad al terreno, entre conductores, entre conductores y cables de tierra, entre conductores y partes puestas a tierra en apoyos con cadenas de suspensión y de amarre, cruzamientos y paralelismos. En la hoja "Datos" se solicitan los datos necesarios para completar las tablas.
- La aplicación permite el cálculo de apoyos con cables aislados reunidos en haz. Los valores de peso y esfuerzo transversal de crucetas y cadenas tiene que ser cero.
- Calcula el esfuerzo equivalente Leq , en apoyos se sección cuadrada y rectangular.
- Permite incluir el esfuerzo provocado por el viento sobre el apoyo, en la cara no libre de viento.
- Permite incluir el esfuerzo provocado por un viento excepcional superior al reglamentario (120 o 140 km/h).
- En la hipótesis 3ª, permite elegir 5 formas de aplicar el desequilibrio (interpretación del RLAT) de los conductores.
- Derivación. Se considera dos tipos; una en bandera desde la cruceta de los conductores de fase, y otra en horizontal desde una cruceta independiente.

- Se puede añadir en cada una de las hipótesis un momento torsor adicional. Se incluyen en los datos MtFase_H1, MtFase_H2_H, MtFase_H2_HV, MtFase_H3 y MtFase_H4.
- Se incluye la hoja "Errores frecuentes".
- Se incluye también la hoja "Mejoras", donde se pueden incluir futuros cambios en la aplicación.
- La aplicación calcula el eolovano y el gravivano.

11.20.2 DATOS NECESARIOS

Los datos necesarios se encuentran en el punto [8.2.2].

11.20.3 CÓDIGO

```
Option Base 1
Option Explicit
Public Sub AP_01_Datos_Gestión()
'Eliminamos el pestañeo en el proceso
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False

'ANULAR POR "Tipo_apoyo"
'Anular si cálculo por fase
If Range("G8").Value = "A.T.(por fase)" Then
Range("E11:J11").Select           'instalación de cable de tierra en derivación
With Selection.Interior
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.ThemeColor = xlThemeColorLight1
.TintAndShade = 0
.PatternTintAndShade = 0
End With
Range("E13:J16").Select           'Datos sobre el apoyo, no necesarios
With Selection.Interior
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.ThemeColor = xlThemeColorLight1
.TintAndShade = 0
.PatternTintAndShade = 0
End With
Range("E41:J54").Select           'ARMADO fuera
With Selection.Interior
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.ThemeColor = xlThemeColorLight1
.TintAndShade = 0
.PatternTintAndShade = 0
End With
Range("E189:J192").Select         'Esfuerzo equivalente en apoyos rectangulares,
y esfuerzo sobre la cara del apoyo debido al viento
With Selection.Interior
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.ThemeColor = xlThemeColorLight1
.TintAndShade = 0
.PatternTintAndShade = 0
End With
End If

'ANULAR DATOS DERIVACIÓN 3
If Range("G8").Value <> "Derivación" Then
Range("G235").Value = 0           'Ponemos a cero el valor del vano 3
(Derivación)
Range("E11:J11").Select           'instalación de cable de tierra en derivación
With Selection.Interior
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.ThemeColor = xlThemeColorLight1
.TintAndShade = 0
.PatternTintAndShade = 0
End With
Range("E45:J45").Select           'h_derivación
With Selection.Interior
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.ThemeColor = xlThemeColorLight1
```

```

        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E47:J47").Select                'h_Altura_CT_DER
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E49:J49").Select                'V_cruceta_derivación
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E51:J51").Select                'T_cruceta_V_derivación
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E53:J53").Select                'T_cruceta_HV_derivación
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E230:J267").Select              'Anulamos los datos del vano 3, conductor de
fase y cable de tierra
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E277:J278").Select              'dist real entre cond derivación
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E280:J280").Select              'flecha máx ct derivación
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E283:J284").Select              'dist real entre cond y ct en la derivación
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With

End If

'ANULAR SI ES SUSPENSIÓN.
If Range("G9").Value = "Suspensión" Then
    Range("E109:J121").Select              'Datos del conductor de fase vano 2 Y
TENSES
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E126:J138").Select              'Datos del cable de tierra vano 2 Y TENSES
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1

```

```

        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("G119").Value = Range("G83").Value 'TV2=TV1
    Range("G120").Value = Range("G84").Value 'TH2=TH1
    Range("G121").Value = Range("G85").Value 'THV2=THV1
    Range("G136").Value = Range("G101").Value 'Tct_V2=Tct_V1
    Range("G137").Value = Range("G102").Value 'Tct_H2=Tct_H1
    Range("G138").Value = Range("G103").Value 'Tct_HV2=TctHV1
End If

'ANULAR SI ES AMARRE
If Range("G9").Value = "Amarre" Then
    Range("E86:J86").Select          'TV-MITAD
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E78:I78").Select          'PV-MITAD
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E156:J156").Select        'T_CADENA-SUSPENSIÓN-MITAD
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E180:J181").Select        'ÁNGULO OSCILACIÓN CADENA SUSPENSIÓN
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("G180").Value = 0          'Anulamos el valor de la longitud de la cadena
de aisladores

    Range("E285:J288").Select        'DIST A PAT SUSPENSIÓN
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
End If

'ANULAR SI NO CT EN LÍNEA PRINCIPAL
If Range("G10").Value = "NO" Then
    Range("E46:J46").Select          'ALTURA CT LP
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E90:J104").Select         'DATOS CONDUCTOR CT VANO 1
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E125:J139").Select        'DATOS CONDUCTOR CT VANO 2
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With

```

```

Range("E279:J279").Select          'DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA
With Selection.Interior
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorLight1
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("E281:J282").Select          'DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA
With Selection.Interior
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorLight1
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
End If

'ANULAR SI NO CT EN LÍNEA DERIVACIÓN
If Range("G11").Value = "NO" Then
    Range("E47:J47").Select          'ALTURA CT DERIVACIÓN
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E253:J267").Select        'DATOS CT VANO 3
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E280:J280").Select        'FMAX CT DERIVACIÓN
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E283:J284").Select        'DIST ENTRE COND Y CT EN DERIVACIÓN
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
End If

'CATEGORÍA ESPECIAL=SI
If Range("G24").Value = "Especial" Then
    Range("G30").Value = 140         'VV_H1
    Range("G31").Value = "SI"        'HV?
    Range("G32").Value = 60          'VV_H2
End If

'APOYO FIN DE LÍNEA
If Range("G28").Value = "Fin de línea" Then
    Range("G180").Value = 0          'Anulamos el valor de la longitud de la cadena de
aisladores
    Range("G107").Value = 0          'Ponemos a cero el valor del vano 2 (vano derecho,
ubicación izquierda)
    Range("G234").Value = 0
    Range("E107:J139").Select        'DATOS COND Y CT VANO 2
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
End If

'SI NO HIPÓTESIS HIELO+VIENTO Y SI ZONA=A
If (Range("G31").Value = "NO") Or (Range("G26").Value = "A") Then
    Range("E32:J32").Select          'VV_H2
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1

```

```

        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E52:J53").Select                'ESFUERZO HORIZONTAL EN CRUCETA H2 HIELO+VIENTO
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E77:I77").Select                'PHV_1
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E80:I80").Select                'E_1
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E85:J85").Select                'THV_1
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E96:I96").Select                'PCT_HV_1
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E98:I98").Select                'ECT_1
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E103:J103").Select              'Tct_HV_1
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E114:I114").Select              'PHV_2
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E116:I116").Select              'E_2
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E121:J121").Select              'THV_2
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E131:I131").Select              'PCT_HV_2
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1

```

```

        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E133:I133").Select          'ECT_2
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E138:J138").Select          'Tct_HV_2
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E154:J155").Select          'esfuerzo horizontal en las cadenas en la h2
h+v
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E165:J165").Select          'T_Elemento_1_HV
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E169:J169").Select          'T_Elemento_2_HV
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E173:J173").Select          'T_Elemento_3_HV
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E177:J177").Select          'T_Elemento_4_HV
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E192:J192").Select          'Esfuerzo_Viento_CaraApoyo_HV
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E224:J224").Select          'MtFase_H2_HV
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E242:I242").Select          'phv_3
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E244:I244").Select          'E_3
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic

```

```

        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E249:J249").Select          'THV_3
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E259:I259").Select          'pct_hv_3
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E261:I261").Select          'ECT_3
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E266:J266").Select          'Tct_HV_3
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
End If

'Si zona A o B no escribimos ALTITUD
If (Range("G26").Value = "A") Or (Range("G26").Value = "B") Then
    Range("G27").Value = 0              'ALTITUD=0
    Range("E27:J27").Select
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
End If

'ZONA A QUITAMOS LA HIPÓTESIS DE HIELO
If (Range("G26").Value = "A") Then

    Range("G31").Value = "NO"           'HV?
    Range("G32").Value = 0              'VV_H2

    Range("E76:I76").Select             'PH_1
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E84:J84").Select             'TH_1
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E95:I95").Select             'pct_h_1
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E102:J102").Select           'Tct_H_1
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1

```



```

        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E113:I113").Select          'PH_2
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E120:J120").Select          'TH_2
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E130:I130").Select          'PCT_H_2
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E137:J137").Select          'Tct_H_2
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E223:J223").Select          'MtFase_H2_H
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E241:I241").Select          'PH_3
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E248:J248").Select          'TH_3
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E258:I258").Select          'pct_h_3
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E265:J265").Select          'Tct_H_3
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With

    'Quitamos las flechas del HIELO
    Range("E89:I89").Select            'Fmax_fase1_HIELO
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E106:I106").Select          'Fmax_CT1_HIELO
    With Selection.Interior

```

```

        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E124:I124").Select          'Fmax_fase2_HIELO
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E141:I141").Select          'Fmax_CT2_HIELO
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E252:I252").Select          'Fmax_Der_HIELO
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E269:I269").Select          'Fmax_CT3_HIELO
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
End If

'NO HAY HIPÓTESIS 4ª
If Range("G33").Value = "SI" Then
    Range("E226:J226").Select          'MtFase_H4
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E213:J215").Select          'CÁLCULO H4ª
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
End If

'Si el apoyo es de base cuadrada, eliminamos E189-J190 los esfuerzos del apoyo para
calcular el esfuerzo equivalente
If Range("G16").Value = "NO" Then
    Range("E189:J190").Select
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
End If

'SI DERIVACIÓN: "En punta de cruceta conductor-fase" Anulamos h_derivación, V_derivación y
T_derivación
If (Range("G231").Value = "En punta de cruceta conductor-fase") Then
    Range("G45").Value = 0
    Range("G49").Value = 0
    Range("G51").Value = 0
    Range("G53").Value = 0
    Range("E45:J45").Select
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
    End With
End If

```

```

        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E49:J49").Select
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E51:J51").Select
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Range("E53:J53").Select
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
End If

'ANULAMOS h_cruceta SI NO ES IGUAL A BÓVEDA O BÓVEDA-HV
If (Range("G41").Value <> "Bóveda") Or (Range("G41").Value <> "Bóveda HV") Then
    Range("G54").Value = 0
    Range("E54:J54").Select
    With Selection.Interior
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
End If

'Si FDL y TRESBOLILLA entonces 2xMT
If (Range("G28").Value = "Fin de línea") And (Range("G41").Value = "Tresbolillo") Then
    Range("G215").Value = 2
End If

'Volvemos a la hoja DATOS
If IsEmpty(Range("G8").Value) Then
    Range("A1").Select
    ElseIf IsEmpty(Range("G9").Value) Then
        Range("G8").Select
    ElseIf IsEmpty(Range("G10").Value) Then
        Range("G9").Select
    'ElseIf IsEmpty(Range("G11").Value) Then
    'Range("G10").Select
    ElseIf IsEmpty(Range("G24").Value) Then
        Range("G10").Select
    ElseIf IsEmpty(Range("G26").Value) Then
        Range("G24").Select
    ElseIf IsEmpty(Range("G28").Value) Then
        Range("G26").Select
    ElseIf IsEmpty(Range("G31").Value) Then
        Range("G28").Select
    ElseIf IsEmpty(Range("G33").Value) Then
        Range("G31").Select
    ElseIf IsEmpty(Range("G41").Value) Then
        Range("G33").Select
    Else
        Range("G41").Select
    End If

'Activamos el pestajeo del proceso
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False

End Sub

```

```

Option Base 1
Option Explicit
'DECLARACIÓN DE VARIABLES GLOBALES
'Conductor de fase
Public Tmax As Double
Public Tmenor As Double
Public Hipótesis_Tmax As String
Public Vano_Tmax As Double
Public p_MAX As Double
Public p_menor As Double
Public a_MAX As Double
Public a_menor As Double
Public d_MAX As Double
Public d_menor As Double
Public Pp_MAX As Double
Public Pp_menor As Double
Public Dia_MAX As Double
Public Dia_menor As Double
Public e_MAX As Double
Public e_menor As Double
'Cable de tierra
Public Tct_max As Double
Public Tct_menor As Double
Public Hipótesis_Tct_max As String
Public Vano_Tct_max As Double
Public pct_MAX As Double
Public pct_menor As Double
Public act_MAX As Double
Public act_menor As Double
Public dct_MAX As Double
Public dct_menor As Double
Public Pp_ct_MAX As Double
Public Pp_ct_menor As Double
Public Dia_ct_MAX As Double
Public Dia_ct_menor As Double
Public e_ct_MAX As Double
Public e_ct_menor As Double
'DERIVACIÓN
Public T_Der_max As Double
Public Hipótesis_Der_Tmax As String
Public p_der_MAX As Double
Public Sub AP_0_10_ValoresMáximos()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
'Conductores de fase
Dim Tmax_V As Double
Dim Tmax_H As Double
Dim Tmax_HV As Double
Dim Tmenor_V As Double
Dim Tmenor_H As Double
Dim Tmenor_HV As Double
Dim vano_V_Tmax As Double
Dim vano_H_Tmax As Double
Dim vano_HV_Tmax As Double
Dim p_MAX_V As Double
Dim p_MAX_H As Double
Dim p_MAX_HV As Double
Dim p_menor_V As Double
Dim p_menor_H As Double
Dim p_menor_HV As Double
Dim Pp_MAX_V As Double
Dim Pp_MAX_H As Double
Dim Pp_MAX_HV As Double
Dim Pp_menor_V As Double
Dim Pp_menor_H As Double
Dim Pp_menor_HV As Double
'Cables de tierra
Dim Tmax_ct_V As Double
Dim Tmax_ct_H As Double
Dim Tmax_ct_HV As Double
Dim Tmenor_ct_V As Double
Dim Tmenor_ct_H As Double
Dim Tmenor_ct_HV As Double
Dim vano_ct_V_Tmax As Double
Dim vano_ct_H_Tmax As Double
Dim vano_ct_HV_Tmax As Double
Dim p_ct_MAX_V As Double
Dim p_ct_MAX_H As Double

```

```

Dim p_ct_MAX_HV As Double
Dim p_ct_menor_V As Double
Dim p_ct_menor_H As Double
Dim p_ct_menor_HV As Double
Dim Pp_ct_MAX_V As Double
Dim Pp_ct_MAX_H As Double
Dim Pp_ct_MAX_HV As Double
Dim Pp_ct_menor_V As Double
Dim Pp_ct_menor_H As Double
Dim Pp_ct_menor_HV As Double
'DERIVACIÓN
Dim Tmax_DER_V As Double
Dim Tmax_DER_H As Double
Dim Tmax_DER_HV As Double
'BÚSQUEDA DE VALORES
'Conductores de fase
If Tv1 >= Tv2 Then
    Tmax_V = Tv1
    vano_V_Tmax = 1
    p_MAX_V = pv_1
    p_menor_V = pv_2
    Pp_MAX_V = pp_1
    Pp_menor_V = pp_2
    Tmenor_V = Tv2
Else
    Tmax_V = Tv2
    vano_V_Tmax = 2
    p_MAX_V = pv_2
    p_menor_V = pv_1
    Pp_MAX_V = pp_2
    Pp_menor_V = pp_1
    Tmenor_V = Tv1
End If
If TH_1 >= TH_2 Then
    Tmax_H = TH_1
    vano_H_Tmax = 1
    p_MAX_H = ph_1
    p_menor_H = ph_2
    Pp_MAX_H = pp_1
    Pp_menor_H = pp_2
    Tmenor_H = TH_2
Else
    Tmax_H = TH_2
    vano_H_Tmax = 2
    p_MAX_H = ph_2
    p_menor_H = ph_1
    Pp_MAX_H = pp_2
    Pp_menor_H = pp_1
    Tmenor_H = TH_1
End If
If THV_1 >= THV_2 Then
    Tmax_HV = THV_1
    vano_HV_Tmax = 1
    p_MAX_HV = phv_1
    p_menor_HV = phv_2
    Pp_MAX_HV = pp_1
    Pp_menor_HV = pp_2
    Tmenor_HV = THV_2
Else
    Tmax_HV = THV_2
    vano_HV_Tmax = 2
    p_MAX_HV = phv_2
    p_menor_HV = phv_1
    Pp_MAX_HV = pp_2
    Pp_menor_HV = pp_1
    Tmenor_HV = THV_1
End If
If Tmax_V >= Tmax_H Then
    Tmax = Tmax_V
    Hipótesis_Tmax = "V"
    Vano_Tmax = vano_V_Tmax
    p_MAX = p_MAX_V
    p_menor = p_menor_V
    Pp_MAX = Pp_MAX_V
    Pp_menor = Pp_menor_V
    Tmenor = Tmenor_V
Else

```

```

Tmax = Tmax_H
Hipótesis_Tmax = "H"
Vano_Tmax = vano_H_Tmax
p_MAX = p_MAX_H
p_menor = p_menor_H
Pp_MAX = Pp_MAX_H
Pp_menor = Pp_menor_H
Tmenor = Tmenor_H
End If
If Tmax_V >= Tmax_HV Then
Tmax = Tmax_V
Hipótesis_Tmax = "V"
Vano_Tmax = vano_V_Tmax
p_MAX = p_MAX_V
p_menor = p_menor_V
Pp_MAX = Pp_MAX_V
Pp_menor = Pp_menor_V
Tmenor = Tmenor_V
Else
Tmax = Tmax_HV
Hipótesis_Tmax = "HV"
Vano_Tmax = vano_HV_Tmax
p_MAX = p_MAX_HV
p_menor = p_menor_HV
Pp_MAX = Pp_MAX_HV
Pp_menor = Pp_menor_HV
Tmenor = Tmenor_HV
End If
If Tmax_H >= Tmax_HV Then
Tmax = Tmax_H
Hipótesis_Tmax = "H"
Vano_Tmax = vano_H_Tmax
p_MAX = p_MAX_H
p_menor = p_menor_H
Pp_MAX = Pp_MAX_H
Pp_menor = Pp_menor_H
Tmenor = Tmenor_H
Else
Tmax = Tmax_HV
Hipótesis_Tmax = "HV"
Vano_Tmax = vano_HV_Tmax
p_MAX = p_MAX_HV
p_menor = p_menor_HV
Pp_MAX = Pp_MAX_HV
Pp_menor = Pp_menor_HV
Tmenor = Tmenor_HV
End If

If Vano_Tmax = 1 Then
a_MAX = a1
a_menor = a2
d_MAX = d1
d_menor = d2
Dia_MAX = Diámetro_fase_1
Dia_menor = Diámetro_fase_2
e_MAX = e_1
e_menor = e_2
Else
a_MAX = a2
a_menor = a1
d_MAX = d2
d_menor = d1
Dia_MAX = Diámetro_fase_2
Dia_menor = Diámetro_fase_1
e_MAX = e_2
e_menor = e_1
End If

'Cable de tierra
If Tct_v1 >= Tct_v2 Then
Tmax_ct_V = Tct_v1
vano_ct_V_Tmax = 1
p_ct_MAX_V = pct_v_1
p_ct_menor_V = pct_v_2
Pp_ct_MAX_V = pp_CT_1
Pp_ct_menor_V = pp_CT_2
Tmenor_ct_V = Tct_v2

```

```

Else
  Tmax_ct_V = Tct_v2
  vano_ct_V_Tmax = 2
  p_ct_MAX_V = pct_v_2
  p_ct_menor_V = pct_v_1
  Pp_ct_MAX_V = pp_CT_2
  Pp_ct_menor_V = pp_CT_1
  Tmenor_ct_V = Tct_v1
End If
If Tct_H_1 >= Tct_H_2 Then
  Tmax_ct_H = Tct_H_1
  vano_ct_H_Tmax = 1
  p_ct_MAX_H = pct_h_1
  p_ct_menor_H = pct_h_2
  Pp_ct_MAX_H = pp_CT_1
  Pp_ct_menor_H = pp_CT_2
  Tmenor_ct_H = Tct_H_2
Else
  Tmax_ct_H = Tct_H_2
  vano_ct_H_Tmax = 2
  p_ct_MAX_H = pct_h_2
  p_ct_menor_H = pct_h_1
  Pp_ct_MAX_H = pp_CT_2
  Pp_ct_menor_H = pp_CT_1
  Tmenor_ct_H = Tct_H_1
End If
If Tct_HV_1 >= Tct_HV_2 Then
  Tmax_ct_HV = Tct_HV_1
  vano_ct_HV_Tmax = 1
  p_ct_MAX_HV = pct_hv_1
  p_ct_menor_HV = pct_hv_2
  Pp_ct_MAX_HV = pp_CT_1
  Pp_ct_menor_HV = pp_CT_2
  Tmenor_ct_HV = Tct_HV_2
Else
  Tmax_ct_HV = Tct_HV_2
  vano_ct_HV_Tmax = 2
  p_ct_MAX_HV = pct_hv_2
  p_ct_menor_HV = pct_hv_1
  Pp_ct_MAX_HV = pp_CT_2
  Pp_ct_menor_HV = pp_CT_1
  Tmenor_ct_HV = Tct_HV_1
End If
If Tmax_ct_V >= Tmax_ct_H Then
  Tct_max = Tmax_ct_V
  Hipótesis_Tct_max = "V"
  Vano_Tct_max = vano_ct_V_Tmax
  pct_MAX = p_ct_MAX_V
  pct_menor = p_ct_menor_V
  Pp_ct_MAX = Pp_ct_MAX_V
  Pp_ct_menor = Pp_ct_menor_V
  Tct_menor = Tmenor_ct_V
Else
  Tct_max = Tmax_ct_H
  Hipótesis_Tct_max = "H"
  Vano_Tct_max = vano_ct_H_Tmax
  pct_MAX = p_ct_MAX_H
  pct_menor = p_ct_menor_H
  Pp_ct_MAX = Pp_ct_MAX_H
  Pp_ct_menor = Pp_ct_menor_H
  Tct_menor = Tmenor_ct_H
End If
If Tmax_ct_V >= Tmax_ct_HV Then
  Tct_max = Tmax_ct_V
  Hipótesis_Tct_max = "V"
  Vano_Tct_max = vano_ct_V_Tmax
  pct_MAX = p_ct_MAX_V
  pct_menor = p_ct_menor_V
  Pp_ct_MAX = Pp_ct_MAX_V
  Pp_ct_menor = Pp_ct_menor_V
  Tct_menor = Tmenor_ct_V
Else
  Tct_max = Tmax_ct_HV
  Hipótesis_Tct_max = "HV"
  Vano_Tct_max = vano_ct_HV_Tmax
  pct_MAX = p_ct_MAX_HV
  pct_menor = p_ct_menor_HV

```

```

    Pp_ct_MAX = Pp_ct_MAX_HV
    Pp_ct_menor = Pp_ct_menor_HV
    Tct_menor = Tmenor_ct_HV
End If
If Tmax_ct_H >= Tmax_ct_HV Then
    Tct_max = Tmax_ct_H
    Hipótesis_Tct_max = "H"
    Vano_Tct_max = vano_ct_H_Tmax
    pct_MAX = p_ct_MAX_H
    pct_menor = p_ct_menor_H
    Pp_ct_MAX = Pp_ct_MAX_H
    Pp_ct_menor = Pp_ct_menor_H
    Tct_menor = Tmenor_ct_H
Else
    Tct_max = Tmax_ct_HV
    Hipótesis_Tct_max = "HV"
    Vano_Tct_max = vano_ct_HV_Tmax
    pct_MAX = p_ct_MAX_HV
    pct_menor = p_ct_menor_HV
    Pp_ct_MAX = Pp_ct_MAX_HV
    Pp_ct_menor = Pp_ct_menor_HV
    Tct_menor = Tmenor_ct_HV
End If

If Vano_Tct_max = 1 Then
    act_MAX = a1
    act_menor = a2
    dct_MAX = d1
    dct_menor = d2
    Dia_ct_MAX = Diámetro_CT_1
    Dia_ct_menor = Diámetro_CT_2
    e_ct_MAX = ect_1
    e_ct_menor = ect_2
Else
    act_MAX = a2
    act_menor = a1
    dct_MAX = d2
    dct_menor = d1
    Dia_ct_MAX = Diámetro_CT_2
    Dia_ct_menor = Diámetro_CT_1
    e_ct_MAX = ect_2
    e_ct_menor = ect_1
End If
'DERIVACIÓN
If Tv3 >= TH_3 Then
    T_Der_max = Tv3
    Hipótesis_Der_Tmax = "V"
    p_der_MAX = pv_3
Else
    T_Der_max = TH_3
    Hipótesis_Der_Tmax = "H"
    p_der_MAX = ph_3
End If
If Tv3 >= THV_3 Then
    T_Der_max = Tv3
    Hipótesis_Der_Tmax = "V"
    p_der_MAX = pv_3
Else
    T_Der_max = THV_3
    Hipótesis_Der_Tmax = "HV"
    p_der_MAX = phv_3
End If
If TH_3 >= THV_3 Then
    T_Der_max = TH_3
    Hipótesis_Der_Tmax = "H"
    p_der_MAX = ph_3
Else
    T_Der_max = THV_3
    Hipótesis_Der_Tmax = "HV"
    p_der_MAX = phv_3
End If
End Sub

```



```

Option Base 1
Option Explicit
Public Sub AP_0_11_Coeficientes_H3_H4()
    'Coeficiente %des. para Hipótesis 3ª
    If Un > 66 Then
        If Clasificación = "Suspensión" Then
            des = 0.15
        ElseIf Clasificación = "Amarre" Then
            des = 0.25
        ElseIf Clasificación = "Anclaje" Then
            des = 0.5
        ElseIf Clasificación = "Fin de línea" Then
            des = 1
        End If
    Else
        If Clasificación = "Suspensión" Then
            des = 0.08
        ElseIf Clasificación = "Amarre" Then
            des = 0.15
        ElseIf Clasificación = "Anclaje" Then
            des = 0.5
        ElseIf Clasificación = "Fin de línea" Then
            des = 1
        End If
    End If
    'Coeficiente %rot. para Hipótesis 4ª
    If Clasificación = "Suspensión" Then
        If n = 1 Or n = 2 Then
            rot = 0.5
        ElseIf n = 3 Then
            rot = 0.75
        ElseIf n = 4 Then
            rot = 1
        End If
    ElseIf Clasificación = "Amarre" Then
        rot = 1
    ElseIf Clasificación = "Anclaje" Then
        If n = 1 Then
            rot = 1
        ElseIf n = 2 Or n = 3 Or n = 4 Then
            rot = 0.5
        End If
    ElseIf Clasificación = "Fin de línea" Then
        rot = 1
    End If
End Sub

```

Public Sub AP_0_12_PrescripciónEspecial()

```

If Vv_H1 >= 140 Or Hipótesis_HV = "SI" Then
    'nada
Else
    If PE = "SI" Then
        'Esfuerzos a soportar por el punto de sujeción del conductor DE FASE
        'H1 VIENTO
        V_fase_H1 = V_fase_H1 * 1.25
        T_fase_H1 = T_fase_H1 * 1.25
        L_fase_H1 = L_fase_H1 * 1.25
        Leq_fase_H1 = Leq_fase_H1 * 1.25
        Mt_fase_H1 = Mt_fase_H1 * 1.25
        'H2 HIELO
        V_fase_H2_H = V_fase_H2_H * 1.25
        T_fase_H2_H = T_fase_H2_H * 1.25
        L_fase_H2_H = L_fase_H2_H * 1.25
        Leq_fase_H2_H = Leq_fase_H2_H * 1.25
        Mt_fase_H2_H = Mt_fase_H2_H * 1.25
        'H2 HIELO+VIENTO
        V_fase_H2_HV = V_fase_H2_HV * 1.25
        T_fase_H2_HV = T_fase_H2_HV * 1.25
        L_fase_H2_HV = L_fase_H2_HV * 1.25
        Leq_fase_H2_HV = Leq_fase_H2_HV * 1.25
        Mt_fase_H2_HV = Mt_fase_H2_HV * 1.25
        'H3 DESEQUILIBRIO
        If H4 = "SI" Then
            V_fase_H3 = V_fase_H3 * 1.25
            T_fase_H3 = T_fase_H3 * 1.25
            L_fase_H3 = L_fase_H3 * 1.25
            Leq_fase_H3 = Leq_fase_H3 * 1.25
        End If
    End If
End Sub

```

```

        Mt_fase_H3 = Mt_fase_H3 * 1.25
    Else
        'Nada. Si no se prescinde de H4ª no se multiplica x1.25 la H3ª
    End If
'Esfuerzos a soportar por el APOYO.
'H1 VIENTO
    V_apoyo_H1 = V_apoyo_H1 * 1.25
    T_apoyo_H1 = T_apoyo_H1 * 1.25
    L_apoyo_H1 = L_apoyo_H1 * 1.25
    Leq_apoyo_H1 = Leq_apoyo_H1 * 1.25
    Mt_apoyo_H1 = Mt_apoyo_H1 * 1.25
'H2 HIELO
    V_apoyo_H2_H = V_apoyo_H2_H * 1.25
    T_apoyo_H2_H = T_apoyo_H2_H * 1.25
    L_apoyo_H2_H = L_apoyo_H2_H * 1.25
    Leq_apoyo_H2_H = Leq_apoyo_H2_H * 1.25
    Mt_apoyo_H2_H = Mt_apoyo_H2_H * 1.25
'H2 HIELO+VIENTO
    V_apoyo_H2_HV = V_apoyo_H2_HV * 1.25
    T_apoyo_H2_HV = T_apoyo_H2_HV * 1.25
    L_apoyo_H2_HV = L_apoyo_H2_HV * 1.25
    Leq_apoyo_H2_HV = Leq_apoyo_H2_HV * 1.25
    Mt_apoyo_H2_HV = Mt_apoyo_H2_HV * 1.25
'H3 DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES
    If H4 = "SI" Then
        V_apoyo_H3 = V_apoyo_H3 * 1.25
        T_apoyo_H3 = T_apoyo_H3 * 1.25
        L_apoyo_H3 = L_apoyo_H3 * 1.25
        Leq_apoyo_H3 = Leq_apoyo_H3 * 1.25
        Mt_apoyo_H3 = Mt_apoyo_H3 * 1.25
    Else
        'Nada. Si no se prescinde de H4ª no se multiplica x1.25 la H3ª
    End If
'Esfuerzos a soportar por el punto de succión del cable de tierra
If CT_LP = "NO" Then
    'no escribimos los valores
Else
    'H1 VIENTO
        V_CT_H1 = V_CT_H1 * 1.25
        T_CT_H1 = T_CT_H1 * 1.25
        L_CT_H1 = L_CT_H1 * 1.25
        Leq_CT_H1 = Leq_CT_H1 * 1.25
    'H2 HIELO
        V_CT_H2_H = V_CT_H2_H * 1.25
        T_CT_H2_H = T_CT_H2_H * 1.25
        L_CT_H2_H = L_CT_H2_H * 1.25
        Leq_CT_H2_H = Leq_CT_H2_H * 1.25
    'H2 HIELO+VIENTO
        V_CT_H2_HV = V_CT_H2_HV * 1.25
        T_CT_H2_HV = T_CT_H2_HV * 1.25
        L_CT_H2_HV = L_CT_H2_HV * 1.25
        Leq_CT_H2_HV = Leq_CT_H2_HV * 1.25
    'H3 DESEQUILIBRIO
        If H4 = "SI" Then
            V_CT_H3 = V_CT_H3 * 1.25
            T_CT_H3 = T_CT_H3 * 1.25
            L_CT_H3 = L_CT_H3 * 1.25
            Leq_CT_H3 = Leq_CT_H3 * 1.25
        Else
            'Nada. Si no se prescinde de H4ª no se multiplica x1.25 la H3ª
        End If
    'H4 ROTURA CONDUCTOR DE FASE -NO APLICA-
        'V_ct_H4 = V_ct_H4 * 1.25
        'T_ct_H4 = T_ct_H4 * 1.25
        'L_ct_H4 = L_ct_H4 * 1.25
        'Leq_ct_H4
    'H4 ROTURA CABLE DE TIERRA -NO APLICA-
        'V_ct_H4_ROTOTO = V_ct_H4_ROTOTO * 1.25
        'T_ct_H4_ROTOTO = T_ct_H4_ROTOTO * 1.25
        'L_ct_H4_ROTOTO = L_ct_H4_ROTOTO * 1.25
        'Leq_ct_H4_ROTOTO
End If
'Esfuerzos a soportar por el punto de succión DE LA CRUCETA DERIVACIÓN
'H1 VIENTO
    V_der_H1 = V_der_H1 * 1.25
    T_der_H1 = T_der_H1 * 1.25
    L_der_H1 = L_der_H1 * 1.25

```

```

        Leq_der_H1 = Leq_der_H1 * 1.25
'H2 HIELO
V_der_H2_H = V_der_H2_H * 1.25
T_der_H2_H = T_der_H2_H * 1.25
L_der_H2_H = L_der_H2_H * 1.25
Leq_der_H2_H = Leq_der_H2_H * 1.25
'H2 HIELO+VIENTO
V_der_H2_HV = V_der_H2_HV * 1.25
T_der_H2_HV = T_der_H2_HV * 1.25
L_der_H2_HV = L_der_H2_HV * 1.25
Leq_der_H2_HV = Leq_der_H2_HV * 1.25
'H3 DESEQUILIBRIO
If H4 = "SI" Then
    V_der_H3 = V_der_H3 * 1.25
    T_der_H3 = T_der_H3 * 1.25
    L_der_H3 = L_der_H3 * 1.25
    Leq_der_H3 = Leq_der_H3 * 1.25
Else
    'Nada. Si no se prescinde de H4ª no se multiplica x1.25 la H3ª
End If
Else
    'Nada, no se aplica Prescripción Especial si PE=NO
End If
End If
End Sub

```

```

Public Function AP_0_13_EsfuerzoEquivalente(h_apoyo As Double, h_sd As Double, h_cogolla
As Double, Armado As String, F1 As Double, L1 As Double, F2 As Double, L2 As Double, F3 As
Double, L3 As Double, F4 As Double, L4 As Double, F5 As Double, L5 As Double, F6 As Double,
L6 As Double, F7 As Double, L7 As Double, F8 As Double, L8 As Double, F9 As Double, L9 As
Double, F10 As Double, L10 As Double, F11 As Double, L11 As Double, F12 As Double, L12 As
Double, F13 As Double, L13 As Double, F14 As Double, L14 As Double, F15 As Double, L15 As
Double, F16 As Double, L16 As Double, F17 As Double, L17 As Double, F18 As Double, L18 As
Double, F19 As Double, L19 As Double, F20 As Double, L20 As Double, F21 As Double, L21 As
Double, F22 As Double, L22 As Double, F23 As Double, L23 As Double, F24 As Double, L24 As
Double, F25 As Double, L25 As Double, F26 As Double, L26 As Double, F27 As Double, L27 As
Double, F28 As Double, L28 As Double) As Double

```

```

    Dim M_lt As Double
    Dim M_sd As Double
    Dim SumaEsfuerzos As Double
    Dim L1_sd As Double
    Dim L2_sd As Double
    Dim L3_sd As Double
    Dim L4_sd As Double
    Dim L5_sd As Double
    Dim L6_sd As Double
    Dim L7_sd As Double
    Dim L8_sd As Double
    Dim L9_sd As Double
    Dim L10_sd As Double
    Dim L11_sd As Double
    Dim L12_sd As Double
    Dim L13_sd As Double
    Dim L14_sd As Double
    Dim L15_sd As Double
    Dim L16_sd As Double
    Dim L17_sd As Double
    Dim L18_sd As Double
    Dim L19_sd As Double
    Dim L20_sd As Double
    Dim L21_sd As Double
    Dim L22_sd As Double
    Dim L23_sd As Double
    Dim L24_sd As Double
    Dim L25_sd As Double
    Dim L26_sd As Double
    Dim L27_sd As Double
    Dim L28_sd As Double
    Dim h_lt As Double
    Dim h_m As Double
    Dim h5 As Double
    Dim K As Double
    Dim Esf_Equivalente As Double

```

```

    M_lt = (F1 * L1) + (F2 * L2) + (F3 * L3) + (F4 * L4) + (F5 * L5) + (F6 * L6) + (F7 *
L7) + (F8 * L8) + (F9 * L9) + (F10 * L10) + (F11 * L11) + (F12 * L12) + (F13 * L13) + (F14
* L14) + (F15 * L15) + (F16 * L16) + (F17 * L17) + (F18 * L18) + (F19 * L19) + (F20 * L20)

```

```
+ (F21 * L21) + (F22 * L22) + (F23 * L23) + (F24 * L24) + (F25 * L25) + (F26 * L26) + (F27 * L27) + (F28 * L28)
```

```
'Alturas respecto a la SECCIÓN DÉBIL
```

```
L1_sd = L1 - h_apoyo + h_sd
L2_sd = L2 - h_apoyo + h_sd
L3_sd = L3 - h_apoyo + h_sd
L4_sd = L4 - h_apoyo + h_sd
L5_sd = L5 - h_apoyo + h_sd
L6_sd = L6 - h_apoyo + h_sd
L7_sd = L7 - h_apoyo + h_sd
L8_sd = L8 - h_apoyo + h_sd
L9_sd = L9 - h_apoyo + h_sd
L10_sd = L10 - h_apoyo + h_sd
L11_sd = L11 - h_apoyo + h_sd
L12_sd = L12 - h_apoyo + h_sd
L13_sd = L13 - h_apoyo + h_sd
L14_sd = L14 - h_apoyo + h_sd
L15_sd = L15 - h_apoyo + h_sd
L16_sd = L16 - h_apoyo + h_sd
L17_sd = L17 - h_apoyo + h_sd
L18_sd = L18 - h_apoyo + h_sd
L19_sd = L19 - h_apoyo + h_sd
L20_sd = L20 - h_apoyo + h_sd
L21_sd = L21 - h_apoyo + h_sd
L22_sd = L22 - h_apoyo + h_sd
L23_sd = L23 - h_apoyo + h_sd
L24_sd = L24 - h_apoyo + h_sd
L25_sd = L25 - h_apoyo + h_sd
L26_sd = L26 - h_apoyo + h_sd
L27_sd = L27 - h_apoyo + h_sd
L28_sd = L28 - h_apoyo + h_sd
```

```
M_sd = (F1 * L1_sd) + (F2 * L2_sd) + (F3 * L3_sd) + (F4 * L4_sd) + (F5 * L5_sd) + (F6 * L6_sd) + (F7 * L7_sd) + (F8 * L8_sd) + (F9 * L9_sd) + (F10 * L10_sd) + (F11 * L11_sd) + (F12 * L12_sd) + (F13 * L13_sd) + (F14 * L14_sd) + (F15 * L15_sd) + (F16 * L16_sd) + (F17 * L17_sd) + (F18 * L18_sd) + (F19 * L19_sd) + (F20 * L20_sd) + (F21 * L21_sd) + (F22 * L22_sd) + (F23 * L23_sd) + (F24 * L24_sd) + (F25 * L25_sd) + (F26 * L26_sd) + (F27 * L27_sd) + (F28 * L28_sd)
```

```
SumaEsfuerzos = F1 + F2 + F3 + F4 + F5 + F6 + F7 + F8 + F9 + F10 + F11 + F12 + F13 + F14 + F15 + F16 + F17 + F18 + F19 + F20 + F21 + F22 + F23 + F24 + F25 + F26 + F27 + F28
```

```
If SumaEsfuerzos = 0 Then
  AP__0_13_EsfuerzoEquivalente = 0
```

```
Else
  h_lt = M_lt / SumaEsfuerzos
  h_m = M_sd / SumaEsfuerzos
```

```
If h_lt > h_apoyo Then
  If Armado = "Bóveda HV" Then
    h5 = h_m - h_sd
    K = 5.4 / (h5 + 5.25)
    Esf_Equivalente = SumaEsfuerzos / K
  Else
    Esf_Equivalente = M_sd / (h_sd - h_cogolla)
  End If
Else
  Esf_Equivalente = M_lt / (h_apoyo - h_cogolla)
End If
```

```
AP__0_13_EsfuerzoEquivalente = Esf_Equivalente
```

```
End If
```

```
End Function
```

```

Option Base 1
Option Explicit
Sub AP_0_2 Reiniciar_Valores_Datos()
'Eliminamos el pestañeo en el proceso
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
Range("CP5:CP293").Select
Selection.Copy
Range("G5").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
ActiveWorkbook.CustomViews("DATOS").Show
Range("B2").Select
'Activamos el pestañeo del proceso
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
End Sub

```

```

Option Base 1
Option Explicit
Sub AP_0_3 Reiniciar_Sombreado()
'Eliminamos el pestañeo en el proceso
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
Range("E5:F17").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("G5:G17").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = -0.349986266670736
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("H5:J17").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("E24:F36").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("G24:G36").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = -0.349986266670736
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("H24:J36").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("E41:F54").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("G41:G54").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = -0.349986266670736

```

```
.PatternTintAndShade = 0
End With
Range("H41:J54").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("E69:F141").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("G69:G141").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = -0.349986266670736
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("H69:J139").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("E150:F156").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("G150:G156").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = -0.349986266670736
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("H150:J156").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("E163:F182").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("G163:G182").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = -0.349986266670736
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("H163:J181").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("E189:F194").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("G189:G194").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
```

```
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.ThemeColor = xlThemeColorDark1
.TintAndShade = -0.349986266670736
.PatternTintAndShade = 0
End With
Range("H189:J194").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("E202:F206").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("G202:G206").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = -0.349986266670736
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("H202:J206").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("E213:F215").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("G213:G215").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = -0.349986266670736
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("H213:J215").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("E222:F226").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("G222:G226").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = -0.349986266670736
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("H222:J226").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("E230:F293").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
```

```

Range("G230:G293").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = -0.349986266670736
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("H230:J293").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
ActiveWorkbook.CustomViews("DATOS").Show
Range("B2").Select
'Activamos el pestañeo del proceso
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
End Sub

```

```

Option Base 1
Option Explicit
'DECLARACIÓN DE VARIABLES GLOBALES
Public Datos_Conductor() As String    'Matriz
Public Valores_Conductor() As Double 'Matriz
Dim Archivo_Conductor As Workbook
Dim Archivo_ruta As String
Public Sub AP_0_4_DatosConductores()
'VARIABLES NIVEL LOCAL=PRIVADA
Dim Tipo_Conductor_1 As String
Dim Conductor_1 As String
Dim Tipo_CT_1 As String
Dim CableTierra_1 As String
Dim Tipo_Conductor_2 As String
Dim Conductor_2 As String
Dim Tipo_CT_2 As String
Dim CableTierra_2 As String
Dim Tipo_Conductor_3 As String
Dim Conductor_3 As String
Dim Tipo_CT_3 As String
Dim CableTierra_3 As String
Dim li As ThisWorkbook
Dim Un As Double
Dim Vv_H1 As Double
Dim Zona As String
Dim Altitud As Integer
Dim QueTipoCadenas As String

'ACTIVACIÓN VARIABLES WORKBOOKS
Set li = ThisWorkbook
'GUARDAMOS EL DIRECTORIO Archivo_ruta = Application.ActiveWorkbook.Path
'ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO Application.StatusBar = "Un momento, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
'Dimensionamos las matrices
ReDim Datos_Conductor(1, 2) As String
ReDim Valores_Conductor(1, 35) As Double
'CAPTURA DE DATOS DE LA PANTALLA
Tipo_Conductor_1 = li.Worksheets("DATOS").Range("G72")
Conductor_1 = li.Worksheets("DATOS").Range("G73")

Tipo_CT_1 = li.Worksheets("DATOS").Range("G91")
CableTierra_1 = li.Worksheets("DATOS").Range("G92")

Tipo_Conductor_2 = li.Worksheets("DATOS").Range("G109")
Conductor_2 = li.Worksheets("DATOS").Range("G110")

Tipo_CT_2 = li.Worksheets("DATOS").Range("G126")
CableTierra_2 = li.Worksheets("DATOS").Range("G127")

Tipo_Conductor_3 = li.Worksheets("DATOS").Range("G237")
Conductor_3 = li.Worksheets("DATOS").Range("G238")

Tipo_CT_3 = li.Worksheets("DATOS").Range("G254")
CableTierra_3 = li.Worksheets("DATOS").Range("G255")

Un = li.Worksheets("DATOS").Range("G25")

```



```

Vv_H1 = li.Worksheets("DATOS").Range("G30")
Zona = li.Worksheets("DATOS").Range("G26")
Altitud = li.Worksheets("DATOS").Range("G27")
QueTipoCadenas = li.Worksheets("DATOS").Range("G9")

'Buscamos datos Conductor 1
If (Tipo_Conductor_1 = "") Or (Conductor_1 = "") Then
'nada, lo evita
Else
  Datos_Conductor(1, 1) = Tipo_Conductor_1
  Datos_Conductor(1, 2) = Conductor_1
  Call TIPO_C
  'Escribimos los datos Conductor 1
  'pp
  li.Worksheets("DATOS").Range("G74") = Valores_Conductor(1, 4)
  'pv
  If Vv_H1 <= 120 Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G75") = Valores_Conductor(1, 9)
  ElseIf Vv_H1 <= 140 Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G75") = Valores_Conductor(1, 15)
  Else
    li.Worksheets("DATOS").Range("G75") = Valores_Conductor(1, 11)
  End If
  'ph
  If Zona = "A" Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G76") = 0
  ElseIf Zona = "B" Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G76") = Valores_Conductor(1, 12)
  ElseIf (Zona = "C") And (Altitud <= 1500) Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G76") = Valores_Conductor(1, 13)
  ElseIf (Zona = "C") And (Altitud > 1500) Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G76") = Valores_Conductor(1, 14)
  End If
  'phv y e
  If Zona = "A" Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G77") = 0
    li.Worksheets("DATOS").Range("G80") = 0
  ElseIf Zona = "B" Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G77") = Valores_Conductor(1, 16)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G80") = (Valores_Conductor(1, 17) / 1000)
  ElseIf (Zona = "C") And (Altitud <= 1500) Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G77") = Valores_Conductor(1, 18)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G80") = (Valores_Conductor(1, 19) / 1000)
  ElseIf (Zona = "C") And (Altitud > 1500) Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G77") = Valores_Conductor(1, 20)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G80") = (Valores_Conductor(1, 21) /
1000)
  End If
  'pv mitad
  li.Worksheets("DATOS").Range("G78") = Valores_Conductor(1, 10)
  'diámetro
  li.Worksheets("DATOS").Range("G79") = Valores_Conductor(1, 2)
  'kht-kv
  If Un > 30 Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G81") = Valores_Conductor(1, 32)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G82") = Valores_Conductor(1, 34)
  Else
    li.Worksheets("DATOS").Range("G81") = Valores_Conductor(1, 33)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G82") = Valores_Conductor(1, 35)
  End If
  ''''''''''Si Tipo_cadenas="Suspensión" entonces escribimos los datos del CONDUCTOR 2
  If QueTipoCadenas = "Suspensión" Then
    'pp
    li.Worksheets("DATOS").Range("G111") = Valores_Conductor(1, 4)
    'pv
    If Vv_H1 <= 120 Then
      li.Worksheets("DATOS").Range("G112") = Valores_Conductor(1, 9)
    ElseIf Vv_H1 <= 140 Then
      li.Worksheets("DATOS").Range("G112") = Valores_Conductor(1, 15)
    Else
      li.Worksheets("DATOS").Range("G112") = Valores_Conductor(1, 11)
    End If
    'ph
    If Zona = "A" Then
      li.Worksheets("DATOS").Range("G113") = 0
    ElseIf Zona = "B" Then
      li.Worksheets("DATOS").Range("G113") = Valores_Conductor(1, 12)

```

```

        ElseIf (Zona = "C") And (Altitud <= 1500) Then
            li.Worksheets("DATOS").Range("G113") = Valores_Conductor(1, 13)
        ElseIf (Zona = "C") And (Altitud > 1500) Then
            li.Worksheets("DATOS").Range("G113") = Valores_Conductor(1, 14)
    End If
    'phv y e
    If Zona = "A" Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G114") = 0
        li.Worksheets("DATOS").Range("G116") = 0
    ElseIf Zona = "B" Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G114") = Valores_Conductor(1, 16)
        li.Worksheets("DATOS").Range("G116") = (Valores_Conductor(1, 17) /
1000)

        ElseIf (Zona = "C") And (Altitud <= 1500) Then
            li.Worksheets("DATOS").Range("G114") = Valores_Conductor(1, 18)
            li.Worksheets("DATOS").Range("G116") = (Valores_Conductor(1, 19) /
1000)

            ElseIf (Zona = "C") And (Altitud > 1500) Then
                li.Worksheets("DATOS").Range("G114") = Valores_Conductor(1, 20)
                li.Worksheets("DATOS").Range("G116") = (Valores_Conductor(1,
21) / 1000)
    End If
    'diámetro
    li.Worksheets("DATOS").Range("G115") = Valores_Conductor(1, 2)
    'kht-kv
    If Un > 30 Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G117") = Valores_Conductor(1, 32)
        li.Worksheets("DATOS").Range("G118") = Valores_Conductor(1, 34)
    Else
        li.Worksheets("DATOS").Range("G117") = Valores_Conductor(1, 33)
        li.Worksheets("DATOS").Range("G118") = Valores_Conductor(1, 35)
    End If
    'Tipo_conductor y Conductor
    li.Worksheets("DATOS").Range("G109") = Datos_Conductor(1, 1)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G110") = Datos_Conductor(1, 2)
    Tipo_Conductor_2 = Datos_Conductor(1, 1)
    Conductor_2 = Datos_Conductor(1, 2)

    End If
End If

'Buscamos datos Cable de tierra 1
If (Tipo_CT_1 = "") Or (CableTierra_1 = "") Then
'nada, lo evita si no están rellenas las casillas
Else
    Datos_Conductor(1, 1) = Tipo_CT_1
    Datos_Conductor(1, 2) = CableTierra_1
    Call TIPO_C
    'Escribimos los datos Cable de tierra 1
    'pp
    li.Worksheets("DATOS").Range("G93") = Valores_Conductor(1, 4)
    'pv
    If Vv_H1 <= 120 Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G94") = Valores_Conductor(1, 9)
    ElseIf Vv_H1 <= 140 Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G94") = Valores_Conductor(1, 15)
    Else
        li.Worksheets("DATOS").Range("G94") = Valores_Conductor(1, 11)
    End If
    'ph
    If Zona = "A" Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G95") = 0
    ElseIf Zona = "B" Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G95") = Valores_Conductor(1, 12)
    ElseIf (Zona = "C") And (Altitud <= 1500) Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G95") = Valores_Conductor(1, 13)
    ElseIf (Zona = "C") And (Altitud > 1500) Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G95") = Valores_Conductor(1, 14)
    End If
    'phv y e
    If Zona = "A" Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G96") = 0
        li.Worksheets("DATOS").Range("G98") = 0
    ElseIf Zona = "B" Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G96") = Valores_Conductor(1, 16)
        li.Worksheets("DATOS").Range("G98") = (Valores_Conductor(1, 17) / 1000)
    ElseIf (Zona = "C") And (Altitud <= 1500) Then

```

```

        li.Worksheets("DATOS").Range("G96") = Valores_Conductor(1, 18)
        li.Worksheets("DATOS").Range("G98") = (Valores_Conductor(1, 19) / 1000)
        ElseIf (Zona = "C") And (Altitud > 1500) Then
            li.Worksheets("DATOS").Range("G96") = Valores_Conductor(1, 20)
            li.Worksheets("DATOS").Range("G98") = (Valores_Conductor(1, 21) /
1000)
        End If
        'diámetro
        li.Worksheets("DATOS").Range("G97") = Valores_Conductor(1, 2)
        'kht-kv
        If Un > 30 Then
            li.Worksheets("DATOS").Range("G99") = Valores_Conductor(1, 32)
            li.Worksheets("DATOS").Range("G100") = Valores_Conductor(1, 34)
        Else
            li.Worksheets("DATOS").Range("G99") = Valores_Conductor(1, 33)
            li.Worksheets("DATOS").Range("G100") = Valores_Conductor(1, 35)
        End If
        '''''''''Si Tipo_cadenas="Suspensión" entonces escribimos los datos del CABLE DE
TIERRA 2
        If QueTipoCadenas = "Suspensión" Then
            'pp
            li.Worksheets("DATOS").Range("G128") = Valores_Conductor(1, 4)
            'pv
            If Vv_H1 <= 120 Then
                li.Worksheets("DATOS").Range("G129") = Valores_Conductor(1, 9)
            ElseIf Vv_H1 <= 140 Then
                li.Worksheets("DATOS").Range("G129") = Valores_Conductor(1, 15)
            Else
                li.Worksheets("DATOS").Range("G129") = Valores_Conductor(1, 11)
            End If
            'ph
            If Zona = "A" Then
                li.Worksheets("DATOS").Range("G130") = 0
            ElseIf Zona = "B" Then
                li.Worksheets("DATOS").Range("G130") = Valores_Conductor(1, 12)
            ElseIf (Zona = "C") And (Altitud <= 1500) Then
                li.Worksheets("DATOS").Range("G130") = Valores_Conductor(1, 13)
            ElseIf (Zona = "C") And (Altitud > 1500) Then
                li.Worksheets("DATOS").Range("G130") = Valores_Conductor(1, 14)
            End If
            'phv y e
            If Zona = "A" Then
                li.Worksheets("DATOS").Range("G131") = 0
                li.Worksheets("DATOS").Range("G133") = 0
            ElseIf Zona = "B" Then
                li.Worksheets("DATOS").Range("G131") = Valores_Conductor(1, 16)
                li.Worksheets("DATOS").Range("G133") = (Valores_Conductor(1, 17) /
1000)
            ElseIf (Zona = "C") And (Altitud <= 1500) Then
                li.Worksheets("DATOS").Range("G131") = Valores_Conductor(1, 18)
                li.Worksheets("DATOS").Range("G133") = (Valores_Conductor(1, 19) /
1000)
            ElseIf (Zona = "C") And (Altitud > 1500) Then
                li.Worksheets("DATOS").Range("G131") = Valores_Conductor(1, 20)
                li.Worksheets("DATOS").Range("G133") = (Valores_Conductor(1,
21) / 1000)
            End If
            'diámetro
            li.Worksheets("DATOS").Range("G132") = Valores_Conductor(1, 2)
            'kht-kv
            If Un > 30 Then
                li.Worksheets("DATOS").Range("G134") = Valores_Conductor(1, 32)
                li.Worksheets("DATOS").Range("G135") = Valores_Conductor(1, 34)
            Else
                li.Worksheets("DATOS").Range("G134") = Valores_Conductor(1, 33)
                li.Worksheets("DATOS").Range("G135") = Valores_Conductor(1, 35)
            End If
            'Tipo_conductor y Conductor
            li.Worksheets("DATOS").Range("G126") = Datos_Conductor(1, 1)
            li.Worksheets("DATOS").Range("G127") = Datos_Conductor(1, 2)
            Tipo_CT_2 = Datos_Conductor(1, 1)
            CableTierra_2 = Datos_Conductor(1, 2)
        End If
    End If

    'Buscamos datos Conductor 2

```

```

If (Tipo_Conductor_2 = "") Or (Conductor_2 = "") Then
'nada, lo evita
Else
  Datos_Conductor(1, 1) = Tipo_Conductor_2
  Datos_Conductor(1, 2) = Conductor_2
  Call TIPO_C
  'Escribimos los datos Conductor 2
  'pp
  li.Worksheets("DATOS").Range("G111") = Valores_Conductor(1, 4)
  'pv
  If Vv_H1 <= 120 Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G112") = Valores_Conductor(1, 9)
  ElseIf Vv_H1 <= 140 Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G112") = Valores_Conductor(1, 15)
  Else
    li.Worksheets("DATOS").Range("G112") = Valores_Conductor(1, 11)
  End If
  'ph
  If Zona = "A" Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G113") = 0
  ElseIf Zona = "B" Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G113") = Valores_Conductor(1, 12)
  ElseIf (Zona = "C") And (Altitud <= 1500) Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G113") = Valores_Conductor(1, 13)
  ElseIf (Zona = "C") And (Altitud > 1500) Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G113") = Valores_Conductor(1, 14)
  End If
  'phv y e
  If Zona = "A" Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G114") = 0
    li.Worksheets("DATOS").Range("G116") = 0
  ElseIf Zona = "B" Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G114") = Valores_Conductor(1, 16)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G116") = (Valores_Conductor(1, 17) / 1000)
  ElseIf (Zona = "C") And (Altitud <= 1500) Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G114") = Valores_Conductor(1, 18)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G116") = (Valores_Conductor(1, 19) /
1000)
  ElseIf (Zona = "C") And (Altitud > 1500) Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G114") = Valores_Conductor(1, 20)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G116") = (Valores_Conductor(1, 21) /
1000)
  End If
  'diámetro
  li.Worksheets("DATOS").Range("G115") = Valores_Conductor(1, 2)
  'kht-kv
  If Un > 30 Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G117") = Valores_Conductor(1, 32)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G118") = Valores_Conductor(1, 34)
  Else
    li.Worksheets("DATOS").Range("G117") = Valores_Conductor(1, 33)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G118") = Valores_Conductor(1, 35)
  End If
End If

'Buscamos datos Cable de tierra 2
If (IsEmpty(Range("G126").Value)) Or (IsEmpty(Range("G127").Value)) Then
'nada, lo evita
Else
  Datos_Conductor(1, 1) = Tipo_CT_2
  Datos_Conductor(1, 2) = CableTierra_2
  Call TIPO_C
  'Escribimos los datos Cable de tierra 2
  'pp
  li.Worksheets("DATOS").Range("G128") = Valores_Conductor(1, 4)
  'pv
  If Vv_H1 <= 120 Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G129") = Valores_Conductor(1, 9)
  ElseIf Vv_H1 <= 140 Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G129") = Valores_Conductor(1, 15)
  Else
    li.Worksheets("DATOS").Range("G129") = Valores_Conductor(1, 11)
  End If
  'ph
  If Zona = "A" Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G130") = 0
  ElseIf Zona = "B" Then

```

```

        li.Worksheets("DATOS").Range("G130") = Valores_Conductor(1, 12)
    ElseIf (Zona = "C") And (Altitud <= 1500) Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G130") = Valores_Conductor(1, 13)
    ElseIf (Zona = "C") And (Altitud > 1500) Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G130") = Valores_Conductor(1, 14)
End If
'phv y e
If Zona = "A" Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G131") = 0
    li.Worksheets("DATOS").Range("G133") = 0
    ElseIf Zona = "B" Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G131") = Valores_Conductor(1, 16)
        li.Worksheets("DATOS").Range("G133") = (Valores_Conductor(1, 17) / 1000)
    ElseIf (Zona = "C") And (Altitud <= 1500) Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G131") = Valores_Conductor(1, 18)
        li.Worksheets("DATOS").Range("G133") = (Valores_Conductor(1, 19) /
1000)

        ElseIf (Zona = "C") And (Altitud > 1500) Then
            li.Worksheets("DATOS").Range("G131") = Valores_Conductor(1, 20)
            li.Worksheets("DATOS").Range("G133") = (Valores_Conductor(1, 21) /
1000)
End If
'diámetro
li.Worksheets("DATOS").Range("G132") = Valores_Conductor(1, 2)
'kht-kv
If Un > 30 Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G134") = Valores_Conductor(1, 32)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G135") = Valores_Conductor(1, 34)
Else
    li.Worksheets("DATOS").Range("G134") = Valores_Conductor(1, 33)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G135") = Valores_Conductor(1, 35)
End If
End If

'Buscamos datos Conductor 3

If (Tipo_Conductor_3 = "") Or (Conductor_3 = "") Then
'nada, lo evita
Else
    Datos_Conductor(1, 1) = Tipo_Conductor_3
    Datos_Conductor(1, 2) = Conductor_3
    Call TIPO_C
    'Escribimos los datos Conductor 3
    'pp
    li.Worksheets("DATOS").Range("G239") = Valores_Conductor(1, 4)
    'pv
    If Vv_H1 <= 120 Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G240") = Valores_Conductor(1, 9)
    ElseIf Vv_H1 <= 140 Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G240") = Valores_Conductor(1, 15)
    Else
        li.Worksheets("DATOS").Range("G240") = Valores_Conductor(1, 11)
    End If
    'ph
    If Zona = "A" Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G241") = 0
    ElseIf Zona = "B" Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G241") = Valores_Conductor(1, 12)
    ElseIf (Zona = "C") And (Altitud <= 1500) Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G241") = Valores_Conductor(1, 13)
    ElseIf (Zona = "C") And (Altitud > 1500) Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G241") = Valores_Conductor(1, 14)
    End If
    'phv y e
    If Zona = "A" Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G242") = 0
        li.Worksheets("DATOS").Range("G244") = 0
    ElseIf Zona = "B" Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G242") = Valores_Conductor(1, 16)
        li.Worksheets("DATOS").Range("G244") = (Valores_Conductor(1, 17) / 1000)
    ElseIf (Zona = "C") And (Altitud <= 1500) Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G242") = Valores_Conductor(1, 18)
        li.Worksheets("DATOS").Range("G244") = (Valores_Conductor(1, 19) /
1000)

        ElseIf (Zona = "C") And (Altitud > 1500) Then
            li.Worksheets("DATOS").Range("G242") = Valores_Conductor(1, 20)

```

```

1000)          li.Worksheets("DATOS").Range("G244") = (Valores_Conductor(1, 21) /
End If
'diámetro
li.Worksheets("DATOS").Range("G243") = Valores_Conductor(1, 2)
'kht-kv
If Un > 30 Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G245") = Valores_Conductor(1, 32)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G246") = Valores_Conductor(1, 34)
Else
    li.Worksheets("DATOS").Range("G245") = Valores_Conductor(1, 33)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G246") = Valores_Conductor(1, 35)
End If
End If

'Buscamos datos Cable de tierra 3
If (IsEmpty(Range("G254").Value)) Or (IsEmpty(Range("G255").Value)) Then
'nada, lo evita
Else
    Datos_Conductor(1, 1) = Tipo_CT_3
    Datos_Conductor(1, 2) = CableTierra_3
    Call TIPO_C
    'Escribimos los datos Cable de tierra 3
    'pp
    li.Worksheets("DATOS").Range("G256") = Valores_Conductor(1, 4)
    'pv
    If Vv_H1 <= 120 Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G257") = Valores_Conductor(1, 9)
    ElseIf Vv_H1 <= 140 Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G257") = Valores_Conductor(1, 15)
    Else
        li.Worksheets("DATOS").Range("G257") = Valores_Conductor(1, 11)
    End If
    'ph
    If Zona = "A" Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G258") = 0
    ElseIf Zona = "B" Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G258") = Valores_Conductor(1, 12)
    ElseIf (Zona = "C") And (Altitud <= 1500) Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G258") = Valores_Conductor(1, 13)
    ElseIf (Zona = "C") And (Altitud > 1500) Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G258") = Valores_Conductor(1, 14)
    End If
    'phv y e
    If Zona = "A" Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G259") = 0
        li.Worksheets("DATOS").Range("G261") = 0
    ElseIf Zona = "B" Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G259") = Valores_Conductor(1, 16)
        li.Worksheets("DATOS").Range("G261") = (Valores_Conductor(1, 17) / 1000)
    ElseIf (Zona = "C") And (Altitud <= 1500) Then
        li.Worksheets("DATOS").Range("G259") = Valores_Conductor(1, 18)
        li.Worksheets("DATOS").Range("G261") = (Valores_Conductor(1, 19) /
1000)
        ElseIf (Zona = "C") And (Altitud > 1500) Then
            li.Worksheets("DATOS").Range("G259") = Valores_Conductor(1, 20)
            li.Worksheets("DATOS").Range("G261") = (Valores_Conductor(1, 21) /
1000)
    End If
'diámetro
li.Worksheets("DATOS").Range("G260") = Valores_Conductor(1, 2)
'kht-kv
If Un > 30 Then
    li.Worksheets("DATOS").Range("G262") = Valores_Conductor(1, 32)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G263") = Valores_Conductor(1, 34)
Else
    li.Worksheets("DATOS").Range("G261") = Valores_Conductor(1, 33)
    li.Worksheets("DATOS").Range("G263") = Valores_Conductor(1, 35)
End If
End If

'ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
End Sub
'BUSCAMOS EL TIPO DE CONDUCTOR
Public Sub TIPO_C()

```

```

If Datos_Conductor(1, 1) = "AL1-ST1A" Then
    Call Función_Conductor_AL1ST1A
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "LARL" Then Call Función_Conductor_LARL
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_1" Then Call Función_Conductor_AL_1
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_3" Then Call Función_Conductor_AL_3
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL3-ST1A" Then Call Función_Conductor_AL3-ST1A
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "ACERO" Then Call Función_Conductor_ACERO
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "COBRE" Then Call Función_Conductor_COBRE
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AISLADOS_HAZ" Then Call Función_Conductor_HAZ
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then Call Función_Conductor_RECUBIERTOS
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "FIBRA_ÓPTICA" Then Call Función_Conductor_FIBRA
End If

End Sub
'CONDUCTORES AL1/ST1A
Public Sub Función_Conductor_AL1ST1A()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim n As Integer
    Dim M As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL1-ST1A_00.xlsm")
    'FILAS según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "27-AL1/4-ST1A LA 30" Then
        fila = 7
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "47-AL1/8-ST1A LA 56" Then fila = 8
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "67-AL1/11-ST1A LA 78" Then fila = 9
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "100-AL1/17-ST1A" Then fila = 10
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "94-AL1/22-ST1A LA 110" Then fila = 11
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "119-AL1/28-ST1A LA 145" Then fila = 12
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "107-AL1/18-ST1A LA 125 PENGUIN" Then fila = 13
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "152-AL1/25-ST1A LA 175 OSTRICH" Then fila = 14
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "147-AL1/34-ST1A LA 180" Then fila = 15
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "242-AL1/39-ST1A LA 280 HAWK" Then fila = 16
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "337-AL1/44-ST1A LA 380 GULL" Then fila = 17
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "402-AL1/52-ST1A LA 455 CONDOR" Then fila = 18
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "483-AL1/33-ST1A LA 510 RAIL" Then fila = 19
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "485-AL1/63-ST1A LA 545 CARDINAL" Then fila = 20
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "806-AL1/56-ST1A LA 860 LAPWING" Then fila = 21
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "565-AL1/72-ST1A LA 635 FINCH" Then fila = 22
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LA-9506" Then fila = 23
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 24
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    n = 1
    For M = 3 To 45
        If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
            Valores_Conductor(1, n) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
            n = n + 1
        End If
    Next M
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES LARL
Public Sub Función_Conductor_LARL()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim n As Integer
    Dim M As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_LARL_00.xlsm")
    'FILAS según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 30" Then
        fila = 7
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 56" Then fila = 8
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 78" Then fila = 9
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 125 PENGUIN" Then fila = 10
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 145" Then fila = 11
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 175 OSTRICH" Then fila = 12
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 180" Then fila = 13
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL HAWK" Then fila = 14
    End If

```

```

        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL GULL" Then fila = 15
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL CONDOR" Then fila = 16
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 510 RAIL" Then fila = 17
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL CARDINAL" Then fila = 18
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 600 (BLUEJAY)" Then fila = 19
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL FINCH" Then fila = 20
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 820 (PLOVER)" Then fila = 21
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 22
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    n = 1
    For M = 3 To 45
        If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
        And M <> 43) Then
            Valores_Conductor(1, n) =
            Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
            n = n + 1
        End If
    Next M
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL1
Public Sub Función_Conductor_AL_1()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim n As Integer
    Dim M As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
    Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL1_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "28-AL1 (L 28)" Then
        fila = 7
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "43-AL1 (L 40)" Then fila = 8
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "55-AL1 (L 56)" Then fila = 9
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "76-AL1 (L 80)" Then fila = 10
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "117-AL1 (L 110)" Then fila = 11
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "148-AL1 (L 145)" Then fila = 12
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "188-AL1 (L 180)" Then fila = 13
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "279-AL1 (L 280)" Then fila = 14
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "381-AL1 (L 400)" Then fila = 15
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "454-AL1 (L 450)" Then fila = 16
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "547-AL1 (L 550)" Then fila = 17
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "638-AL1 (L 630)" Then fila = 18
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 19
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    n = 1
    For M = 3 To 45
        If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
        And M <> 43) Then
            Valores_Conductor(1, n) =
            Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
            n = n + 1
        End If
    Next M
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL3
Public Sub Función_Conductor_AL_3()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim n As Integer
    Dim M As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
    Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL3_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "28-AL3 (D 28)" Then
        fila = 7
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "43-AL3 (D 40)" Then fila = 8
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "55-AL3 (D 56)" Then fila = 9
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "76-AL3 (D 80)" Then fila = 10
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "117-AL3 (D 110)" Then fila = 11
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "148-AL3 (D 145)" Then fila = 12

```



```

        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "188-AL3 (D 180)" Then fila = 13
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "279-AL3 (D 280)" Then fila = 14
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "381-AL3 (D 400)" Then fila = 15
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "454-AL3 (D 450)" Then fila = 16
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "547-AL3 (D 550)" Then fila = 17
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "638-AL3 (D 630)" Then fila = 18
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 19
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    n = 1
    For M = 3 To 45
        If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
            Valores_Conductor(1, n) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
            n = n + 1
        End If
    Next M
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL3/ST1A
Public Sub Función_Conductor_AL3_ST1A()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim n As Integer
    Dim M As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL3-ST1A_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "27-AL3/4-ST1A (DA 30)" Then
        fila = 7
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "47-AL3/8-ST1A (DA 56)" Then fila = 8
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "67-AL3/11-ST1A (DA 78)" Then fila = 9
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "94-AL3/22-ST1A (DA 110)" Then fila = 10
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "119-AL3/28-ST1A (DA 145)" Then fila = 11
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "147-AL3/34-ST1A (DA 180)" Then fila = 12
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "226-AL3/53-ST1A (DA 280)" Then fila = 13
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 14
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    n = 1
    For M = 3 To 45
        If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
            Valores_Conductor(1, n) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
            n = n + 1
        End If
    Next M
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES ACERO
Public Sub Función_Conductor_ACERO()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim n As Integer
    Dim M As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_ACERO_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "6,3-S1A-7" Then
        fila = 7
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "10-S1A-7" Then fila = 8
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 8,9 (1+6) 2,97 A" Then fila = 9
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 9,8 (3+9) 2,37 A" Then fila = 10
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 11,8 (1+6+12) 2,37 A" Then fila = 11
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 6 (1+6) 2,0 A" Then fila = 12
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "16-SA1A-7" Then fila = 13
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "25-SA1A-7" Then fila = 14
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.9" Then fila = 15
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.8" Then fila = 16
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.7" Then fila = 17
        ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "ARLE 53" Then fila = 18
    End If

```

```

ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "ARLE 83" Then fila = 19
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "T 50 (1+6)" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "T 70 (1+6)" Then fila = 21
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW 60 (1+6)" Then fila = 22
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "50-ST1A (AC-50)" Then fila = 23
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 24
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
n = 1
For M = 3 To 45
  If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
    Valores_Conductor(1, n) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
    n = n + 1
  End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES COBRE
Public Sub Función_Conductor_COBRE()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim n As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Cu_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "C 10" Then
  fila = 7
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 16" Then fila = 8
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 25" Then fila = 9
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 35" Then fila = 10
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 50" Then fila = 11
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 70" Then fila = 12
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 95" Then fila = 13
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 120" Then fila = 14
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 150" Then fila = 15
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 185" Then fila = 16
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 235" Then fila = 17
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 300" Then fila = 18
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 400" Then fila = 19
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 500" Then fila = 20
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 21
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
n = 1
For M = 3 To 45
  If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
    Valores_Conductor(1, n) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
    n = n + 1
  End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AISLADOS_HAZ
Public Sub Función_Conductor_HAZ()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim n As Integer
Dim M As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\CablesAislados_HAZ_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X50 K Al + H16/50 Ac" Then
  fila = 7
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X95 K Al + H16/50 Ac" Then fila = 8
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X150 K Al + H16/50 Ac" Then fila = 9
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 18/30 kV 3X95 K Al + H25/50 Ac" Then fila = 10
  ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 18/30 kV 3X150 K Al + H25/50 Ac" Then fila =

```

11

```

ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 12
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
Valores_Conductor(1, 1) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 3)
'CARGA DE ROTURA
Valores_Conductor(1, 2) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 4)
'DIÁMETRO
Valores_Conductor(1, 3) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 5)
'SECCIÓN
Valores_Conductor(1, 4) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 7)
'PESO
Valores_Conductor(1, 5) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 8)
'ALFA
Valores_Conductor(1, 6) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 9)
'E
Valores_Conductor(1, 7) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 10)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 8) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 11)
'ALTURA H>1500 M
Valores_Conductor(1, 9) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 12)
'VIENTO 120
Valores_Conductor(1, 10) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
'VIENTO MITAD ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 11) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 12) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 14)
'HIELO B
Valores_Conductor(1, 13) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 15)
'HIELO C
Valores_Conductor(1, 14) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 16)
'HIELO C H>1500 m
Valores_Conductor(1, 15) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'VIENTO 140 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 16) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'HIELO B + VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 17) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'e HB ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 18) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'HIELO C + VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 19) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 24)
'e HC+VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 20) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 25)
'HC H>1500 + VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 21) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'e HC H>1500 + VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 22) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 17)
'C VIENTO 120
Valores_Conductor(1, 23) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 28)
'C VIENTO MITAD ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 24) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'C VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 25) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 19)
'C HB
Valores_Conductor(1, 26) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 20)
'C HC
Valores_Conductor(1, 27) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'C HC >1500 m
Valores_Conductor(1, 28) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 33)
'C VIENTO 140 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 29) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 36)
'C HB + V 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 30) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 37)
'C HC + V 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 31) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 38)
'C HC >1500 m + V 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 32) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 41)
'K T Y H U>30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 33) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 42)
'K T Y H U<30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 34) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 44)
'K V U>30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 35) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 45)
'K V U<30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES RECUERTOS

```

```

Public Sub Función_Conductor_RECUBIERTOS()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "\\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\CablesAislados_RECUBIERTOS_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "PAS-50 (CCX 50-AL3 K 20 kV)" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "PAS-120 (CCX 120-AL3 K 20 kV)" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "CCX-AL3-56" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "CCX-AL3-110" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 11
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
Valores_Conductor(1, 1) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 3)
'CARGA DE ROTURA
Valores_Conductor(1, 2) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 4)
'DIÁMETRO
Valores_Conductor(1, 3) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 5)
'SECCIÓN
Valores_Conductor(1, 4) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 7)
'PESO
Valores_Conductor(1, 5) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 8)
'ALFA
Valores_Conductor(1, 6) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 9)
'E
Valores_Conductor(1, 7) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 10)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 8) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 11)
'ALTURA H>1500 M
Valores_Conductor(1, 9) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 12)
'VIENTO 120
Valores_Conductor(1, 10) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
'VIENTO MITAD
Valores_Conductor(1, 11) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 14)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 12) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 15)
'HIELO B
Valores_Conductor(1, 13) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 16)
'HIELO C
Valores_Conductor(1, 14) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 17)
'HIELO C H>1500 m
Valores_Conductor(1, 15) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'VIENTO 140
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 16) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'HIELO B + VIENTO 60
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 17) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'e HB
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 18) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'HIELO C + VIENTO 60
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 19) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 24)
'e HC+VIENTO 60
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 20) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 25)
'HC H>1500 + VIENTO 60
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 21) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'e HC H>1500 + VIENTO 60
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 22) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'C VIENTO 120
Valores_Conductor(1, 23) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 19)
'C VIENTO MITAD
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 24) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 20)
'C VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 25) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'C HB
Valores_Conductor(1, 26) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'C HC
Valores_Conductor(1, 27) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'C HC >1500 m
Valores_Conductor(1, 28) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 33)
'C VIENTO 140
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 29) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 36)
'C HB + V 60
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 30) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 37)
'C HC + V 60
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 31) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 38)
'C HC >1500 m + V 60
ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA

```

```

'Valores_Conductor(1, 32) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 41)
'K T Y H U>30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 33) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'K T Y H U<30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 34) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 44)
'K V U>30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 35) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 28)
'K V U<30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES FIBRA ÓPTICA
Public Sub Función_Conductor_FIBRA()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim M As Integer
Dim n As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "\\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\Cables_FibraÓptica_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24 (57/24) 12" Then
fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24 (66/32) 15" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 48-96 (82/32) 17" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24-48-96 (106/62) 26" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (53/32) 15" Then fila = 11
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (74/34) 17" Then fila = 12
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (106/63) 25" Then fila = 13
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-12-24/0" Then fila = 14
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-24/0" Then fila = 15
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-48/0 OPGW-16-36/12" Then fila = 16
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-80/0 OPGW-16-64/16" Then fila = 17
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-90/0 OPGW-16-72/18" Then fila = 18
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-24" Then fila = 19
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-48/0 FOADK-36/12" Then fila = 20
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-80/0 FOADK-64/16" Then fila = 21
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-90/0 FOADK-72/18" Then fila = 22
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..24" Then fila = 23
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..48" Then fila = 24
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..64" Then fila = 25
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..24 F" Then fila = 26
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..48 F" Then fila = 27
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..64 F" Then fila = 28
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 29
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
n = 1
For M = 3 To 45
If (M <> 6 And M <> 19 And M <> 20 And M <> 34 And M <> 35 And M <> 39 And M <> 40
And M <> 43) Then
Valores_Conductor(1, n) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, M)
n = n + 1
End If
Next M
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub

```

```

Option Base 1
Option Explicit
Public Sub AP_0_5_Dpp_Del()
Dim Un As Integer
Dim Archivo_ruta As String
Dim li As ThisWorkbook
Dim T15 As Workbook
Dim Dpp As Double
Dim Del As Double
'VARIABLES WORKBOOKS
Set li = ThisWorkbook
'GUARDAMOS EL DIRECTORIO
Archivo_ruta = Application.ActiveWorkbook.Path
'ELIMINAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False

```

```

'Capturamos el valor de Us
Un = li.Worksheets("DATOS").Range("G25")

'Buscamos Dpp a la tabla 15
Set T15 = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "\\..\..\..\..\DATOS\RLAT Tablas\Tabla 15 ITC-LAT-07_00.xls")
If Un = 3 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C3")
    Del = T15.Worksheets("Hojal").Range("B3")
    'Us = 3.6
ElseIf Un = 6 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C4")
    Del = T15.Worksheets("Hojal").Range("B4")
    'Us = 7.2
ElseIf Un = 10 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C5")
    Del = T15.Worksheets("Hojal").Range("B5")
    'Us = 12
ElseIf Un = 15 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C6")
    Del = T15.Worksheets("Hojal").Range("B6")
    'Us = 17.5
ElseIf Un = 20 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C7")
    Del = T15.Worksheets("Hojal").Range("B7")
    'Us = 24
ElseIf Un = 25 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C8")
    Del = T15.Worksheets("Hojal").Range("B8")
    'Us = 30
ElseIf Un = 30 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C9")
    Del = T15.Worksheets("Hojal").Range("B9")
    'Us = 36
ElseIf Un = 45 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C10")
    Del = T15.Worksheets("Hojal").Range("B10")
    'Us = 52
ElseIf Un = 66 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C11")
    Del = T15.Worksheets("Hojal").Range("B11")
    'Us = 72.5
ElseIf Un = 110 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C12")
    Del = T15.Worksheets("Hojal").Range("B12")
    'Us = 123
ElseIf Un = 132 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C13")
    Del = T15.Worksheets("Hojal").Range("B13")
    'Us = 145
ElseIf Un = 150 Then
    Dpp = T15.Worksheets("Hojal").Range("C14")
    Del = T15.Worksheets("Hojal").Range("B14")
    'Us = 170
ElseIf Un = 220 Then
    Dpp =
    Del =
    'Us = 245
ElseIf Un = 400 Then
    Dpp =
    Del =
    'Us = 420
End If
T15.Close

'Escribimos el valor en la pantalla
li.Worksheets("DATOS").Range("G35") = Dpp
li.Worksheets("DATOS").Range("G36") = Del
'ACTIVAMOS EL PESTAÑO DEL PROCESO
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
End Sub

```

Option Base 1
Option Explicit

Public Sub AP_0_6 Reiniciar Resultados()

```
'Eliminamos el pestañeo en el proceso
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False

Sheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=12
Range("B21:B23,C21,D21,E21,F21,G21").Select
Range("G21").Activate
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=6
Range("B30:B32,C30,D30,E30,F30,G30").Select
Range("G30").Activate
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=9
Range("B39:B41,C39,D39,E39,F39,G39").Select
Range("G39").Activate
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=9
Range("B48:B50,C48,D48,E48,F48,G48").Select
Range("G48").Activate
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=9
Range("B57:B59,C57,D57,E57,F57,G57,H57,I57,J57,K57,L57:L59,M57:M59").Select
Range("M57").Activate
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=9
Range("B66:B68,C66,D66,E66,F66,G66").Select
Range("G66").Activate
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-90
Range("A1").Select
Sheets("ESF. APOYO").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-81
Range("B19:B21,C19,D19,E19,F19,G19").Select
Range("G19").Activate
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=6
Range("B28:B30,C28,D28,E28,F28,G28").Select
Range("G28").Activate
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=9
Range("B37:B39,C37,D37,E37,F37,G37").Select
Range("G37").Activate
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=9
Range("B46:B48,C46,D46,E46,F46,G46").Select
Range("G46").Activate
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=9
Range("B55:B57,C55,D55,E55,F55,G55,H55:H57,I55:I57").Select
Range("I55").Activate
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-72
Range("A1").Select
Sheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-12
Range("B16:B18,C16,D16,E16,F16").Select
Range("F16").Activate
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=6
Range("B25:B27,C25,D25,E25,F25").Select
Range("F25").Activate
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=9
Range("B34:B36,C34,D34,E34,F34").Select
Range("F34").Activate
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=9
Range("B43:B45,C43,D43,E43,F43").Select
Range("F43").Activate
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=9
Range("B52:B54,C52,D52,E52,F52").Select
Range("F52").Activate
```

```
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=12
Range("B61:B63,C61,D61,E61,F61").Select
Range("F61").Activate
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-144
Range("A1").Select
Sheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-60
Range("B5:G5").Select
Selection.ClearContents
Range("B9:F9").Select
Selection.ClearContents
Range("H9:L9").Select
Selection.ClearContents
Range("B13:H13").Select
Selection.ClearContents
Range("J13:P13").Select
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=9
Range("G19:H21").Select
Selection.ClearContents
Range("G23:H23").Select
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=6
Range("G27:H31").Select
Selection.ClearContents
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-39
Range("A1").Select
Sheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Select
Range("B4:M4").Select
Selection.ClearContents
Range("B9:K9").Select
Selection.ClearContents
Range("B15:G15").Select
Selection.ClearContents
Range("A1").Select
'Reiniciar tablas de derivación
Sheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=12
Range("B21:F23").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=6
Range("B21:F23,B30:F32").Select
Range("B30").Activate
ActiveWindow.SmallScroll Down:=12
Range("B21:F23,B30:F32,B39:F41").Select
Range("B39").Activate
ActiveWindow.SmallScroll Down:=6
Range("B21:F23,B30:F32,B39:F41,B48:F50").Select
Range("B48").Activate
ActiveWindow.SmallScroll Down:=9
Range("B21:F23,B30:F32,B39:F41,B48:F50,B57:M57").Select
Range("B57").Activate
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-6
Selection.ClearContents
Range("A1").Select
Sheets("DATOS").Select
ActiveWorkbook.CustomViews("DATOS").Show
Range("B2").Select
'Activamos el pestañeo del proceso
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
End Sub
```



```

Option Base 1
Option Explicit
Public Function AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(aa As Double, dd As Double, Th As Double,
diámetro As Double, ppp As Double, Paparente As Double, ee As Double, nn As Integer,
Hipótesis As Integer, Vvv As Double, Método As String, Ubicación As String) As Double
'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES
Dim V_fase_Catenaria As Double
Dim V_fase_Parábola As Double
Dim V_fase_Aprox2 As Double
Dim Phorizontal As Double
Dim Pvertical As Double
Dim qq As Double
Dim resultado As Double
'Cálculo de la sobrecarga horizontal y vertical
'Hipótesis 1: Viento
'Hipótesis 2: Hielo
'Hipótesis 3: Hielo Viento
If (aa = 0) Or (Paparente = 0) Then
    AP_0_7_Esfuerzos_Verticales = 0
Else
    If diámetro > 0.016 Then
        qq = 50
    Else
        qq = 60
    End If
    If Hipótesis = 1 Then
        Phorizontal = ((Paparente ^ 2) - (ppp) ^ 2) ^ (1 / 2)
        Pvertical = ppp
    ElseIf Hipótesis = 2 Then
        Phorizontal = 0
        Pvertical = Paparente
    Else
        Phorizontal = qq * (diámetro + 2 * ee) * (Vvv / 120) ^ 2
        Pvertical = ((Paparente ^ 2) - (Phorizontal ^ 2)) ^ (1 / 2)
    End If
    'Ubicamos cada vano en el lado correspondiente
    'ubi_1 = "Derecha"
    'ubi_2 = "Izquierda"
    'Cálculos fórmulas catenaria
    V_fase_Catenaria = Fv_cate_fase(aa, dd, Th, Pvertical, Phorizontal, nn, Ubicación)
    'Cálculos fórmulas Gravivanos Parábola
    V_fase_Parábola = Fv_Parábola_fase(aa, dd, Th, Pvertical, Phorizontal, nn, Ubicación)
    'Cálculos fórmulas Gravivano Catenaria
    V_fase_Aprox2 = Fv_aprox2_fase(aa, dd, Th, Pvertical, Phorizontal, nn, Ubicación)
    'Elegimos el valor correspondiente
    If Método = "Catenaria" Then
        resultado = V_fase_Catenaria
    ElseIf Método = "Parábola" Then
        resultado = V_fase_Parábola
    ElseIf Método = "Aproximación 2" Then
        resultado = V_fase_Aprox2
    Else 'MÁS DESFAVORABLE
        If V_fase_Parábola < 0 Then
            resultado = V_fase_Parábola
        ElseIf Hipótesis = 2 Then
            resultado = V_fase_Catenaria
        ElseIf Hipótesis = 1 Or Hipótesis = 3 Then 'El mayor de los 3
            If V_fase_Catenaria > V_fase_Parábola Then
                resultado = V_fase_Catenaria
            Else
                resultado = V_fase_Parábola
            End If
            If resultado > V_fase_Aprox2 Then
                'Resultado = Vtotal_fase_Catenaria
            Else
                resultado = V_fase_Aprox2
            End If
        End If
    End If
    AP_0_7_Esfuerzos_Verticales = resultado
End If
End Function
'FUNCIONES CATENARIA
Public Function Fv_cate_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, Pv As
Double, nn As Integer, ubi As String)
If a = 0 Or Th = 0 Then 'Este if es para descartar los vanos no aplicables
    Fv_cate_fase = 0

```

```

Else
  Dim p As Double
  Dim h As Double
  Dim ángulo As Double
  Dim av As Double
  Dim Dv As Double
  Dim b As Double
  Dim FFvv As Double
  p = (Pp ^ 2 + Pv ^ 2) ^ (1 / 2)
  h = Th / p
  ángulo = Atn(Pv / Pp)
  b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
  Dv = d * Cos(ángulo)
  av = (b ^ 2 - Dv ^ 2) ^ (1 / 2)
  If ubi = "Izquierda" Then
    FFvv = p * h * (-1) * nn * Cos(ángulo) * WorksheetFunction.Sinh((h * Log((Dv / (2 *
h * WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) + (((Dv / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(av /
(2 * h)))) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2)))) - av / 2) / h)
  Else
    FFvv = p * h * nn * Cos(ángulo) * WorksheetFunction.Sinh((h * Log((Dv / (2 * h *
WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) + (((Dv / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(av / (2 *
h)))) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2)))) + av / 2) / h)
  End If
  Fv_cate_fase = FFvv
End If
End Function
'FUNCIONES PARÁBOLA
Public Function Fv_Parábola_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, Pv
As Double, nn As Integer, ubi As String)
If a = 0 Or Th = 0 Then 'Este if es para descartar los vanos no aplicables
  Fv_Parábola_fase = 0
Else
  Dim p As Double
  Dim h As Double
  Dim b As Double
  Dim FFvv As Double
  p = (Pp ^ 2 + Pv ^ 2) ^ (1 / 2)
  h = Th / p
  b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
  If ubi = "Izquierda" Then
    FFvv = nn * (Pp * a / 2 - Pp * (Th / p) * (d / a))
  Else
    FFvv = nn * (Pp * a / 2 + Pp * (Th / p) * (d / a))
  End If
  Fv_Parábola_fase = FFvv
End If
End Function
'FUNCIONES APROXIMACIÓN 2
Public Function Fv_aprox2_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, Pv As
Double, nn As Integer, ubi As String)
If a = 0 Or Th = 0 Then 'Este if es para descartar los vanos no aplicables
  Fv_aprox2_fase = 0
Else
  Dim p As Double
  Dim h As Double
  Dim b As Double
  Dim FFvv As Double
  Dim ag1 As Double
  Dim ag2 As Double
  p = (Pp ^ 2 + Pv ^ 2) ^ (1 / 2)
  h = Th / p
  b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
  If ubi = "Izquierda" Then
    ag2 = h * ((WorksheetFunction.Atanh((WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) /
(WorksheetFunction.Sinh(a / h)))) - (WorksheetFunction.Asinh((d / h) /
(((WorksheetFunction.Sinh(a / h)) ^ 2 - (WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) ^ (2)) ^ (1 /
2))))))
    FFvv = nn * Pp * ag2
  Else
    ag1 = a - h * ((WorksheetFunction.Atanh((WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) /
(WorksheetFunction.Sinh(a / h)))) - (WorksheetFunction.Asinh((d / h) /
(((WorksheetFunction.Sinh(a / h)) ^ 2 - (WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) ^ (2)) ^ (1 /
2))))))
    FFvv = nn * Pp * ag1
  End If
  Fv_aprox2_fase = FFvv
End If
End If

```

End Function

```

Option Base 1
Option Explicit
Public Function AP_0_8_Esfuerzos_TRANSVERSALES(Th As Double, qq As Double, diámetro As Double, ee As Double, aa As Double, nnn As Integer) As Double
    If aa = 0 Then
        AP_0_8_Esfuerzos_TRANSVERSALES = 0
    Else
        AP_0_8_Esfuerzos_TRANSVERSALES = (Th * Sin(Ángulo_Traza / 2) + qq * (diámetro + 2 * ee) * aa / 2 * Cos(Ángulo_Traza / 2)) * nnn
    End If
End Function

```

```

Option Base 1
Option Explicit
Public Function AP_0_9_q(diámetro As Double, VVvv As Double) As Double
    Dim q_calculado As Double
    If diámetro > 0.016 Then
        q_calculado = 50 * (VVvv / 120) ^ 2
    Else
        q_calculado = 60 * (VVvv / 120) ^ 2
    End If
    AP_0_9_q = q_calculado
End Function

```

```

Option Base 1
Option Explicit
Public Sub AP_0_CÁLCULOdelAPOYO()
    'Eliminamos el pestajeo en el proceso
    Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
    Application.ScreenUpdating = False

    '1-TOMA DE DATOS
    Application.Run ("AP__1_TOMAdedeDATOS")

    '2-LOCALIZACIÓN DE LOS VALORES MÁXIMOS Y MENORES
    Application.Run ("AP__0_10_ValoresMáximos")

    '3-COEFICIENTES PARA HIPÓTESIS 3ª Y 4ª
    Application.Run ("AP__0_11_Coeficientes_H3_H4")

    '4-ESFUERZOS EN EL PUNTO DE SUJECIÓN DEL CONDUCTOR
    Application.Run ("AP__2_ESFUERZOSporFASE")

    '5-ESFUERZOS EN EL PUNTO DE SUJECIÓN DEL CABLE DE TIERRA
    If CT_LP = "SI" Then
        Application.Run ("AP__3_ESFUERZOSenCT")
    End If

    '6-ESFUERZOS EN DERIVACIÓN
    If Tipo_apoyo = "Derivación" Then
        Application.Run ("AP__5_ESFUERZOSenDERIVACIÓN")
    End If

    '7-ESFUERZOS EN EL APOYO
    If Tipo_apoyo = "Sobre APOYO" Then
        Application.Run ("AP__4_ESFUERZOSenAPOYO")
    End If

    '8-APLICACIÓN DE PRESCRIPCIONES ESPECIALES
    If PE = "SI" Then
        Application.Run ("AP__0_12_PrescripciónEspecial")
    End If

    '9-DISTANCIAS DE SEGURIDAD

    '9.1-Distancia entre conductores.
    'Nota: NO APLICA si son AISLADOS o (RECUBIERTOS U>30KV)
    Application.Run ("AP__6_1_Distancia_conductores")

    '9.2-Distancia entre conductores y cables de tierra
    'Nota: NO APLICA si son AISLADOS
    'Línea Principal
    If CT_LP = "SI" Then
        Application.Run ("AP__6_2_Distancia_conductores_ct")
    End If

```

```

'Derivación
If CT_DER = "SI" Then
    Application.Run ("AP__6_4_Distancia_cond_ct_DER")
End If
'9.3-Ángulo de oscilación transversal en la cadena de suspensión.
'Nota: NO APLICA si son AISLADOS o en AMARRE
If ((Tipo_cadenas = "Suspensión") And (Tipo_Conductor_1 <> "AISLADOS_HAZ"))
Then
    Application.Run ("AP__6_3_Ángulo_Osc_Trans_CS")
End If

'10-EOLOVANO Y GRAVIVANO
Application.Run ("AP__7_EOLOVANOyGRAVIVANO")

'11-RESULTADOS
Application.Run ("AP__8_RESULTADOS")

'12-MENSAJE FINAL
MsgBox "CÁLCULO FINALIZADO"

'Activamos el pestañeo del proceso
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
End Sub

```

```

Option Base 1
Option Explicit
'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES GLOBALES
'DATOS
Public Número_apoyo As String
Public Ángulo_Traza As Double
Public Fecha As String
Public Tipo_apoyo As String
Public Tipo_cadenas As String
Public CT_LP As String
Public CT_DER As String
Public Ecuaciones As String
Public Altura_libre As Double
Public Altura_Aplicación_Esfuerzos As Double
Public SecciónDébil As Double
Public Apoyo_Base_Rectangular As String
Public n_circuitos As String
Public Categoría As String
Public Un As Double
Public Zona As String
Public Altitud As Double
Public Clasificación As String
Public Temperatura_fmax As Double
Public Vv_H1 As Double
Public Hipótesis_HV As String
Public Vv_H2 As Double
Public H4 As String
Public PE As String
Public Dpp As Double
Public Del As Double
Public Tipo_Armado As String
Public h1 As Double
Public h2 As Double
Public h3 As Double
Public h_derivación As Double
Public h_Altura_CT_LP As Double
Public h_Altura_CT_DER As Double
Public V_cruceta As Double
Public V_cruceta_derivación As Double
Public T_cruceta_V As Double
Public T_cruceta_V_derivación As Double
Public T_cruceta_HV As Double
Public T_cruceta_HV_derivación As Double
Public h_cruceta As Double
Public n As Integer
Public a1 As Double
Public d1 As Double
Public Tipo_Conductor_1 As String
Public Conductor_1 As String
Public pp_1 As Double
Public pv_1 As Double
Public ph_1 As Double

```

```
Public phv_1 As Double
Public pv_MITAD As Double
Public Diámetro_fase_1 As Double
Public e_1 As Double
Public Kht_fase1 As Double
Public Kv_fase1 As Double
Public Tv1 As Double
Public TH_1 As Double
Public THV_1 As Double
Public Tv_MITAD As Double
Public Fmax_fase1_VIENTO As Double
Public Fmax_fase1_TEMPERATURA As Double
Public Fmax_fase1_HIELO As Double
Public dCT_1 As Double
Public Tipo_CT_1 As String
Public CableTierra_1 As String
Public pp_CT_1 As Double
Public pct_v_1 As Double
Public pct_h_1 As Double
Public pct_hv_1 As Double
Public Diámetro_CT_1 As Double
Public ect_1 As Double
Public Kht_ct1 As Double
Public Kv_ct1 As Double
Public Tct_v1 As Double
Public Tct_H_1 As Double
Public Tct_HV_1 As Double
Public Fmax_CT1_VIENTO As Double
Public Fmax_CT1_TEMPERATURA As Double
Public Fmax_CT1_HIELO As Double
Public a2 As Double
Public d2 As Double
Public Tipo_Conductor_2 As String
Public Conductor_2 As String
Public pp_2 As Double
Public pv_2 As Double
Public ph_2 As Double
Public phv_2 As Double
Public Diámetro_fase_2 As Double
Public e_2 As Double
Public Kht_fase2 As Double
Public Kv_fase2 As Double
Public Tv2 As Double
Public TH_2 As Double
Public THV_2 As Double
Public Fmax_fase2_VIENTO As Double
Public Fmax_fase2_TEMPERATURA As Double
Public Fmax_fase2_HIELO As Double
Public dCT_2 As Double
Public Tipo_CT_2 As String
Public CableTierra_2 As String
Public pp_CT_2 As Double
Public pct_v_2 As Double
Public pct_h_2 As Double
Public pct_hv_2 As Double
Public Diámetro_CT_2 As Double
Public ect_2 As Double
Public Kht_ct2 As Double
Public Kv_ct2 As Double
Public Tct_v2 As Double
Public Tct_H_2 As Double
Public Tct_HV_2 As Double
Public Fmax_CT2_VIENTO As Double
Public Fmax_CT2_TEMPERATURA As Double
Public Fmax_CT2_HIELO As Double
Public n_cadenas_Suspensión As Integer
Public n_cadenas_Amarre As Integer
Public V_cadena_Suspensión As Double
Public V_cadena_Amarre As Double
Public T_cadena_Suspensión_V As Double
Public T_cadena_Amarre_V As Double
Public T_cadena_Suspensión_HV As Double
Public T_cadena_Amarre_HV As Double
Public T_cadena_Suspensión_VMITAD As Double
Public V_Elemento_1 As Double
Public T_Elemento_1_V As Double
Public T_Elemento_1_HV As Double
```

```
Public Altura_Elemento_1 As Double
Public V_Elemento_2 As Double
Public T_Elemento_2_V As Double
Public T_Elemento_2_HV As Double
Public Altura_Elemento_2 As Double
Public V_Elemento_3 As Double
Public T_Elemento_3_V As Double
Public T_Elemento_3_HV As Double
Public Altura_Elemento_3 As Double
Public V_Elemento_4 As Double
Public T_Elemento_4_V As Double
Public T_Elemento_4_HV As Double
Public Altura_Elemento_4 As Double
Public V_persona As Double
Public Longitud_cadena_suspensión As Double
Public V_Herrajes As Double
Public V_Contrapeso As Double
Public F_Apoyo As Double
Public FS_Apoyo As Double
Public Esfuerzo_Viento_CaraApoyo_V As Double
Public Esfuerzo_Viento_CaraApoyo_HV As Double
Public Altura_Viento_Cara As Double
Public T_VientoExceso_apoyo_V As Double
Public Altura_Viento_Exceso As Double
Public H3_Cálculo As String
Public H3_otraH_cond_1 As Double
Public H3_otraH_cond_2 As Double
Public H3_otraH_CT_1 As Double
Public H3_otraH_CT_2 As Double
Public Longitud_Cruceta_Fase As Double
Public punto_Mt As String
Public Número_Brazos_Mt As Integer
Public MtFase_H1 As Double
Public MtFase_H2_H As Double
Public MtFase_H2_HV As Double
Public MtFase_H3 As Double
Public MtFase_H4 As Double
Public n_Der As Integer
Public Ubicación_Derivación As String
Public Derivación_Tipo As String
Public Longitud_Cruceta_Derivación As Double
Public Ángulo_Derivación As Double
Public a3 As Double
Public d3 As Double
Public Tipo_Conductor_3 As String
Public Conductor_3 As String
Public pp_3 As Double
Public pv_3 As Double
Public ph_3 As Double
Public phv_3 As Double
Public Diámetro_fase_3 As Double
Public e_3 As Double
Public Kht_fase3 As Double
Public Kv_fase3 As Double
Public Tv3 As Double
Public TH_3 As Double
Public THV_3 As Double
Public Fmax_Der_VIENTO As Double
Public Fmax_Der_TEMPERATURA As Double
Public Fmax_Der_HIELO As Double
Public dCT_3 As Double
Public Tipo_CT_3 As String
Public CableTierra_3 As String
Public pp_CT_3 As Double
Public pct_v_3 As Double
Public pct_h_3 As Double
Public pct_hv_3 As Double
Public Diámetro_CT_3 As Double
Public ect_3 As Double
Public Kht_ct3 As Double
Public Kv_ct3 As Double
Public Tct_v3 As Double
Public Tct_H_3 As Double
Public Tct_HV_3 As Double
Public Fmax_CT3_VIENTO As Double
Public Fmax_CT3_TEMPERATURA As Double
Public Fmax_CT3_HIELO As Double
```

```

Public d_Ap_anterior As String
Public d_Ap_posterior As String
Public d_fmax_conductor As Double
Public d_min_conductor_terreno As Double
Public d_real_conductor_terreno As Double
Public d_real_h_conductores As Double
Public d_real_v_conductores As Double
Public d_real_h_cond_der As Double
Public d_real_v_cond_der As Double
Public d_fmax_CT As Double
Public d_fmax_CT_der As Double
Public d_real_h_conductores_ct As Double
Public d_real_v_conductores_ct As Double
Public d_real_h_cond_ct_der As Double
Public d_real_v_cond_ct_der As Double
Public d_real_conductor_Cruceta_Inf As Double
Public d_real_conductor_fuste As Double
Public d_real_conductor_Cruceta_Prop As Double
Public d_ángulo_max As Double
Public d_real_puente As Double
Public d_real_grapa_cruceta_propia As Double
Public d_real_puente_cruceta_propia As Double
Public d_real_puente_cruceta_inferior As Double
Public d_real_puente_fuste As Double
'2-DECLARACIÓN VARIABLES RESULTADO
'Resultados punto de sujeción cruceta
Public V_fase_H1 As Double
Public V_fase_H2_H As Double
Public V_fase_H2_HV As Double
Public V_fase_H3 As Double
Public V_fase_H4_ROTO As Double
Public V_fase_H4_NOROTO As Double
Public V_fase_H4_CT As Double
Public T_fase_H1 As Double
Public T_fase_H2_H As Double
Public T_fase_H2_HV As Double
Public T_fase_H3 As Double
Public T_fase_H4_ROTO As Double
Public T_fase_H4_NOROTO As Double
Public T_fase_H4_CT As Double
Public L_fase_H1 As Double
Public L_fase_H1_sinABS As Double
Public L_fase_H2_H As Double
Public L_fase_H2_H_sinABS As Double
Public L_fase_H2_HV As Double
Public L_fase_H2_HV_sinABS As Double
Public L_fase_H3 As Double
Public L_fase_H4_ROTO As Double
Public L_fase_H4_NOROTO As Double
Public L_fase_H4_CT As Double
Public Leq_fase_H1 As Double
Public Leq_fase_H2_H As Double
Public Leq_fase_H2_HV As Double
Public Leq_fase_H3 As Double
Public Leq_fase_H4_ROTO As Double
Public Leq_fase_H4_NOROTO As Double
Public Leq_fase_H4_CT As Double
Public Mt_fase_H1 As Double
Public Mt_fase_H2_H As Double
Public Mt_fase_H2_HV As Double
Public Mt_fase_H3 As Double
Public Mt_fase_H4_ROTO As Double
Public Mt_fase_H4 As Double
'Resultados en APOYO
Public V_apoyo_H1 As Double
Public V_apoyo_H2_H As Double
Public V_apoyo_H2_HV As Double
Public V_apoyo_H3 As Double
Public V_apoyo_H4 As Double
Public T_apoyo_H1 As Double
Public T_apoyo_H2_H As Double
Public T_apoyo_H2_HV As Double
Public T_apoyo_H3 As Double
Public T_apoyo_H4 As Double
Public L_apoyo_H1 As Double
Public L_apoyo_H2_H As Double
Public L_apoyo_H2_HV As Double

```

```

Public L_apoyo_H3 As Double
Public L_apoyo_H4 As Double
Public Leq_apoyo_H1 As Double
Public Leq_apoyo_H2_H As Double
Public Leq_apoyo_H2_HV As Double
Public Leq_apoyo_H3 As Double
Public Leq_apoyo_H4 As Double
Public Mt_apoyo_H1 As Double
Public Mt_apoyo_H2_H As Double
Public Mt_apoyo_H2_HV As Double
Public Mt_apoyo_H3 As Double
Public Mt_apoyo_H4 As Double
'Resultados en DERIVACIÓN
Public V_derivación_H1 As Double 'H1 VIENTO
Public T_derivación_H1 As Double
Public L_derivación_H1 As Double
Public Leq_derivación_H1 As Double
Public V_der_H1 As Double
Public T_der_H1 As Double
Public L_der_H1 As Double
Public Leq_der_H1 As Double
Public V_derivación_H2_H As Double 'H2 HIELO
Public T_derivación_H2_H As Double
Public L_derivación_H2_H As Double
Public Leq_derivación_H2_H As Double
Public V_der_H2_H As Double
Public T_der_H2_H As Double
Public L_der_H2_H As Double
Public Leq_der_H2_H As Double
Public V_derivación_H2_HV As Double 'H2 HIELO+VIENTO
Public T_derivación_H2_HV As Double
Public L_derivación_H2_HV As Double
Public Leq_derivación_H2_HV As Double
Public V_der_H2_HV As Double
Public T_der_H2_HV As Double
Public L_der_H2_HV As Double
Public Leq_der_H2_HV As Double
Public V_derivación_H3 As Double 'H3 DESEQUILIBRIO
Public T_derivación_H3 As Double
Public L_derivación_H3 As Double
Public Leq_derivación_H3 As Double
Public V_der_H3 As Double
Public T_der_H3 As Double
Public L_der_H3 As Double
Public Leq_der_H3 As Double
Public V_derivación_H4 As Double 'H4 ROTURA CONDUCTOR DE FASE
Public T_derivación_H4 As Double
Public L_derivación_H4 As Double
Public Leq_derivación_H4 As Double
Public Mt_derivación_H4 As Double
Public V_der_H4 As Double
Public T_der_H4 As Double
Public L_der_H4 As Double
Public Leq_der_H4 As Double
'Resultados en casquillete CABLE DE TIERRA
Public V_CT_H1 As Double
Public V_CT_H2_H As Double
Public V_CT_H2_HV As Double
Public V_CT_H3 As Double
Public V_CT_H4 As Double
Public V_CT_H4_ROTO As Double
Public T_CT_H1 As Double
Public T_CT_H2_H As Double
Public T_CT_H2_HV As Double
Public T_CT_H3 As Double
Public T_CT_H4 As Double
Public T_CT_H4_ROTO As Double
Public L_CT_H1 As Double
Public L_CT_H1_sinABS As Double
Public L_CT_H2_H As Double
Public L_CT_H2_H_sinABS As Double
Public L_CT_H2_HV As Double
Public L_CT_H2_HV_sinABS As Double
Public L_CT_H3 As Double
Public L_CT_H4 As Double
Public L_CT_H4_ROTO As Double
Public Leq_CT_H1 As Double

```



```

Public Leq_CT_H2_H As Double
Public Leq_CT_H2_HV As Double
Public Leq_CT_H3 As Double
Public Leq_CT_H4 As Double
Public Leq_CT_H4_ROT0 As Double
'OTROS Resultados
Public eolovano As Double
Public gravivano_H1_fase As Double
Public gravivano_H1_ct As Double
Public gravivano_H2_fase As Double
Public gravivano_H2_ct As Double
Public d_min_h_conductores As Double
Public d_min_v_conductores As Double
Public d_min_h_conductores_der As Double
Public d_min_v_conductores_der As Double
Public d_min_h_cond_CT As Double
Public d_min_v_cond_CT As Double
Public d_min_h_cond_ct_der As Double
Public d_min_v_cond_ct_der As Double
Public d_fmax_conductor_der As Double
Public d_ángulo_real As Double
'3-DECLARACIÓN VARIABLES AUXILIARES
Public des As Double
Public rot As Double
Public q_fase_V As Double
Public q_fase_HV As Double
Public q_ct_V As Double
Public q_ct_HV As Double
Public libro As ThisWorkbook

'3-FUNCIÓN PARA LA TOMA DE DATOS
Public Sub AP_1_TOMaDeDATOS()
'4-Activación variables workbook
Set libro = ThisWorkbook

'5-constante PI
Dim pi As Double
pi = 4 * Atn(1)

'5-Toma de datos
Número_apoyo = libro.Worksheets("DATOS").Range("G5")
Ángulo_Traza = (libro.Worksheets("DATOS").Range("G6")) * 2 * pi / 400
Fecha = libro.Worksheets("DATOS").Range("G7")
Tipo_apoyo = libro.Worksheets("DATOS").Range("G8")
Tipo_cadenas = libro.Worksheets("DATOS").Range("G9")
CT_LP = libro.Worksheets("DATOS").Range("G10")
CT_DER = libro.Worksheets("DATOS").Range("G11")
Ecuaciones = libro.Worksheets("DATOS").Range("G12")
Altura_libre = libro.Worksheets("DATOS").Range("G13")
Altura_Aplicación_Esfuerzos = libro.Worksheets("DATOS").Range("G14")
SecciónDébil = libro.Worksheets("DATOS").Range("G15")
Apoyo_Base_Rectangular = libro.Worksheets("DATOS").Range("G16")
n_circuitos = libro.Worksheets("DATOS").Range("G17")
Categoría = libro.Worksheets("DATOS").Range("G24")
Un = libro.Worksheets("DATOS").Range("G25")
Zona = libro.Worksheets("DATOS").Range("G26")
Altitud = libro.Worksheets("DATOS").Range("G27")
Clasificación = libro.Worksheets("DATOS").Range("G28")
Temperatura_fmax = libro.Worksheets("DATOS").Range("G29")
Vv_H1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G30")
Hipótesis_HV = libro.Worksheets("DATOS").Range("G31")
Vv_H2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G32")
H4 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G33")
PE = libro.Worksheets("DATOS").Range("G34")
Dpp = libro.Worksheets("DATOS").Range("G35")
Del = libro.Worksheets("DATOS").Range("G36")
Tipo_Armado = libro.Worksheets("DATOS").Range("G41")
h1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G42")
h2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G43")
h3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G44")
h_derivación = libro.Worksheets("DATOS").Range("G45")
h_Altura_CT_LP = libro.Worksheets("DATOS").Range("G46")
h_Altura_CT_DER = libro.Worksheets("DATOS").Range("G47")
V_cruceta = libro.Worksheets("DATOS").Range("G48")
V_cruceta_derivación = libro.Worksheets("DATOS").Range("G49")
T_cruceta_V = libro.Worksheets("DATOS").Range("G50")
T_cruceta_V_derivación = libro.Worksheets("DATOS").Range("G51")

```

```

T_cruceta_HV = libro.Worksheets("DATOS").Range("G52")
T_cruceta_HV_derivación = libro.Worksheets("DATOS").Range("G53")
h_cruceta = libro.Worksheets("DATOS").Range("G54")
n = libro.Worksheets("DATOS").Range("G69")
a1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G70")
d1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G71")
Tipo_Conductor_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G72")
Conductor_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G73")
pp_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G74")
pv_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G75")
ph_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G76")
phv_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G77")
pv_MITAD = libro.Worksheets("DATOS").Range("G78")
Diámetro_fase_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G79")
e_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G80")
Kht_fase1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G81")
Kv_fase1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G82")
Tv1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G83")
TH_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G84")
THV_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G85")
Tv_MITAD = libro.Worksheets("DATOS").Range("G86")
Fmax_fase1_VIENTO = libro.Worksheets("DATOS").Range("G87")
Fmax_fase1_TEMPERATURA = libro.Worksheets("DATOS").Range("G88")
Fmax_fase1_HIELO = libro.Worksheets("DATOS").Range("G89")
dCT_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G90")
Tipo_CT_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G91")
CableTierra_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G92")
pp_CT_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G93")
pct_v_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G94")
pct_h_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G95")
pct_hv_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G96")
Diámetro_CT_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G97")
ect_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G98")
Kht_ct1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G99")
Kv_ct1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G100")
Tct_v1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G101")
Tct_H_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G102")
Tct_HV_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G103")
Fmax_CT1_VIENTO = libro.Worksheets("DATOS").Range("G104")
Fmax_CT1_TEMPERATURA = libro.Worksheets("DATOS").Range("G105")
Fmax_CT1_HIELO = libro.Worksheets("DATOS").Range("G106")
a2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G107")
d2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G108")
Tipo_Conductor_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G109")
Conductor_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G110")
pp_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G111")
pv_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G112")
ph_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G113")
phv_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G114")
Diámetro_fase_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G115")
e_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G116")
Kht_fase2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G117")
Kv_fase2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G118")
Tv2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G119")
TH_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G120")
THV_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G121")
Fmax_fase2_VIENTO = libro.Worksheets("DATOS").Range("G122")
Fmax_fase2_TEMPERATURA = libro.Worksheets("DATOS").Range("G123")
Fmax_fase2_HIELO = libro.Worksheets("DATOS").Range("G124")
dCT_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G125")
Tipo_CT_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G126")
CableTierra_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G127")
pp_CT_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G128")
pct_v_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G129")
pct_h_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G130")
pct_hv_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G131")
Diámetro_CT_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G132")
ect_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G133")
Kht_ct2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G134")
Kv_ct2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G135")
Tct_v2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G136")
Tct_H_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G137")
Tct_HV_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G138")
Fmax_CT2_VIENTO = libro.Worksheets("DATOS").Range("G139")
Fmax_CT2_TEMPERATURA = libro.Worksheets("DATOS").Range("G140")
Fmax_CT2_HIELO = libro.Worksheets("DATOS").Range("G141")
V_cadena_Suspensión = libro.Worksheets("DATOS").Range("G150")

```

```

V_cadena_Amarre = libro.Worksheets("DATOS").Range("G151")
T_cadena_Suspensión_V = libro.Worksheets("DATOS").Range("G152")
T_cadena_Amarre_V = libro.Worksheets("DATOS").Range("G153")
T_cadena_Suspensión_HV = libro.Worksheets("DATOS").Range("G154")
T_cadena_Amarre_HV = libro.Worksheets("DATOS").Range("G155")
T_cadena_Suspensión_VMITAD = libro.Worksheets("DATOS").Range("G156")
V_Elemento_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G163")
T_Elemento_1_V = libro.Worksheets("DATOS").Range("G164")
T_Elemento_1_HV = libro.Worksheets("DATOS").Range("G165")
Altura_Elemento_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G166")
V_Elemento_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G167")
T_Elemento_2_V = libro.Worksheets("DATOS").Range("G168")
T_Elemento_2_HV = libro.Worksheets("DATOS").Range("G169")
Altura_Elemento_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G170")
V_Elemento_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G171")
T_Elemento_3_V = libro.Worksheets("DATOS").Range("G172")
T_Elemento_3_HV = libro.Worksheets("DATOS").Range("G173")
Altura_Elemento_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G174")
V_Elemento_4 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G175")
T_Elemento_4_V = libro.Worksheets("DATOS").Range("G176")
T_Elemento_4_HV = libro.Worksheets("DATOS").Range("G177")
Altura_Elemento_4 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G178")
V_persona = libro.Worksheets("DATOS").Range("G179")
Longitud_cadena_suspensión = libro.Worksheets("DATOS").Range("G180")
V_Herrajes = libro.Worksheets("DATOS").Range("G181")
V_Contrapeso = libro.Worksheets("DATOS").Range("G182")
F_Apoyo = libro.Worksheets("DATOS").Range("G189")
FS_Apoyo = libro.Worksheets("DATOS").Range("G190")
Esfuerzo_Viento_CaraApoyo_V = libro.Worksheets("DATOS").Range("G191")
Esfuerzo_Viento_CaraApoyo_HV = libro.Worksheets("DATOS").Range("G192")
T_VientoExceso_apoyo_V = libro.Worksheets("DATOS").Range("G194")
H3_Cálculo = libro.Worksheets("DATOS").Range("G202")
H3_otraH_cond_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G203")
H3_otraH_cond_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G204")
H3_otraH_CT_1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G205")
H3_otraH_CT_2 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G206")
Longitud_Cruceta_Fase = libro.Worksheets("DATOS").Range("G213")
punto_Mt = libro.Worksheets("DATOS").Range("G214")
Número_Brazos_Mt = libro.Worksheets("DATOS").Range("G215")
MtFase_H1 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G222")
MtFase_H2_H = libro.Worksheets("DATOS").Range("G223")
MtFase_H2_HV = libro.Worksheets("DATOS").Range("G224")
MtFase_H3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G225")
MtFase_H4 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G226")
n_Der = libro.Worksheets("DATOS").Range("G230")
Ubicación_Derivación = libro.Worksheets("DATOS").Range("G231")
Derivación_Tipo = libro.Worksheets("DATOS").Range("G232")
Longitud_Cruceta_Derivación = libro.Worksheets("DATOS").Range("G233")
Ángulo_Derivación = (libro.Worksheets("DATOS").Range("G234")) * 2 * pi / 400
a3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G235")
d3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G236")
Tipo_Conductor_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G237")
Conductor_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G238")
pp_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G239")
pv_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G240")
ph_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G241")
phv_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G242")
Diámetro_fase_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G243")
e_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G244")
Kht_fase3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G245")
Kv_fase3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G246")
Tv3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G247")
TH_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G248")
THV_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G249")
Fmax_Der_VIENTO = libro.Worksheets("DATOS").Range("G250")
Fmax_Der_TEMPERATURA = libro.Worksheets("DATOS").Range("G251")
Fmax_Der_HIELO = libro.Worksheets("DATOS").Range("G252")
dCT_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G253")
Tipo_CT_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G254")
CableTierra_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G255")
pp_CT_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G256")
pct_v_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G257")
pct_h_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G258")
pct_hv_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G259")
Diámetro_CT_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G260")
ect_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G261")
Kht_ct3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G262")

```

```

Kv_ct3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G263")
Tct_v3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G264")
Tct_H_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G265")
Tct_HV_3 = libro.Worksheets("DATOS").Range("G266")
Fmax_CT3_VIENTO = libro.Worksheets("DATOS").Range("G267")
Fmax_CT3_TEMPERATURA = libro.Worksheets("DATOS").Range("G268")
Fmax_CT3_HIELO = libro.Worksheets("DATOS").Range("G269")
d_Ap_anterior = libro.Worksheets("DATOS").Range("G270")
d_Ap_posterior = libro.Worksheets("DATOS").Range("G271")
d_fmax_conductor = libro.Worksheets("DATOS").Range("G272")
d_min_conductor_terreno = libro.Worksheets("DATOS").Range("G273")
d_real_conductor_terreno = libro.Worksheets("DATOS").Range("G274")
d_real_h_conductores = libro.Worksheets("DATOS").Range("G275")
d_real_v_conductores = libro.Worksheets("DATOS").Range("G276")
d_real_h_cond_der = libro.Worksheets("DATOS").Range("G277")
d_real_v_cond_der = libro.Worksheets("DATOS").Range("G278")
d_fmax_CT = libro.Worksheets("DATOS").Range("G279")
d_fmax_CT_der = libro.Worksheets("DATOS").Range("G280")
d_real_h_conductores_ct = libro.Worksheets("DATOS").Range("G281")
d_real_v_conductores_ct = libro.Worksheets("DATOS").Range("G282")
d_real_h_cond_ct_der = libro.Worksheets("DATOS").Range("G283")
d_real_v_cond_ct_der = libro.Worksheets("DATOS").Range("G284")
d_real_conductor_Cruceta_Inf = libro.Worksheets("DATOS").Range("G285")
d_real_conductor_fuste = libro.Worksheets("DATOS").Range("G286")
d_real_conductor_Cruceta_Prop = libro.Worksheets("DATOS").Range("G287")
d_ángulo_max = libro.Worksheets("DATOS").Range("G288")
d_real_puente = libro.Worksheets("DATOS").Range("G289")
d_real_grapa_cruceta_propia = libro.Worksheets("DATOS").Range("G290")
d_real_puente_cruceta_propia = libro.Worksheets("DATOS").Range("G291")
d_real_puente_cruceta_inferior = libro.Worksheets("DATOS").Range("G292")
d_real_puente_fuste = libro.Worksheets("DATOS").Range("G293")

```

End Sub

```

Option Base 1
Option Explicit
Public q_fase_V As Double
Public q_fase_HV As Double
Public q_ct_V As Double
Public q_ct_HV As Double
Public Vano_OTRA_Tmax As Integer
Public casoH3 As Integer
Public Vcond_H1_1 As Double
Public Vcond_H1_2 As Double
Public Vcond_H2_H_1 As Double
Public Vcond_H2_H_2 As Double
Public Vcond_H2_HV_1 As Double
Public Vcond_H2_HV_2 As Double
Public Vcond_H3 As Double
Public Tcond_V_1 As Double
Public Tcond_V_2 As Double
Public Tcond_H_1 As Double
Public Tcond_H_2 As Double
Public Tcond_HV_1 As Double
Public Tcond_HV_2 As Double
Public Vcond_H4_ROTO As Double
Public V_fase_H4_NOROTO_sinca As Double
Public V_fase_H4_CT_sinca As Double
Public Sub AP_2_ESFUERZOSporFASE()
'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES AUXILIARES
    Dim Vcadena As Double
    Dim Tcadena_V As Double
    Dim Lcond_V As Double
    Dim H3_otraH_MAYOR As Double
    Dim H3_otraH_MENOR As Double
    Dim casoH3 As Integer
    Dim Tcond_H3_caso1 As Double
    Dim Tcond_H3_caso2 As Double
    Dim Tcond_H3_caso3 As Double
    Dim Tcond_H3_caso4 As Double
    Dim Tcond_H3_caso5 As Double
    Dim Lcond_H3_caso1 As Double
    Dim Lcond_H3_caso2 As Double
    Dim Lcond_H3_caso3 As Double
    Dim Lcond_H3_caso4 As Double
    Dim Lcond_H3_caso5 As Double
    Dim Vcond_H4 As Double

```

```

Dim Hip_fase As Integer
Dim Vv_fase As Double
Dim lado As String
Dim lado_contrario As String
Dim T_Mayor_fase_CT As Double
Dim T_menor_fase_CT As Double
Dim Tcond_H4_CT As Double
Dim Lcond_H4_CT As Double
Dim Lcond_H As Double
Dim Lcond_HV As Double
Dim Tcadena_HV As Double
Dim Lcond_H3 As Double
Dim Vcond_H4_ROTOMenor As Double
Dim Vcond_H4_ROTOMAYOR As Double
Dim Tcond_H4_ROTOMenor As Double
Dim Tcond_H4_ROTOMAYOR As Double
Dim Lcond_H4_ROTOMenor As Double
Dim Lcond_H4_ROTOMAYOR As Double
'2-CÁLCULOS PREVIOS
'Vcadena
If Tipo_cadenas = "Suspensión" Then
    Vcadena = V_cadena_Suspensión
Else
    If Clasificación = "Fin de línea" Then
        Vcadena = V_cadena_Amarre
    Else
        Vcadena = 2 * V_cadena_Amarre
    End If
End If
'3-HIPÓTESIS 1ª VIENTO
Vcond_H1_1 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a1, d1, Tv1, Diámetro_fase_1, pp_1, pv_1, 0,
n, 1, Vv_H1, Ecuaciones, "Derecha")
Vcond_H1_2 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a2, d2, Tv2, Diámetro_fase_2, pp_2, pv_2, 0,
n, 1, Vv_H1, Ecuaciones, "Izquierda")
Tcond_V_1 = AP_0_8_Esfuerzos_TRANSVERSALES(Tv1, AP_0_9_q(Diámetro_fase_1, Vv_H1),
Diámetro_fase_1, 0, a1, n)
Tcond_V_2 = AP_0_8_Esfuerzos_TRANSVERSALES(Tv2, AP_0_9_q(Diámetro_fase_2, Vv_H1),
Diámetro_fase_2, 0, a2, n)
If Tipo_cadenas = "Suspensión" Then
    Tcadena_V = T_cadena_Suspensión_V
Else
    If Clasificación = "Fin de línea" Then
        Tcadena_V = T_cadena_Amarre_V
    Else
        Tcadena_V = 2 * T_cadena_Amarre_V
    End If
End If
Lcond_V = n * Abs((Tv1 - Tv2) * Cos(Ángulo_Traza / 2) + AP_0_9_q(Diámetro_fase_2,
Vv_H1) * Diámetro_fase_2 * a2 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2) - AP_0_9_q(Diámetro_fase_1,
Vv_H1) * Diámetro_fase_1 * a1 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2))
L_fase_H1_sinABS = n * ((Tv1 - Tv2) * Cos(Ángulo_Traza / 2) +
AP_0_9_q(Diámetro_fase_2, Vv_H1) * Diámetro_fase_2 * a2 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2) -
AP_0_9_q(Diámetro_fase_1, Vv_H1) * Diámetro_fase_1 * a1 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2))
V_fase_H1 = Vcond_H1_1 + Vcond_H1_2 + Vcadena + V_persona
T_fase_H1 = Tcond_V_1 + Tcond_V_2 + Tcadena_V
L_fase_H1 = Lcond_V
Leq_fase_H1 = Abs(T_fase_H1) + Abs(L_fase_H1)
Mt_fase_H1 = MtFase_H1
'4-HIPÓTESIS 2ª HIELO
Vcond_H2_H_1 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a1, d1, TH_1, Diámetro_fase_1, pp_1, ph_1,
0, n, 2, 0, Ecuaciones, "Derecha")
Vcond_H2_H_2 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a2, d2, TH_2, Diámetro_fase_2, pp_2, ph_2,
0, n, 2, 0, Ecuaciones, "Izquierda")
Tcond_H_1 = AP_0_8_Esfuerzos_TRANSVERSALES(TH_1, AP_0_9_q(Diámetro_fase_1, 0),
Diámetro_fase_1, 0, a1, n)
Tcond_H_2 = AP_0_8_Esfuerzos_TRANSVERSALES(TH_2, AP_0_9_q(Diámetro_fase_2, 0),
Diámetro_fase_2, 0, a2, n)
Lcond_H = n * Abs((TH_1 - TH_2) * Cos(Ángulo_Traza / 2) + AP_0_9_q(Diámetro_fase_2, 0)
* Diámetro_fase_2 * a2 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2) - AP_0_9_q(Diámetro_fase_1, 0) *
Diámetro_fase_1 * a1 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2))
L_fase_H2_H_sinABS = n * ((TH_1 - TH_2) * Cos(Ángulo_Traza / 2) +
AP_0_9_q(Diámetro_fase_2, 0) * Diámetro_fase_2 * a2 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2) -
AP_0_9_q(Diámetro_fase_1, 0) * Diámetro_fase_1 * a1 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2))
V_fase_H2_H = Vcond_H2_H_1 + Vcond_H2_H_2 + Vcadena + V_persona
T_fase_H2_H = Tcond_H_1 + Tcond_H_2
L_fase_H2_H = Lcond_H
Leq_fase_H2_H = Abs(T_fase_H2_H) + Abs(L_fase_H2_H)

```

```

Mt_fase_H2_H = MtFase_H2_H
'5-HIPÓTESIS 2ª HIELO+VIENTO
Vcond_H2_HV_1 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a1, d1, THV_1, Diámetro_fase_1, pp_1,
phv_1, e_1, n, 3, Vv_H2, Ecuaciones, "Derecha")
Vcond_H2_HV_2 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a2, d2, THV_2, Diámetro_fase_2, pp_2,
phv_2, e_2, n, 3, Vv_H2, Ecuaciones, "Izquierda")
Tcond_HV_1 = AP_0_8_Esfuerzos_TRANSVERSALES(THV_1, AP_0_9_q(Diámetro_fase_1, Vv_H2),
Diámetro_fase_1, e_1, a1, n)
Tcond_HV_2 = AP_0_8_Esfuerzos_TRANSVERSALES(THV_2, AP_0_9_q(Diámetro_fase_2, Vv_H2),
Diámetro_fase_2, e_2, a2, n)
If Tipo_cadenas = "Suspensión" Then
    Tcadena_HV = T_cadena_Suspensión_HV
Else
    If Clasificación = "Fin de línea" Then
        Tcadena_HV = T_cadena_Amarre_HV
    Else
        Tcadena_HV = 2 * T_cadena_Amarre_HV
    End If
End If
Lcond_HV = n * Abs((THV_1 - THV_2) * Cos(Ángulo_Traza / 2) + AP_0_9_q(Diámetro_fase_2,
Vv_H2) * (Diámetro_fase_2 + 2 * e_2) * a2 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2) -
AP_0_9_q(Diámetro_fase_1, Vv_H2) * (Diámetro_fase_1 + 2 * e_1) * a1 / 2 * Sin(Ángulo_Traza
/ 2))
L_fase_H2_HV_sinABS = n * ((THV_1 - THV_2) * Cos(Ángulo_Traza / 2) +
AP_0_9_q(Diámetro_fase_2, Vv_H2) * (Diámetro_fase_2 + 2 * e_2) * a2 / 2 * Sin(Ángulo_Traza
/ 2) - AP_0_9_q(Diámetro_fase_1, Vv_H2) * (Diámetro_fase_1 + 2 * e_1) * a1 / 2 *
Sin(Ángulo_Traza / 2))
V_fase_H2_HV = Vcond_H2_HV_1 + Vcond_H2_HV_2 + Vcadena + V_persona
T_fase_H2_HV = Tcond_HV_1 + Tcond_HV_2 + Tcadena_HV
L_fase_H2_HV = Lcond_HV
Leq_fase_H2_HV = Abs(T_fase_H2_HV) + Abs(L_fase_H2_HV)
Mt_fase_H2_HV = MtFase_H2_HV
'6-HIPÓTESIS 3ª DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES
If Hipótesis_Tmax = "V" Then
    V_fase_H3 = V_fase_H1
    Vcond_H3 = Vcond_H1_1 + Vcond_H1_2
ElseIf Hipótesis_Tmax = "H" Then
    V_fase_H3 = V_fase_H2_H
    Vcond_H3 = Vcond_H2_H_1 + Vcond_H2_H_2
Else
    V_fase_H3 = V_fase_H2_HV
    Vcond_H3 = Vcond_H2_HV_1 + Vcond_H2_HV_2
End If
'V_fase_H3 = Vcond_H3
'Localizamos las tensiones mayores y menores en OTRA HIPÓTESIS
If H3_otraH_cond_1 >= H3_otraH_cond_2 Then
    H3_otraH_cond_1 = H3_otraH_MAYOR
    H3_otraH_cond_2 = H3_otraH_MENOR
    Vano_OTRA_Tmax = 1
Else
    H3_otraH_cond_1 = H3_otraH_MENOR
    H3_otraH_cond_2 = H3_otraH_MAYOR
    Vano_OTRA_Tmax = 2
End If
'L_fase_H3
Lcond_H3_caso1 = des * Tmax * n * Cos(Ángulo_Traza / 2) 'CASO 1
Lcond_H3_caso2 = (Tmax - Tmenor) * n * Cos(Ángulo_Traza / 2) 'CASO 2
Lcond_H3_caso3 = (Tmax - (Tmenor * des)) * n * Cos(Ángulo_Traza / 2) 'CASO 3
Lcond_H3_caso4 = (H3_otraH_MAYOR - H3_otraH_MENOR) * n * Cos(Ángulo_Traza / 2) 'CASO 4
Lcond_H3_caso5 = (H3_otraH_MAYOR - (H3_otraH_MENOR * des)) * n * Cos(Ángulo_Traza / 2)
'CASO 5
If H3_Cálculo = "1) Tmax·%des" Then
    Lcond_H3 = Lcond_H3_caso1
    casoH3 = 1
ElseIf H3_Cálculo = "2) Tmax1-Tmax2" Then
    Lcond_H3 = Lcond_H3_caso2
    casoH3 = 2
ElseIf H3_Cálculo = "3) Tmayor-Tmenor·%des" Then
    Lcond_H3 = Lcond_H3_caso3
    casoH3 = 3
ElseIf H3_Cálculo = "4) Tmayor_otraH-Tmenor_otraH" Then
    Lcond_H3 = Lcond_H3_caso4
    casoH3 = 4
ElseIf H3_Cálculo = "5) Tmayor_otraH-Tmenor_otraH·%des" Then
    Lcond_H3 = Lcond_H3_caso5
    casoH3 = 5
ElseIf H3_Cálculo = "6) Más desfavorable" Then

```

```

        If Lcond_H3_caso1 >= Lcond_H3_caso2 Then
            Lcond_H3 = Lcond_H3_caso1
            casoH3 = 1
        Else
            Lcond_H3 = Lcond_H3_caso2
            casoH3 = 2
        End If
        If Lcond_H3 >= Lcond_H3_caso3 Then
        Else
            Lcond_H3 = Lcond_H3_caso3
            casoH3 = 3
        End If
        If Lcond_H3 >= Lcond_H3_caso4 Then
        Else
            Lcond_H3 = Lcond_H3_caso4
            casoH3 = 4
        End If
        If Lcond_H3 >= Lcond_H3_caso5 Then
        Else
            Lcond_H3 = Lcond_H3_caso5
            casoH3 = 5
        End If
        ElseIf H3_Cálculo = "" Then
            Lcond_H3 = Lcond_H3_caso1
            casoH3 = 1
    End If
    L_fase_H3 = Lcond_H3
    'T_fase_H3
    Tcond_H3_caso1 = (2 - des) * Tmax * n * Sin(Ángulo_Traza / 2) 'CASO 1
    Tcond_H3_caso2 = (Tmax + Tmenor) * n * Sin(Ángulo_Traza / 2) 'CASO 2
    Tcond_H3_caso3 = (Tmax + Tmenor * des) * n * Sin(Ángulo_Traza / 2) 'CASO 3
    Tcond_H3_caso4 = (H3_otraH_MAYOR + H3_otraH_MENOR) * n * Sin(Ángulo_Traza / 2) 'CASO 4
    Tcond_H3_caso5 = (H3_otraH_MAYOR + H3_otraH_MENOR * des) * n * Sin(Ángulo_Traza / 2)
'CASO 5
    If casoH3 = 1 Then
        T_fase_H3 = Tcond_H3_caso1
    ElseIf casoH3 = 2 Then
        T_fase_H3 = Tcond_H3_caso2
    ElseIf casoH3 = 3 Then
        T_fase_H3 = Tcond_H3_caso3
    ElseIf casoH3 = 4 Then
        T_fase_H3 = Tcond_H3_caso4
    ElseIf casoH3 = 5 Then
        T_fase_H3 = Tcond_H3_caso5
    End If
    Leq_fase_H3 = Abs(T_fase_H3) + Abs(L_fase_H3)
    Mt_fase_H3 = MtFase_H3
'7-HIPÓTESIS 4* ROTURA DEL CONDUCTOR DE FASE
    'Vcond_H4_ROT0
    If Hipótesis_Tmax = "V" Then
        Hip_fase = 1
        Vv_fase = Vv_H1
    ElseIf Hipótesis_Tmax = "H" Then
        Hip_fase = 2
        Vv_fase = 0
    ElseIf Hipótesis_Tmax = "HV" Then
        Hip_fase = 3
        Vv_fase = Vv_H2
    End If
    If Vano_Tmax = 1 Then
        lado = "Derecha"
        lado_contrario = "Izquierda"
    Else
        lado = "Izquierda"
        lado_contrario = "Derecha"
    End If
    If Clasificación = "Fin de línea" Then
        Vcond_H4_ROT0 = 0
    ElseIf Clasificación = "Anclaje" Then
        Vcond_H4_ROT0 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a_MAX, d_MAX, Tmax, Dia_MAX,
Pp_MAX, p_MAX, e_MAX, n, Hip_fase, Vv_fase, Ecuaciones, lado)
    ElseIf Clasificación = "Suspensión" Or Clasificación = "Amarre" Then
        Vcond_H4_ROT0_menor = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a_menor, d_menor,
Tmenor, Dia_menor, Pp_menor, p_menor, e_menor, (n - 1), Hip_fase, Vv_fase, Ecuaciones,
lado_contrario)
        Vcond_H4_ROT0_MAYOR = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a_MAX, d_MAX, Tmax,
Dia_MAX, Pp_MAX, p_MAX, e_MAX, n, Hip_fase, Vv_fase, Ecuaciones, lado)

```

```

                Vcond_H4_ROTOTO = Vcond_H4_ROTOTO_menor + Vcond_H4_ROTOTO_MAYOR
End If
V_fase_H4_ROTOTO = Vcond_H4_ROTOTO + Vcadena + V_persona
'V_fase_H4_NOROTO
If Hipótesis_Tmax = "V" Then
    V_fase_H4_NOROTO = V_fase_H1
    V_fase_H4_NOROTO_sinca = Vcond_H1_1 + Vcond_H1_2
ElseIf Hipótesis_Tmax = "H" Then
    V_fase_H4_NOROTO = V_fase_H2_H
    V_fase_H4_NOROTO_sinca = Vcond_H2_H_1 + Vcond_H2_H_2
Else
    V_fase_H4_NOROTO = V_fase_H2_HV
    V_fase_H4_NOROTO_sinca = Vcond_H2_HV_1 + Vcond_H2_HV_2
End If
'T_fase_H4_ROTOTO
If Clasificación = "Fin de línea" Then
    Tcond_H4_ROTOTO = 0
ElseIf Clasificación = "Anclaje" Then
    Tcond_H4_ROTOTO = rot * Tmax * Sin(Ángulo_Traza / 2) * n
ElseIf Clasificación = "Suspensión" Or Clasificación = "Amarre" Then
    Tcond_H4_ROTOTO = (rot * Tmax * Sin(Ángulo_Traza / 2) * n) + (rot * Tmenor *
Sin(Ángulo_Traza / 2) * (n - 1))
End If
T_fase_H4_ROTOTO = Tcond_H4_ROTOTO
'T_fase_H4_NOROTO
Tcond_H4_NOROTO = (Tmax * Sin(Ángulo_Traza / 2) + Tmenor * Sin(Ángulo_Traza / 2)) * n
T_fase_H4_NOROTO = Tcond_H4_NOROTO
'L_fase_H4_ROTOTO
If Clasificación = "Fin de línea" Then
    Lcond_H4_ROTOTO = 0
ElseIf Clasificación = "Anclaje" Then
    Lcond_H4_ROTOTO = rot * Tmax * Cos(Ángulo_Traza / 2) * n
ElseIf Clasificación = "Suspensión" Or Clasificación = "Amarre" Then
    Lcond_H4_ROTOTO = (rot * Tmax * Cos(Ángulo_Traza / 2) * n) - (rot * Tmenor *
Cos(Ángulo_Traza / 2) * (n - 1))
End If
L_fase_H4_ROTOTO = Lcond_H4_ROTOTO
'L_fase_H4_NOROTO
Lcond_H4_NOROTO = (Tmax * Cos(Ángulo_Traza / 2) - Tmenor * Cos(Ángulo_Traza / 2)) * n
L_fase_H4_NOROTO = Lcond_H4_NOROTO
Leq_fase_H4_NOROTO = Abs(T_fase_H4_NOROTO) + Abs(L_fase_H4_NOROTO)
Leq_fase_H4_ROTOTO = Abs(T_fase_H4_ROTOTO) + Abs(L_fase_H4_ROTOTO)
'Mt_fase_H4_ROTOTO
If Clasificación = "Suspensión" Or Clasificación = "Amarre" Or Clasificación =
"Anclaje" Then
    Mt_fase_H4_ROTOTO = Lcond_H4_ROTOTO * Longitud_Cruceta_Fase
ElseIf Clasificación = "Fin de línea" Then
    'NOTA: Consideramos que el apoyo en bandera se ubica longitudinalmente respecto
a la línea. Por esta razón el Mt=0
    If Tipo_Armado = "Bandera" And Clasificación = "Fin de línea" Then
        Mt_fase_H4_ROTOTO = 0
    Else
        Mt_fase_H4_ROTOTO = Lcond_H4_NOROTO * Longitud_Cruceta_Fase *
Número_Brazos_Mt
    End If
End If
'8-HIPÓTESIS 4ª ROTURA DEL CABLE DE TIERRA
'V_fase_H4_CT
If Hipótesis_Tct_max = "V" Then
    V_fase_H4_CT = V_fase_H1
    V_fase_H4_CT_sinca = Vcond_H1_1 + Vcond_H1_2
ElseIf Hipótesis_Tct_max = "H" Then
    V_fase_H4_CT = V_fase_H2_H
    V_fase_H4_CT_sinca = Vcond_H2_H_1 + Vcond_H2_H_2
ElseIf Hipótesis_Tct_max = "HV" Then
    V_fase_H4_CT = V_fase_H2_HV
    V_fase_H4_CT_sinca = Vcond_H2_HV_1 + Vcond_H2_HV_2
End If
'T_fase_H4_CT
If Hipótesis_Tct_max = "V" Then
    If Vano_Tmax = 1 Then
        T_Mayor_fase_CT = Tv1
        T_menor_fase_CT = Tv2
    Else
        T_Mayor_fase_CT = Tv2
        T_menor_fase_CT = Tv1
    End If

```



```

ElseIf Hipótesis_Tct_max = "H" Then
  If Vano_Tmax = 1 Then
    T_Mayor_fase_CT = TH_1
    T_menor_fase_CT = TH_2
  Else
    T_Mayor_fase_CT = TH_2
    T_menor_fase_CT = TH_1
  End If
ElseIf Hipótesis_Tct_max = "HV" Then
  If Vano_Tmax = 1 Then
    T_Mayor_fase_CT = THV_1
    T_menor_fase_CT = THV_2
  Else
    T_Mayor_fase_CT = THV_2
    T_menor_fase_CT = THV_1
  End If
End If
Tcond_H4_CT = (T_Mayor_fase_CT * Sin(Ángulo_Traza / 2) + T_menor_fase_CT *
Sin(Ángulo_Traza / 2)) * n
T_fase_H4_CT = Tcond_H4_CT
'L_fase_H4_CT
Lcond_H4_CT = (T_Mayor_fase_CT * Cos(Ángulo_Traza / 2) - T_menor_fase_CT *
Cos(Ángulo_Traza / 2)) * n
L_fase_H4_CT = Lcond_H4_CT
Leq_fase_H4_CT = Abs(T_fase_H4_CT) + Abs(L_fase_H4_CT)
Mt_fase_H4 = MtFase_H4
End Sub

```

```

Option Base 1
Option Explicit

```

Public Sub AP_3_ESFUERZOSenCT()

```

'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES
Dim V_ct_H1_1 As Double
Dim V_ct_H1_2 As Double
Dim V_ct_H2_H_1 As Double
Dim V_ct_H2_H_2 As Double
Dim V_ct_H2_HV_1 As Double
Dim V_ct_H2_HV_2 As Double
Dim Hip_ct As Integer
Dim Vv_ct As Double
Dim lado_ct As String
Dim T_ct_H1_1 As Double
Dim T_ct_H1_2 As Double
Dim T_ct_H2_H_1 As Double
Dim T_ct_H2_H_2 As Double
Dim T_ct_H2_HV_1 As Double
Dim T_ct_H2_HV_2 As Double
Dim L_ct_H3_caso1 As Double
Dim L_ct_H3_caso2 As Double
Dim L_ct_H3_caso3 As Double
Dim L_ct_H3_caso4 As Double
Dim L_ct_H3_caso5 As Double
Dim H3_otraH_ct_MAYOR As Double
Dim H3_otraH_ct_MENOR As Double
Dim T_ct_H3_caso1 As Double
Dim T_ct_H3_caso2 As Double
Dim T_ct_H3_caso3 As Double
Dim T_ct_H3_caso4 As Double
Dim T_ct_H3_caso5 As Double
Dim casoH3 As Integer
Dim T_Mayor_CT_fase As Double
Dim T_menor_CT_fase As Double
Dim Vano_OTRA_Tmax_CT As Integer
'2-H1 VIENTO
'V_ct_H1
V_ct_H1_1 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a1, d1, Tct_v1, Diámetro_CT_1, pp_CT_1,
pct_v_1, 0, 1, 1, Vv_H1, Ecuaciones, "Derecha")
V_ct_H1_2 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a2, d2, Tct_v2, Diámetro_CT_2, pp_CT_2,
pct_v_2, 0, 1, 1, Vv_H1, Ecuaciones, "Izquierda")
V_CT_H1 = V_ct_H1_1 + V_ct_H1_2
T_ct_H1_1 = AP_0_8_Esfuerzos_TRANSVERSALES(Tct_v1, AP_0_9_q(Diámetro_CT_1, Vv_H1),
Diámetro_CT_1, 0, a1, 1)
T_ct_H1_2 = AP_0_8_Esfuerzos_TRANSVERSALES(Tct_v2, AP_0_9_q(Diámetro_CT_2, Vv_H1),
Diámetro_CT_2, 0, a2, 1)
T_CT_H1 = T_ct_H1_1 + T_ct_H1_2

```

```

L_CT_H1 = Abs((Tct_v1 - Tct_v2) * Cos(Ángulo_Traza / 2) + AP_0_9_q(Diámetro_CT_2,
Vv_H1) * Diámetro_CT_2 * a2 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2) - AP_0_9_q(Diámetro_CT_1, Vv_H1) *
Diámetro_CT_1 * a1 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2))
L_CT_H1_sinABS = ((Tct_v1 - Tct_v2) * Cos(Ángulo_Traza / 2) + AP_0_9_q(Diámetro_CT_2,
Vv_H1) * Diámetro_CT_2 * a2 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2) - AP_0_9_q(Diámetro_CT_1, Vv_H1) *
Diámetro_CT_1 * a1 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2))
Leq_CT_H1 = Abs(T_CT_H1) + Abs(L_CT_H1)
'3-H2 HIELO
'V_ct_H2_H
V_ct_H2_H_1 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a1, dCT_1, Tct_H_1, Diámetro_CT_1, pp_CT_1,
pct_h_1, 0, 1, 2, 0, Ecuaciones, "Derecha")
V_ct_H2_H_2 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a2, dCT_2, Tct_H_2, Diámetro_CT_2, pp_CT_2,
pct_h_2, 0, 1, 2, 0, Ecuaciones, "Izquierda")
V_CT_H2_H = V_ct_H2_H_1 + V_ct_H2_H_2
T_ct_H2_H_1 = AP_0_8_Esfuerzos_TRANSVERSALES(Tct_H_1, AP_0_9_q(Diámetro_CT_1, 0),
Diámetro_CT_1, 0, a1, 1)
T_ct_H2_H_2 = AP_0_8_Esfuerzos_TRANSVERSALES(Tct_H_2, AP_0_9_q(Diámetro_CT_2, 0),
Diámetro_CT_2, 0, a2, 1)
T_CT_H2_H = T_ct_H2_H_1 + T_ct_H2_H_2
L_CT_H2_H = Abs((Tct_H_1 - Tct_H_2) * Cos(Ángulo_Traza / 2))
L_CT_H2_H_sinABS = ((Tct_H_1 - Tct_H_2) * Cos(Ángulo_Traza / 2))
Leq_CT_H2_H = Abs(T_CT_H2_H) + Abs(L_CT_H2_H)
'4-H2 HIELO+VIENTO
'V_ct_H2_HV
V_ct_H2_HV_1 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a1, dCT_1, Tct_HV_1, Diámetro_CT_1,
pp_CT_1, pct_hv_1, ect_1, 1, 3, Vv_H2, Ecuaciones, "Derecha")
V_ct_H2_HV_2 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a2, dCT_2, Tct_HV_2, Diámetro_CT_2,
pp_CT_2, pct_hv_2, ect_2, 1, 3, Vv_H2, Ecuaciones, "Izquierda")
V_CT_H2_HV = V_ct_H2_HV_1 + V_ct_H2_HV_2
'T_ct_H2_HV
T_ct_H2_HV_1 = AP_0_8_Esfuerzos_TRANSVERSALES(Tct_HV_1, AP_0_9_q(Diámetro_CT_1,
Vv_H2), Diámetro_CT_1, ect_1, a1, 1)
T_ct_H2_HV_2 = AP_0_8_Esfuerzos_TRANSVERSALES(Tct_HV_2, AP_0_9_q(Diámetro_CT_2,
Vv_H2), Diámetro_CT_2, ect_2, a2, 1)
T_CT_H2_HV = T_ct_H2_HV_1 + T_ct_H2_HV_2
L_CT_H2_HV = Abs((Tct_HV_1 - Tct_HV_2) * Cos(Ángulo_Traza / 2) +
AP_0_9_q(Diámetro_CT_2, Vv_H2) * (Diámetro_CT_2 + 2 * ect_2) * a2 / 2 * Sin(Ángulo_Traza /
2) - AP_0_9_q(Diámetro_CT_1, Vv_H2) * (Diámetro_CT_1 + 2 * ect_1) * a1 / 2 *
Sin(Ángulo_Traza / 2))
L_CT_H2_HV_sinABS = ((Tct_HV_1 - Tct_HV_2) * Cos(Ángulo_Traza / 2) +
AP_0_9_q(Diámetro_CT_2, Vv_H2) * (Diámetro_CT_2 + 2 * ect_2) * a2 / 2 * Sin(Ángulo_Traza /
2) - AP_0_9_q(Diámetro_CT_1, Vv_H2) * (Diámetro_CT_1 + 2 * ect_1) * a1 / 2 *
Sin(Ángulo_Traza / 2))
Leq_CT_H2_HV = Abs(T_CT_H2_HV) + Abs(L_CT_H2_HV)
'5-H3 DESEQUILIBRIO
'V_ct_H3
If Hipótesis_Tmax = "V" Then
  V_CT_H3 = V_CT_H1
ElseIf Hipótesis_Tmax = "H" Then
  V_CT_H3 = V_CT_H2_H
ElseIf Hipótesis_Tmax = "HV" Then
  V_CT_H3 = V_CT_H2_HV
End If
'L_ct_H3
'Localizamos las tensiones mayores y menores en OTRA HIPÓTESIS
If H3_otraH_CT_1 >= H3_otraH_CT_2 Then
  H3_otraH_CT_1 = H3_otraH_ct_MAYOR
  H3_otraH_CT_2 = H3_otraH_ct_MENOR
  Vano_OTRA_Tmax_CT = 1
Else
  H3_otraH_CT_1 = H3_otraH_ct_MENOR
  H3_otraH_CT_2 = H3_otraH_ct_MAYOR
  Vano_OTRA_Tmax_CT = 2
End If
L_ct_H3_caso1 = des * Tct_max * Cos(Ángulo_Traza / 2) 'CASO 1
L_ct_H3_caso2 = (Tct_max - Tct_menor) * Cos(Ángulo_Traza / 2) 'CASO 2
L_ct_H3_caso3 = (Tct_max - (Tct_menor * des)) * Cos(Ángulo_Traza / 2) 'CASO 3
L_ct_H3_caso4 = (H3_otraH_ct_MAYOR - H3_otraH_ct_MENOR) * Cos(Ángulo_Traza / 2) 'CASO
4
L_ct_H3_caso5 = (H3_otraH_ct_MAYOR - (H3_otraH_ct_MENOR * des)) * Cos(Ángulo_Traza / 2)
'CASO 5
If H3_Cálculo = "1) Tmax.%des" Then
  L_CT_H3 = L_ct_H3_caso1
  casoH3 = 1
ElseIf H3_Cálculo = "2) Tmax1-Tmax2" Then
  L_CT_H3 = L_ct_H3_caso2
  casoH3 = 2

```

```

ElseIf H3_Cálculo = "3) Tmayor-Tmenor·%des" Then
  L_CT_H3 = L_ct_H3_caso3
  casoH3 = 3
ElseIf H3_Cálculo = "4) Tmayor_otraH-Tmenor_otraH" Then
  L_CT_H3 = L_ct_H3_caso4
  casoH3 = 4
  ElseIf H3_Cálculo = "5) Tmayor_otraH-Tmenor_otraH·%des" Then
    L_CT_H3 = L_ct_H3_caso5
    casoH3 = 5
    ElseIf H3_Cálculo = "6) Más desfavorable" Then
      If L_ct_H3_caso1 >= L_ct_H3_caso2 Then
        L_CT_H3 = L_ct_H3_caso1
        casoH3 = 1
      Else
        L_CT_H3 = L_ct_H3_caso2
        casoH3 = 2
      End If
      If L_CT_H3 >= L_ct_H3_caso3 Then
      Else
        L_CT_H3 = L_ct_H3_caso3
        casoH3 = 3
      End If
      If L_CT_H3 >= L_ct_H3_caso4 Then
      Else
        L_CT_H3 = L_ct_H3_caso4
        casoH3 = 4
      End If
      If L_CT_H3 >= L_ct_H3_caso5 Then
      Else
        L_CT_H3 = L_ct_H3_caso5
        casoH3 = 5
      End If
      ElseIf H3_Cálculo = "" Then
        L_CT_H3 = L_ct_H3_caso1
        casoH3 = 1
    End If
  'CAMBIAMOS EL SIGNO SI NO COINCIDEN LOS TENSES MÁXIMOS
  If casoH3 = 1 Then
    'Nada, dejamos L como está
  ElseIf (casoH3 = 2) Or (casoH3 = 3) Then
    If Vano_Tmax = Vano_Tct_max Then
      'Nada, dejamos L como está
    Else
      'Cambiamos el signo, porque los valores L positivos van en la dirección del
vano 2
      L_CT_H3 = L_CT_H3 * (-1)
    End If
  ElseIf (casoH3 = 4) Or (casoH3 = 5) Then
    If Vano_OTRA_Tmax = Vano_OTRA_Tmax_CT Then
      'Nada, dejamos L como está
    Else
      'Cambiamos el signo, porque los valores L positivos van en la dirección
del vano 2
      L_CT_H3 = L_derivación_H3 * (-1)
    End If
  End If
  'T_ct_H3
  T_ct_H3_caso1 = (2 - des) * Tct_max * Sin(Ángulo_Traza / 2) 'CASO 1
  T_ct_H3_caso2 = (Tct_max + Tct_menor) * Sin(Ángulo_Traza / 2) 'CASO 2
  T_ct_H3_caso3 = (Tct_max + Tct_menor * des) * Sin(Ángulo_Traza / 2) 'CASO 3
  T_ct_H3_caso4 = (H3_otraH_ct_MAYOR + H3_otraH_ct_MENOR) * Sin(Ángulo_Traza / 2) 'CASO
4
  T_ct_H3_caso5 = (H3_otraH_ct_MAYOR + H3_otraH_ct_MENOR * des) * Sin(Ángulo_Traza / 2)
'CASO 5
  If casoH3 = 1 Then
    T_CT_H3 = T_ct_H3_caso1
  ElseIf casoH3 = 2 Then
    T_CT_H3 = T_ct_H3_caso2
  ElseIf casoH3 = 3 Then
    T_CT_H3 = T_ct_H3_caso3
  ElseIf casoH3 = 4 Then
    T_CT_H3 = T_ct_H3_caso4
  ElseIf casoH3 = 5 Then
    T_CT_H3 = T_ct_H3_caso5
  End If
  Leq_CT_H3 = Abs(T_CT_H3) + Abs(L_CT_H3)
'6-H4 ROTURA CONDUCTOR DE FASE

```

```

'V_ct_H4
If Hipótesis_Tmax = "V" Then
  V_CT_H4 = V_CT_H1
  ElseIf Hipótesis_Tmax = "H" Then
    V_CT_H4 = V_CT_H2_H
    ElseIf Hipótesis_Tmax = "HV" Then
      V_CT_H4 = V_CT_H2_HV
End If
'T_ct_H4
If Hipótesis_Tmax = "V" Then
  If Vano_Tmax = 1 Then 'Parece que de casualidad, de esta forma se van a sumar
correctamente los esfuerzos de los cond fase con el ct
    T_Mayor_CT_fase = Tct_v1
    T_menor_CT_fase = Tct_v2
  Else
    T_Mayor_CT_fase = Tct_v2
    T_menor_CT_fase = Tct_v1
  End If
  ElseIf Hipótesis_Tmax = "H" Then
    If Vano_Tmax = 1 Then
      T_Mayor_CT_fase = Tct_H_1
      T_menor_CT_fase = Tct_H_2
    Else
      T_Mayor_CT_fase = Tct_H_2
      T_menor_CT_fase = Tct_H_1
    End If
    ElseIf Hipótesis_Tmax = "HV" Then
      If Vano_Tmax = 1 Then
        T_Mayor_CT_fase = Tct_HV_1
        T_menor_CT_fase = Tct_HV_2
      Else
        T_Mayor_CT_fase = Tct_HV_2
        T_menor_CT_fase = Tct_HV_1
      End If
    End If
  T_CT_H4 = (T_Mayor_CT_fase * Sin(Ángulo_Traza / 2) + T_menor_CT_fase * Sin(Ángulo_Traza
/ 2))
  'L_ct_H4
  L_CT_H4 = (T_Mayor_CT_fase * Cos(Ángulo_Traza / 2) - T_menor_CT_fase * Cos(Ángulo_Traza
/ 2))
  Leq_CT_H4 = Abs(T_CT_H4) + Abs(L_CT_H4)
'7-H4 ROTURA CABLE DE TIERRA
'V_ct_H4_ROTTO
If Hipótesis_Tct_max = "V" Then
  Hip_ct = 1
  Vv_ct = Vv_H1
  ElseIf Hipótesis_Tct_max = "H" Then
    Hip_ct = 2
    Vv_ct = 0
    ElseIf Hipótesis_Tct_max = "HV" Then
      Hip_ct = 3
      Vv_ct = Vv_H2
End If
If Vano_Tct_max = 1 Then
  lado_ct = "Derecha"
Else
  lado_ct = "Izquierda"
  'lado_contrario = "Derecha"
End If
If Clasificación = "Fin de línea" Then
  V_CT_H4_ROTTO = 0
  ElseIf Clasificación = "Suspensión" Or Clasificación = "Amarre" Or Clasificación =
"Anclaje" Then
    V_CT_H4_ROTTO = AP__0_7_Esfuerzos_Verticales(act_MAX, dct_MAX, Tct_max,
Dia_ct_MAX, Pp_ct_MAX, pct_MAX, e_ct_MAX, 1, Hip_ct, Vv_ct, Ecuaciones, lado_ct)
  End If
  'T_ct_H4_ROTTO
  If Clasificación = "Fin de línea" Then
    T_CT_H4_ROTTO = 0
    ElseIf Clasificación = "Suspensión" Or Clasificación = "Amarre" Or Clasificación =
"Anclaje" Then
      T_CT_H4_ROTTO = Tct_max * Sin(Ángulo_Traza / 2)
  End If
  'L_ct_H4_ROTTO
  If Clasificación = "Fin de línea" Then
    L_CT_H4_ROTTO = 0

```

```

    ElseIf Clasificación = "Suspensión" Or Clasificación = "Amarre" Or Clasificación =
"Anclaje" Then
        L_CT_H4_ROTTO = Tct_max * Cos(Ángulo_Traza / 2)
    End If
    Leq_CT_H4_ROTTO = Abs(T_CT_H4_ROTTO) + Abs(L_CT_H4_ROTTO)
End Sub

```

```

Option Base 1
Option Explicit

```

```

Public Sub AP_4_ESFUERZOSenAPOYO()

```

```

'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES

```

```

Dim Vcadenas As Double

```

```

Dim Tcadenas As Double

```

```

Dim Tcadenas1 As Double

```

```

Dim Tcadenas2 As Double

```

```

'2-AISLAMIENTO-CARGA VERTICAL

```

```

    If Tipo_Armado = "Bóveda" Or Tipo_Armado = "Bóveda HV" Then
        If Clasificación = "Suspensión" Then
            Vcadenas = 3 * V_cadena_Suspensión
        ElseIf Clasificación = "Fin de línea" Then
            Vcadenas = 3 * V_cadena_Amarre
        ElseIf Clasificación = "Amarre" Or Clasificación = "Anclaje" Then
            Vcadenas = 6 * V_cadena_Amarre
        End If
    ElseIf Tipo_Armado = "Recto (en capa)" Then
        'Nota: no se considera Suspensión
        If Clasificación = "Fin de línea" Then
            Vcadenas = 3 * V_cadena_Amarre
        ElseIf Clasificación = "Amarre" Or Clasificación = "Anclaje" Then
            Vcadenas = 6 * V_cadena_Amarre + V_cadena_Suspensión
        End If
    ElseIf Tipo_Armado = "Triángulo" Then
        If Clasificación = "Fin de línea" Then
            Vcadenas = 3 * V_cadena_Amarre
        ElseIf Clasificación = "Amarre" Or Clasificación = "Anclaje" Then
            Vcadenas = 6 * V_cadena_Amarre + V_cadena_Suspensión
        End If
    ElseIf Tipo_Armado = "Tresbolillo" Then
        If Clasificación = "Suspensión" Then
            Vcadenas = 3 * V_cadena_Suspensión
        ElseIf Clasificación = "Fin de línea" Then
            Vcadenas = 3 * V_cadena_Amarre
        ElseIf Clasificación = "Amarre" Or Clasificación = "Anclaje" Then
            Vcadenas = 6 * V_cadena_Amarre
        End If
    ElseIf Tipo_Armado = "Doble circuito" Then
        If Clasificación = "Suspensión" Then
            Vcadenas = 6 * V_cadena_Suspensión
        ElseIf Clasificación = "Fin de línea" Then
            Vcadenas = 6 * V_cadena_Amarre
        ElseIf Clasificación = "Amarre" Or Clasificación = "Anclaje" Then
            Vcadenas = 12 * V_cadena_Amarre
        End If
    ElseIf Tipo_Armado = "Bandera" Then
        If Clasificación = "Suspensión" Then
            Vcadenas = 3 * V_cadena_Suspensión
        ElseIf Clasificación = "Fin de línea" Then
            Vcadenas = 3 * V_cadena_Amarre
        ElseIf Clasificación = "Amarre" Or Clasificación = "Anclaje" Then
            Vcadenas = 6 * V_cadena_Amarre
        End If
    ElseIf Tipo_Armado = "Cuadruple circuito" Then
        If Clasificación = "Suspensión" Then
            Vcadenas = 12 * V_cadena_Suspensión
        ElseIf Clasificación = "Fin de línea" Then
            Vcadenas = 12 * V_cadena_Amarre
        ElseIf Clasificación = "Amarre" Or Clasificación = "Anclaje" Then
            Vcadenas = 24 * V_cadena_Amarre
        End If
    End If
End Sub

'3-H1 VIENTO
    If Tipo_Armado = "Bóveda" Or Tipo_Armado = "Bóveda HV" Then
        'V_apoyo_H1
        V_apoyo_H1 = (Vcond_H1_1 + Vcond_H1_2) * 3 + V_CT_H1 + Vcadenas + V_cruceta +
V_Elemento_1 + V_Elemento_2 + V_Elemento_3 + V_Elemento_4 + V_persona + V_derivación_H1
        'T_apoyo_H1
        'Aislamiento
    End If

```



```

If Clasificación = "Suspensión" Then
  Tcadenas = T_cadena_Suspensión_V
  ElseIf Clasificación = "Fin de línea" Then
    Tcadenas = T_cadena_Amarre_V
    ElseIf Clasificación = "Amarre" Or Clasificación = "Anclaje" Then
      Tcadenas = 2 * T_cadena_Amarre_V
  End If
  T_apoyo_H1 = AP_0_13_EsfuerzoEquivalente(Altura_libre, SecciónDébil,
  Altura_Aplicación_Esfuerzos, Tipo_Armado, (Tcond_V_1 + Tcond_V_2), h1, (Tcond_V_1 +
  Tcond_V_2), h2, (Tcond_V_1 + Tcond_V_2), h3, T_CT_H1, h_Altura_CT_LP, T_derivación_H1,
  Altura_libre, Esfuerzo_Viento_CaraApoyo_V, Altura_libre, T_VientoExceso_apoyo_V,
  Altura_libre, Tcadenas, h1, Tcadenas, h2, Tcadenas, h3, T_Elemento_1_V, Altura_Elemento_1,
  T_Elemento_2_V, Altura_Elemento_2, T_Elemento_3_V, Altura_Elemento_3, T_Elemento_4_V,
  Altura_Elemento_4, T_cruceta_V, h1, T_cruceta_V, h2, T_cruceta_V, h3, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
  'L_apoyo_H1
  L_apoyo_H1 = Abs(AP_0_13_EsfuerzoEquivalente(Altura_libre, SecciónDébil,
  Altura_Aplicación_Esfuerzos, Tipo_Armado, L_fase_H1_sinABS, h1, L_fase_H1_sinABS, h2,
  L_fase_H1_sinABS, h3, L_CT_H1_sinABS, h_Altura_CT_LP, L_derivación_H1, Altura_libre, 0, 0,
  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0))
  ElseIf Tipo_Armado = "Doble circuito" Then
    'V_apoyo_H1
    V_apoyo_H1 = (Vcond_H1_1 + Vcond_H1_2) * 6 + V_CT_H1 + Vcadenas + V_cruceta * 3 +
    V_Elemento_1 + V_Elemento_2 + V_Elemento_3 + V_Elemento_4 + V_persona + V_derivación_H1
    'T_apoyo_H1
    'Aislamiento
    If Clasificación = "Suspensión" Then
      Tcadenas = T_cadena_Suspensión_V * 2
      ElseIf Clasificación = "Fin de línea" Then
        Tcadenas = T_cadena_Amarre_V * 2
        ElseIf Clasificación = "Amarre" Or Clasificación = "Anclaje" Then
          Tcadenas = T_cadena_Amarre_V * 4
    End If
    T_apoyo_H1 = AP_0_13_EsfuerzoEquivalente(Altura_libre, SecciónDébil,
    Altura_Aplicación_Esfuerzos, Tipo_Armado, (Tcond_V_1 + Tcond_V_2) * 2, h1, (Tcond_V_1 +
    Tcond_V_2) * 2, h2, (Tcond_V_1 + Tcond_V_2) * 2, h3, T_CT_H1, h_Altura_CT_LP,
    T_derivación_H1, Altura_libre, Esfuerzo_Viento_CaraApoyo_V, Altura_libre,
    T_VientoExceso_apoyo_V, Altura_libre, Tcadenas, h1, Tcadenas, h2, Tcadenas, h3,
    T_Elemento_1_V, Altura_Elemento_1, T_Elemento_2_V, Altura_Elemento_2, T_Elemento_3_V,
    Altura_Elemento_3, T_Elemento_4_V, Altura_Elemento_4, T_cruceta_V, h1, T_cruceta_V, h2,
    T_cruceta_V, h3, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
    'L_apoyo_H1
    L_apoyo_H1 = Abs(AP_0_13_EsfuerzoEquivalente(Altura_libre, SecciónDébil,
    Altura_Aplicación_Esfuerzos, Tipo_Armado, L_fase_H1_sinABS * 2, h1, L_fase_H1_sinABS * 2,
    h2, L_fase_H1_sinABS * 2, h3, L_CT_H1_sinABS, h_Altura_CT_LP, L_derivación_H1,
    Altura_libre, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0))
    'Sumamos los esfuerzos de la derivación a los ESFUERZOS POR FASE, en el caso de
    DERIVACIÓN EN BANDERA.
    If Ubicación_Derivación = "En punta de cruceta conductor-fase" Then
      V_fase_H1 = V_fase_H1 + V_der_H1
      L_fase_H1 = L_fase_H1 + T_der_H1
      T_fase_H1 = T_fase_H1 + L_der_H1
      Leq_fase_H1 = Leq_fase_H1 + Leq_der_H1
    End If
    ElseIf Tipo_Armado = "Bandera" Then
      'V_apoyo_H1
      V_apoyo_H1 = (Vcond_H1_1 + Vcond_H1_2) * 3 + V_CT_H1 + Vcadenas + V_cruceta * 3 +
      V_Elemento_1 + V_Elemento_2 + V_Elemento_3 + V_Elemento_4 + V_persona + V_derivación_H1
      'T_apoyo_H1
      'Aislamiento
      If Clasificación = "Suspensión" Then
        Tcadenas = T_cadena_Suspensión_V
        ElseIf Clasificación = "Fin de línea" Then
          Tcadenas = T_cadena_Amarre_V
          ElseIf Clasificación = "Amarre" Or Clasificación = "Anclaje" Then
            Tcadenas = 2 * T_cadena_Amarre_V
      End If
      T_apoyo_H1 = AP_0_13_EsfuerzoEquivalente(Altura_libre, SecciónDébil,
      Altura_Aplicación_Esfuerzos, Tipo_Armado, (Tcond_V_1 + Tcond_V_2), h1, (Tcond_V_1 +
      Tcond_V_2), h2, (Tcond_V_1 + Tcond_V_2), h3, T_CT_H1, h_Altura_CT_LP, T_derivación_H1,
      Altura_libre, Esfuerzo_Viento_CaraApoyo_V, Altura_libre, T_VientoExceso_apoyo_V,
      Altura_libre, Tcadenas, h1, Tcadenas, h2, Tcadenas, h3, T_Elemento_1_V, Altura_Elemento_1,
      T_Elemento_2_V, Altura_Elemento_2, T_Elemento_3_V, Altura_Elemento_3, T_Elemento_4_V,
      Altura_Elemento_4, T_cruceta_V, h1, T_cruceta_V, h2, T_cruceta_V, h3, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
      0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

```



```

L_apoyo_H4      =      AP__0_13_EsfuerzoEquivalente(Altura_libre,      SecciónDébil,
Altura_Aplicación_Esfuerzos, Tipo_Armado,  L_fase_H4_NOROTO, h1, L_fase_H4_NOROTO, h2,
L_fase_H4_ROT0, h2, L_CT_H4, h_Altura_CT_LP, L_derivación_H4, Altura_libre, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
  ElseIf Tipo_Armado = "Tresbolillo" Then
    V_apoyo_H4 = (Vcond_H4_ROT0) + (V_fase_H4_NOROTO_sinca) * 2 + V_CT_H4 + Vcadenas +
V_cruceta * 3 + V_Elemento_1 + V_Elemento_2 + V_Elemento_3 + V_Elemento_4 + V_persona +
V_derivación_H4
    T_apoyo_H4 =      AP__0_13_EsfuerzoEquivalente(Altura_libre,      SecciónDébil,
Altura_Aplicación_Esfuerzos, Tipo_Armado,  T_fase_H4_ROT0, h2, T_fase_H4_NOROTO, h1,
T_fase_H4_NOROTO, h3, T_CT_H4, h_Altura_CT_LP, T_derivación_H4, Altura_libre, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
    L_apoyo_H4      =      AP__0_13_EsfuerzoEquivalente(Altura_libre,      SecciónDébil,
Altura_Aplicación_Esfuerzos, Tipo_Armado,  L_fase_H4_NOROTO, h1, L_fase_H4_NOROTO, h3,
L_fase_H4_ROT0, h2, L_CT_H4, h_Altura_CT_LP, L_derivación_H4, Altura_libre, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
  ElseIf Tipo_Armado = "Doble circuito" Then
    V_apoyo_H4 = (Vcond_H4_ROT0) + (V_fase_H4_NOROTO_sinca) * 5 + V_CT_H4 + Vcadenas +
V_cruceta * 3 + V_Elemento_1 + V_Elemento_2 + V_Elemento_3 + V_Elemento_4 + V_persona +
V_derivación_H4
    T_apoyo_H4 =      AP__0_13_EsfuerzoEquivalente(Altura_libre,      SecciónDébil,
Altura_Aplicación_Esfuerzos, Tipo_Armado,  T_fase_H4_ROT0, h2, T_fase_H4_NOROTO, h2,
T_fase_H4_NOROTO * 2, h1, T_fase_H4_NOROTO * 2, h3, T_CT_H4, h_Altura_CT_LP,
T_derivación_H4, Altura_libre, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
    L_apoyo_H4 =      AP__0_13_EsfuerzoEquivalente(Altura_libre,      SecciónDébil,
Altura_Aplicación_Esfuerzos, Tipo_Armado,  L_fase_H4_NOROTO * 2, h1, L_fase_H4_NOROTO * 2,
h3, L_fase_H4_ROT0, h2, L_fase_H4_NOROTO, h2, L_CT_H4, h_Altura_CT_LP, L_derivación_H4,
Altura_libre, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
    'Sumamos los esfuerzos de la derivación a los ESFUERZOS POR FASE, en el caso de
derivación en bandera.
    If Ubicación_Derivación = "En punta de cruceta conductor-fase" Then
      V_fase_H4_NOROTO = V_fase_H4_NOROTO + V_der_H4
      V_fase_H4_ROT0 = V_fase_H4_ROT0 + V_der_H4
      T_fase_H4_NOROTO = T_fase_H4_NOROTO + L_der_H4
      T_fase_H4_ROT0 = T_fase_H4_ROT0 + L_der_H4
      L_fase_H4_NOROTO = L_fase_H4_NOROTO + T_der_H4
      L_fase_H4_ROT0 = L_fase_H4_ROT0 + T_der_H4
      Leq_fase_H4_NOROTO = Leq_fase_H4_NOROTO + T_der_H4 + L_der_H4
      Leq_fase_H4_ROT0 = Leq_fase_H4_ROT0 + T_der_H4 + L_der_H4
    End If
  ElseIf Tipo_Armado = "Bandera" Then
    V_apoyo_H4 = (Vcond_H4_ROT0) + (V_fase_H4_NOROTO_sinca) * 2 + V_CT_H4 + Vcadenas +
V_cruceta * 3 + V_Elemento_1 + V_Elemento_2 + V_Elemento_3 + V_Elemento_4 + V_persona +
V_derivación_H4
    T_apoyo_H4 =      AP__0_13_EsfuerzoEquivalente(Altura_libre,      SecciónDébil,
Altura_Aplicación_Esfuerzos, Tipo_Armado,  T_fase_H4_ROT0, h2, T_fase_H4_NOROTO, h1,
T_fase_H4_NOROTO, h3, T_CT_H4, h_Altura_CT_LP, T_derivación_H4, Altura_libre, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
    L_apoyo_H4 =      AP__0_13_EsfuerzoEquivalente(Altura_libre,      SecciónDébil,
Altura_Aplicación_Esfuerzos, Tipo_Armado,  L_fase_H4_NOROTO, h1, L_fase_H4_NOROTO, h3,
L_fase_H4_ROT0, h2, L_CT_H4, h_Altura_CT_LP, L_derivación_H4, Altura_libre, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
    'Sumamos los esfuerzos de la derivación a los ESFUERZOS POR FASE, en el caso de
derivación en bandera.
    If Ubicación_Derivación = "En punta de cruceta conductor-fase" Then
      V_fase_H4_NOROTO = V_fase_H4_NOROTO + V_der_H4
      V_fase_H4_ROT0 = V_fase_H4_ROT0 + V_der_H4
      T_fase_H4_NOROTO = T_fase_H4_NOROTO + L_der_H4
      T_fase_H4_ROT0 = T_fase_H4_ROT0 + L_der_H4
      L_fase_H4_NOROTO = L_fase_H4_NOROTO + T_der_H4
      L_fase_H4_ROT0 = L_fase_H4_ROT0 + T_der_H4
      Leq_fase_H4_NOROTO = Leq_fase_H4_NOROTO + T_der_H4 + L_der_H4
      Leq_fase_H4_ROT0 = Leq_fase_H4_ROT0 + T_der_H4 + L_der_H4
    End If
  ElseIf Tipo_Armado = "Cuadruple circuito" Then
    V_apoyo_H4 = (Vcond_H4_ROT0) + (V_fase_H4_NOROTO_sinca) * 11 + V_CT_H4 + Vcadenas +
V_cruceta * 3 + V_Elemento_1 + V_Elemento_2 + V_Elemento_3 + V_Elemento_4 + V_persona +
V_derivación_H4
    T_apoyo_H4 =      AP__0_13_EsfuerzoEquivalente(Altura_libre,      SecciónDébil,
Altura_Aplicación_Esfuerzos, Tipo_Armado,  T_fase_H4_ROT0, h2, T_fase_H4_NOROTO * 3, h2,

```



```

'2-constante PI
  Dim pi As Double
  pi = 4 * Atn(1)
'3-Cálculo del Ángulo_gamma
  Ángulo_Gamma = Ángulo_Derivación + (Ángulo_Traza / 2)
  'Tenemos un caso donde la derivación se puede encontrar entre 0 y van01, entonces
  tenemos que restarle 2*pi
  If Ángulo_Gamma > (2 * pi) Then
    Ángulo_Gamma = Ángulo_Gamma - 2 * pi
  End If
'4-Cálculo del ángulo Beta
  If (Derivación_Tipo = "CASO 2. Supuesto 1. Resultante <> Der.Viento en la dirección de
la derivación") And (Ángulo_Gamma < (Ángulo_Traza / 2)) And (Ángulo_Gamma > (pi -
(Ángulo_Traza / 2))) Then
  If (Ángulo_Gamma >= pi / 2) And (Ángulo_Gamma <= 3 * pi / 2) Then
    Ángulo_Beta = Ángulo_Gamma + (pi / 2)
  Else
    Ángulo_Beta = Ángulo_Gamma - (pi / 2)
  End If
Else
  If (Ángulo_Gamma >= pi / 2) And (Ángulo_Gamma <= 3 * pi / 2) Then
    Ángulo_Beta = Ángulo_Gamma - (pi / 2)
  Else
    Ángulo_Beta = Ángulo_Gamma + (pi / 2)
  End If
End If
'5-Recalculamos T y L de los ESFUERZOS DE FASE, con el viento en dirección coincidente con
la derivación, en el caso 2, Supuesto 1
  If Derivación_Tipo = "CASO 2. Supuesto 1. Resultante <> Der.Viento en la dirección de
la derivación" Then
  'T y L en el sentido de los esfuerzos del apoyo
  'HIPÓTESIS 1ª VIENTO
  'Tdcond_V_1 = (Tv1 * Sin(Ángulo_Traza / 2) - AP__0_9_q(Diámetro_fase_1, Vv_H1) *
Diámetro_fase_1 * a1 / 2 * Cos(Ángulo_Traza / 2)) * n
  Tcond_V_1 = (Tv1 * Sin(Ángulo_Traza / 2) - AP__0_9_q(Diámetro_fase_1, Vv_H1) *
Diámetro_fase_1 * a1 / 2 * Cos(Ángulo_Traza / 2)) * n
  'Tdcond_V_2 = (Tv2 * Sin(Ángulo_Traza / 2) - AP__0_9_q(Diámetro_fase_1, Vv_H1) *
Diámetro_fase_1 * a2 / 2 * Cos(Ángulo_Traza / 2)) * n
  Tcond_V_2 = (Tv2 * Sin(Ángulo_Traza / 2) - AP__0_9_q(Diámetro_fase_1, Vv_H1) *
Diámetro_fase_1 * a2 / 2 * Cos(Ángulo_Traza / 2)) * n
  If Tipo_cadenas = "Suspensión" Then
    Tcadena_V = T_cadena_Suspensión_V
  Else
    If Clasificación = "Fin de línea" Then
      Tcadena_V = T_cadena_Amarre_V
    Else
      Tcadena_V = 2 * T_cadena_Amarre_V
    End If
  End If
  T_fase_H1 = Tcond_V_1 + Tcond_V_2 + Tcadena_V
  L_fase_H1 = n * Abs((Tv1 - Tv2) * Cos(Ángulo_Traza / 2) -
AP__0_9_q(Diámetro_fase_2, Vv_H1) * Diámetro_fase_2 * a2 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2) +
AP__0_9_q(Diámetro_fase_1, Vv_H1) * Diámetro_fase_1 * a1 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2))
  L_fase_H1_sinABS = n * ((Tv1 - Tv2) * Cos(Ángulo_Traza / 2) -
AP__0_9_q(Diámetro_fase_2, Vv_H1) * Diámetro_fase_2 * a2 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2) +
AP__0_9_q(Diámetro_fase_1, Vv_H1) * Diámetro_fase_1 * a1 / 2 * Sin(Ángulo_Traza / 2))
  Leq_fase_H1 = Abs(T_fase_H1) + Abs(L_fase_H1)
  'HIPÓTESIS 2ª HIELO+VIENTO
  Tcond_HV_1 = (THV_1 * Sin(Ángulo_Traza / 2) - AP__0_9_q(Diámetro_fase_1, Vv_H2) *
(Diámetro_fase_1 + 2 * e_1) * a1 / 2 * Cos(Ángulo_Traza / 2)) * n
  Tcond_HV_2 = (THV_2 * Sin(Ángulo_Traza / 2) - AP__0_9_q(Diámetro_fase_2, Vv_H2) *
(Diámetro_fase_2 + 2 * e_2) * a2 / 2 * Cos(Ángulo_Traza / 2)) * n
  If Tipo_cadenas = "Suspensión" Then
    Tcadena_HV = T_cadena_Suspensión_HV
  Else
    If Clasificación = "Fin de línea" Then
      Tcadena_HV = T_cadena_Amarre_HV
    Else
      Tcadena_HV = 2 * T_cadena_Amarre_HV
    End If
  End If
  T_fase_H2_HV = Tcond_HV_1 + Tcond_HV_2 + Tcadena_HV
  L_fase_H2_HV = n * Abs((THV_1 - THV_2) * Cos(Ángulo_Traza / 2) -
AP__0_9_q(Diámetro_fase_2, Vv_H2) * (Diámetro_fase_2 + 2 * e_2) * a2 / 2 * Sin(Ángulo_Traza
/ 2) + AP__0_9_q(Diámetro_fase_1, Vv_H2) * (Diámetro_fase_1 + 2 * e_1) * a1 / 2 *
Sin(Ángulo_Traza / 2))

```

```

    L_fase_H2_HV_sinABS = n * ((THV_1 - THV_2) * Cos(Ángulo_Traza / 2) -
AP__0_9_q(Diámetro_fase_2, Vv_H2) * (Diámetro_fase_2 + 2 * e_2) * a2 / 2 * Sin(Ángulo_Traza
/ 2) + AP__0_9_q(Diámetro_fase_1, Vv_H2) * (Diámetro_fase_1 + 2 * e_1) * a1 / 2 *
Sin(Ángulo_Traza / 2))
    Leq_fase_H2_HV = Abs(T_fase_H2_HV) + Abs(L_fase_H2_HV)
End If
'3-Cálculo de los valores q
    q_v_der = AP__0_9_q(Diámetro_fase_3, Vv_H1)
    q_hv_der = AP__0_9_q(Diámetro_fase_3, Vv_H2)
    q_v_CT_der = AP__0_9_q(Diámetro_CT_3, Vv_H1)
    q_hv_CT_der = AP__0_9_q(Diámetro_CT_3, Vv_H2)
'5-ESFUERZOS DEL CABLE DE TIERRA DEL VANO DE DERIVACIÓN
    'T y L en el sentido de los esfuerzos del apoyo
    V_CTDer_H1 = AP__0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, dCT_3, Tct_v3, Diámetro_CT_3, pp_CT_3,
pct_v_3, 0, 1, 1, Vv_H1, Ecuaciones, "Izquierda")
    V_CTDer_H2_H = AP__0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, dCT_3, Tct_H_3, Diámetro_CT_3, pp_CT_3,
pct_h_3, 0, 1, 2, 0, Ecuaciones, "Izquierda")
    V_CTDer_H2_HV = AP__0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, dCT_3, Tct_HV_3, Diámetro_CT_3,
pp_CT_3, pct_hv_3, ect_3, 1, 3, Vv_H2, Ecuaciones, "Izquierda")
    L_CTDer_H1 = Tct_v3 * Cos(Ángulo_Gamma) + (q_v_CT_der * Diámetro_CT_3 * a3 / 2) *
Cos(Ángulo_Beta)
    L_CTDer_H2_H = Tct_H_3 * Cos(Ángulo_Gamma)
    L_CTDer_H2_HV = Tct_HV_3 * Cos(Ángulo_Gamma) + (q_hv_CT_der * (Diámetro_CT_3 + 2 *
ect_3) * a3 / 2) * Cos(Ángulo_Beta)
    T_CTDer_H1 = Tct_v3 * Sin(Ángulo_Gamma) + (q_v_CT_der * Diámetro_CT_3 * a3 / 2) *
Sin(Ángulo_Beta)
    T_CTDer_H2_H = Tct_H_3 * Sin(Ángulo_Gamma)
    T_CTDer_H2_HV = Tct_HV_3 * Sin(Ángulo_Gamma) + (q_hv_CT_der * (Diámetro_CT_3 + 2 *
ect_3) * a3 / 2) * Sin(Ángulo_Beta)
    'Hipótesis 3ª y 4ª calculadas más abajo.
'6-CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS DERIVACIÓN, POR FASE Y SOBRE APOYO
    If Ubicación_Derivación = "En punta de cruceta conductor-fase" Then
        'NOTA: Esfuerzos de la derivación considerados en cruceta del conductor-fase, solo
en el caso de armados DC y BANDERA.
        'La frase anterior significa que en el cálculo de esfuerzos sobre el apoyo, se
modificarán los ESFUERZOS POR FASE EN DC Y BANDERA.
        'T y L en el sentido de los esfuerzos del apoyo
        'H1 VIENTO
        'Por FASE
        'V_der_H1
        V_cond_H1 = AP__0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, d3, Tv3, Diámetro_fase_3, pp_3,
pv_3, 0, n_Der, 1, Vv_H1, Ecuaciones, "Izquierda")
        V_der_H1 = V_cond_H1 + V_cadena_Amarre
        'T_der_H1
        L_cond_H1 = Tv3 * Cos(Ángulo_Gamma) * n_Der
        L_viento_H1 = (q_v_der * Diámetro_fase_3 * a3 / 2) * Cos(Ángulo_Beta) * n_Der
        T_der_H1 = L_cond_H1 + L_viento_H1 + (T_cadena_Amarre_V) * Cos(Ángulo_Beta)
'Letra cambiada
        'L_der_H1
        T_cond_H1 = Tv3 * Sin(Ángulo_Gamma) * n_Der
        T_viento_H1 = (q_v_der * Diámetro_fase_3 * a3 / 2) * Sin(Ángulo_Beta) * n_Der
        L_der_H1 = T_cond_H1 + T_viento_H1 + (T_cadena_Amarre_V) * Sin(Ángulo_Beta)
'Letra cambiada
        'Leq_der_H1
        Leq_der_H1 = Abs(T_der_H1) + Abs(L_der_H1)
        'Sobre APOYO
        V_derivación_H1 = (V_cond_H1 * 3) + V_CT_H1 + (V_cadena_Amarre * 3)
        T_derivación_H1 = ((T_cond_H1 + T_viento_H1) * (h1 + h2 + h3) +
T_cadena_Amarre_V * (h1 + h2 + h3) * Sin(Ángulo_Beta) + T_CTDer_H1 * h_Altura_CT_DER) /
(Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
        L_derivación_H1 = ((L_cond_H1 + L_viento_H1) * (h1 + h2 + h3) +
T_cadena_Amarre_V * (h1 + h2 + h3) * Cos(Ángulo_Beta) + L_CTDer_H1 * h_Altura_CT_DER) /
(Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
        Leq_derivación_H1 = Abs(T_derivación_H1) + Abs(L_derivación_H1)
        'Mt_derivación_H1. Incluir como dato MtFase_H1
        'H2 HIELO
        'Por FASE
        'V_der_H2_H
        V_cond_H2_H = AP__0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, d3, TH_3, Diámetro_fase_3, pp_3,
ph_3, 0, n_Der, 2, 0, Ecuaciones, "Izquierda")
        V_der_H2_H = V_cond_H2_H + V_cadena_Amarre
        'T_der_H2_H
        L_cond_H2_H = TH_3 * Cos(Ángulo_Gamma) * n_Der
        L_viento_H2_H = 0
        T_der_H2_H = L_cond_H2_H + L_viento_H2_H
        'Letra cambiada
        'L_der_H2_H
        T_cond_H2_H = TH_3 * Sin(Ángulo_Gamma) * n_Der

```

```

T_viento_H2_H = 0
L_der_H2_H = T_cond_H2_H + T_viento_H2_H           'Letra cambiada
'Leq_der_H2_H
Leq_der_H2_H = Abs(T_der_H2_H) + Abs(L_der_H2_H)
'Sobre APOYO
V_derivación_H2_H = (V_cond_H2_H * 3) + V_CT_H2_H + (V_cadena_Amarre * 3)
T_derivación_H2_H = ((T_cond_H2_H + T_viento_H2_H) * (h1 + h2 + h3) +
T_cadena_Amarre_V * (h1 + h2 + h3) * Sin(Ángulo_Beta) + T_CTDer_H2_H * h_Altura_CT_DER) /
(Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
L_derivación_H2_H = ((L_cond_H2_H + L_viento_H2_H) * (h1 + h2 + h3) +
T_cadena_Amarre_V * (h1 + h2 + h3) * Cos(Ángulo_Beta) + L_CTDer_H2_H * h_Altura_CT_DER) /
(Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
Leq_derivación_H2_H = Abs(T_derivación_H2_H) + Abs(L_derivación_H2_H)
'Mt_derivación_H2_H. Incluir como dato MtFase_H2_H
'H2 HIELO+VIENTO
'Por FASE
'V_der_H2_HV
V_cond_H2_HV = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, d3, THV_3, Diámetro_fase_3,
pp_3, phv_3, e_3, n_Der, 3, Vv_H2, Ecuaciones, "Izquierda")
V_der_H2_HV = V_cond_H2_HV + V_cadena_Amarre
'T_der_H2_HV
L_cond_H2_HV = THV_3 * Cos(Ángulo_Gamma) * n_Der
L_viento_H2_HV = (q_hv_der * (Diámetro_fase_3 + 2 * e_3) * a3 / 2) *
Cos(Ángulo_Beta) * n_Der
T_der_H2_HV = L_cond_H2_HV + L_viento_H2_HV + T_cadena_Amarre_HV *
Cos(Ángulo_Beta)           'Letra cambiada
'L_der_H2_HV
T_cond_H2_HV = THV_3 * Sin(Ángulo_Gamma) * n_Der
T_viento_H2_HV = (q_hv_der * (Diámetro_fase_3 + 2 * e_3) * a3 / 2) *
Sin(Ángulo_Beta) * n_Der           'Letra cambiada
L_der_H2_HV = T_cond_H2_HV + T_viento_H2_HV + T_cadena_Amarre_HV *
Sin(Ángulo_Beta)
'Leq_der_H2_HV
Leq_der_H2_HV = Abs(T_der_H2_HV) + Abs(L_der_H2_HV)
'Sobre APOYO
V_derivación_H2_HV = (V_cond_H2_HV * 3) + V_CT_H2_HV + (V_cadena_Amarre * 3)
T_derivación_H2_HV = ((T_cond_H2_HV + T_viento_H2_HV) * (h1 + h2 + h3) +
T_cadena_Amarre_V * (h1 + h2 + h3) * Sin(Ángulo_Beta) + T_CTDer_H2_HV * h_Altura_CT_DER) /
(Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
L_derivación_H2_HV = ((L_cond_H2_HV + L_viento_H2_HV) * (h1 + h2 + h3) +
T_cadena_Amarre_V * (h1 + h2 + h3) * Cos(Ángulo_Beta) + L_CTDer_H2_HV * h_Altura_CT_DER) /
(Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
Leq_derivación_H2_HV = Abs(T_derivación_H2_HV) + Abs(L_derivación_H2_HV)
'Mt_derivación_H2_HV. Incluir como dato MtFase_H2_HV
'H3 DESEQUILIBRIO
'DERIVACIÓN. CABLE DE TIERRA
If Hipótesis_Tmax = "V" Then
V_CTDer_H3 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, dCT_3, Tct_v3, Diámetro_CT_3,
pp_CT_3, pct_v_3, 0, 1, 1, Vv_H1, Ecuaciones, "Izquierda")
L_CTDer_H3 = Tct_v3 * Cos(Ángulo_Gamma)
T_CTDer_H3 = Tct_v3 * Sin(Ángulo_Gamma)
ElseIf Hipótesis_Tmax = "H" Then
V_CTDer_H3 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, dCT_3, Tct_H_3,
Diámetro_CT_3, pp_CT_3, pct_h_3, 0, 1, 2, 0, Ecuaciones, "Izquierda")
L_CTDer_H3 = Tct_H_3 * Cos(Ángulo_Gamma)
T_CTDer_H3 = Tct_H_3 * Sin(Ángulo_Gamma)
ElseIf Hipótesis_Tmax = "HV" Then
V_CTDer_H3 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, dCT_3, Tct_HV_3,
Diámetro_CT_3, pp_CT_3, pct_hv_3, ect_3, 1, 3, Vv_H2, Ecuaciones, "Izquierda")
L_CTDer_H3 = Tct_HV_3 * Cos(Ángulo_Gamma)
T_CTDer_H3 = Tct_HV_3 * Sin(Ángulo_Gamma)
End If
If Hipótesis_Tmax = "V" Then
V_derivación_H3 = V_derivación_H1
T_derivación_H3 = ((T_cond_H1) * (h1 + h2 + h3) + T_CTDer_H3 * h_Altura_CT_DER)
/ (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
L_derivación_H3 = ((L_cond_H1) * (h1 + h2 + h3) + L_CTDer_H3 * h_Altura_CT_DER)
/ (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
V_der_H3 = V_cond_H1 + V_cadena_Amarre
L_der_H3 = T_cond_H1           'Letra cambiada
T_der_H3 = L_cond_H1           'Letra cambiada
Leq_der_H3 = Abs(T_der_H3) + Abs(L_der_H3)
ElseIf Hipótesis_Tmax = "H" Then
V_derivación_H3 = V_derivación_H2_H
T_derivación_H3 = ((T_cond_H2_H) * (h1 + h2 + h3) + T_CTDer_H3 *
h_Altura_CT_DER) / (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)

```

```

L_derivación_H3 = ((L_cond_H2_H) * (h1 + h2 + h3) + L_CTDer_H3 *
h_Altura_CT_DER) / (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
V_der_H3 = V_cond_H2_H + V_cadena_Amarre
L_der_H3 = T_cond_H2_H      'Letra cambiada
T_der_H3 = L_cond_H2_H      'Letra cambiada
Leq_der_H3 = Abs(T_der_H3) + Abs(L_der_H3)
ElseIf Hipótesis_Tmax = "HV" Then
    V_derivación_H3 = V_derivación_H2_HV
    T_derivación_H3 = ((T_cond_H2_HV) * (h1 + h2 + h3) + T_CTDer_H3 *
h_Altura_CT_DER) / (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
    L_derivación_H3 = ((L_cond_H2_HV) * (h1 + h2 + h3) + L_CTDer_H3 *
h_Altura_CT_DER) / (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
    V_der_H3 = V_cond_H2_HV + V_cadena_Amarre
    L_der_H3 = T_cond_H2_HV      'Letra cambiada
    T_der_H3 = L_cond_H2_HV      'Letra cambiada
    Leq_der_H3 = Abs(T_der_H3) + Abs(L_der_H3)
End If
Leq_derivación_H3 = Abs(T_derivación_H3) + Abs(L_derivación_H3)
'Mt_derivación_H3. Incluir como dato MtFase_H3
'H4 ROTURA CONDUCTOR DE FASE. NO APLICA ROTURA DEL CONDUCTOR DERIVACIÓN.
'Si la derivación provoca un MT permanente, habrá que introducirlo a mano en las
variables MtFase_H1, MtFase_H2_H, MtFase_H2_HV, MtFase_H3 y MtFase_H4
'Buscamos los valores en la hipótesis que se produce la rotura del conductor de
fase de la línea principal
V_derivación_H4 = V_derivación_H3
T_derivación_H4 = L_derivación_H3
T_derivación_H4 = T_derivación_H3
Leq_derivación_H4 = Leq_derivación_H3
If Hipótesis_Tmax = "V" Then
    V_der_H4 = V_cond_H1 + V_cadena_Amarre
    L_der_H4 = T_cond_H1      'Letra cambiada
    T_der_H4 = L_cond_H1      'Letra cambiada
    Leq_der_H4 = Abs(T_der_H4) + Abs(L_der_H4)
ElseIf Hipótesis_Tmax = "H" Then
    V_der_H4 = V_cond_H2_H + V_cadena_Amarre
    L_der_H4 = T_cond_H2_H      'Letra cambiada
    T_der_H4 = L_cond_H2_H      'Letra cambiada
    Leq_der_H4 = Abs(T_der_H4) + Abs(L_der_H4)
ElseIf Hipótesis_Tmax = "HV" Then
    V_der_H4 = V_cond_H2_HV + V_cadena_Amarre
    L_der_H4 = T_cond_H2_HV      'Letra cambiada
    T_der_H4 = L_cond_H2_HV      'Letra cambiada
    Leq_der_H4 = Abs(T_der_H4) + Abs(L_der_H4)
End If
Else 'En cruceta independiente
'H1 VIENTO
'Por FASE
'V_der_H1
V_cond_H1 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, d3, Tv3, Diámetro_fase_3, pp_3,
pv_3, 0, n_Der, 1, Vv_H1, Ecuaciones, "Izquierda")
V_der_H1 = V_cond_H1 + V_cadena_Suspensión + V_cadena_Amarre
'T_der_H1
L_cond_H1 = Tv3 * Cos(Ángulo_Gamma) * n_Der
L_viento_H1 = (q_v_der * Diámetro_fase_3 * a3 / 2) * Cos(Ángulo_Beta) * n_Der
T_der_H1 = L_cond_H1 + L_viento_H1 + (T_cadena_Suspensión_V +
T_cadena_Amarre_V) * Cos(Ángulo_Beta)      'Letra cambiada
'L_der_H1
T_cond_H1 = Tv3 * Sin(Ángulo_Gamma) * n_Der
T_viento_H1 = (q_v_der * Diámetro_fase_3 * a3 / 2) * Sin(Ángulo_Beta) * n_Der
L_der_H1 = T_cond_H1 + T_viento_H1 + (T_cadena_Suspensión_V +
T_cadena_Amarre_V) * Sin(Ángulo_Beta)      'Letra cambiada
'Leq_der_H1
Leq_der_H1 = Abs(T_der_H1) + Abs(L_der_H1)
'Sobre APOYO
V_derivación_H1 = (V_cond_H1 * 3) + V_CT_H1 + V_cadena_Suspensión +
(V_cadena_Amarre * 3) + V_cruceta_derivación
T_derivación_H1 = ((T_cond_H1 + T_viento_H1) * (3 * h_derivación) +
T_cadena_Amarre_V * (3 * h_derivación) * Sin(Ángulo_Beta) + T_CTDer_H1 * h_Altura_CT_DER +
T_cruceta_V_derivación * h_derivación * Sin(Ángulo_Beta) + T_cadena_Suspensión_V *
h_derivación * Sin(Ángulo_Beta)) / (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
L_derivación_H1 = ((L_cond_H1 + L_viento_H1) * (3 * h_derivación) +
T_cadena_Amarre_V * (3 * h_derivación) * Cos(Ángulo_Beta) + L_CTDer_H1 * h_Altura_CT_DER +
T_cruceta_V_derivación * h_derivación * Cos(Ángulo_Beta) + T_cadena_Suspensión_V *
h_derivación * Cos(Ángulo_Beta)) / (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
Leq_derivación_H1 = Abs(T_derivación_H1) + Abs(L_derivación_H1)
'Mt_derivación_H1. Incluir como dato MtFase_H1
'H2 HIELO

```

```

'Por FASE
  'V_der_H2_H
  V_cond_H2_H = AP__0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, d3, TH_3, Diámetro_fase_3, pp_3,
ph_3, 0, n_Der, 2, 0, Ecuaciones, "Izquierda")
  V_der_H2_H = V_cond_H2_H + V_cadena_Suspensión + V_cadena_Amarre
  'T_der_H2_H
  L_cond_H2_H = TH_3 * Cos(Ángulo_Gamma) * n_Der
  L_viento_H2_H = 0
  T_der_H2_H = L_cond_H2_H + L_viento_H2_H          'Letra cambiada
  'L_der_H2_H
  T_cond_H2_H = TH_3 * Sin(Ángulo_Gamma) * n_Der
  T_viento_H2_H = 0
  L_der_H2_H = T_cond_H2_H + T_viento_H2_H          'Letra cambiada
  'Leq_der_H2_H
  Leq_der_H2_H = Abs(T_der_H2_H) + Abs(L_der_H2_H)
'Sobre APOYO
  V_derivación_H2_H = (V_cond_H2_H * 3) + V_CT_H2_H + V_cadena_Suspensión +
(V_cadena_Amarre * 3) + V_cruceta_derivación
  T_derivación_H2_H = ((T_cond_H2_H + T_viento_H2_H) * (3 * h_derivación) +
T_CTDer_H2_H * h_Altura_CT_DER) / (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
  L_derivación_H2_H = ((L_cond_H2_H + L_viento_H2_H) * (3 * h_derivación) +
L_CTDer_H2_H * h_Altura_CT_DER) / (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
  Leq_derivación_H2_H = Abs(T_derivación_H2_H) + Abs(L_derivación_H2_H)
  'Mt_derivación_H2_H. Incluir como dato MtFase_H2_H
'H2 HIELO+VIENTO
'Por FASE
  'V_der_H2_HV
  V_cond_H2_HV = AP__0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, d3, THV_3, Diámetro_fase_3,
pp_3, phv_3, e_3, n_Der, 3, Vv_H2, Ecuaciones, "Izquierda")
  V_der_H2_HV = V_cond_H2_HV + V_cadena_Suspensión + V_cadena_Amarre
  'T_der_H2_HV
  L_cond_H2_HV = THV_3 * Cos(Ángulo_Gamma) * n_Der
  L_viento_H2_HV = (q_hv_der * (Diámetro_fase_3 + 2 * e_3) * a3 / 2) *
Cos(Ángulo_Beta) * n_Der
  T_der_H2_HV = L_cond_H2_HV + L_viento_H2_HV + (T_cadena_Suspensión_HV +
T_cadena_Amarre_HV) * Cos(Ángulo_Beta)          'Letra cambiada
  'L_der_H2_HV
  T_cond_H2_HV = THV_3 * Sin(Ángulo_Gamma) * n_Der
  T_viento_H2_HV = (q_hv_der * (Diámetro_fase_3 + 2 * e_3) * a3 / 2) *
Sin(Ángulo_Beta) * n_Der
  L_der_H2_HV = T_cond_H2_HV + T_viento_H2_HV + (T_cadena_Suspensión_HV +
T_cadena_Amarre_HV) * Sin(Ángulo_Beta)          'Letra cambiada
  'Leq_der_H2_HV
  Leq_der_H2_HV = Abs(T_der_H2_HV) + Abs(L_der_H2_HV)
'Sobre APOYO
  V_derivación_H2_HV = (V_cond_H2_HV * 3) + V_CT_H2_HV + V_cadena_Suspensión +
(V_cadena_Amarre * 3) + V_cruceta_derivación
  T_derivación_H2_HV = ((T_cond_H2_HV + T_viento_H2_HV) * (3 * h_derivación) +
T_cadena_Amarre_HV * (3 * h_derivación) * Sin(Ángulo_Beta) + T_CTDer_H2_HV *
h_Altura_CT_DER + T_cruceta_HV_derivación * h_derivación * Sin(Ángulo_Beta) +
T_cadena_Suspensión_HV * h_derivación * Sin(Ángulo_Beta)) / (Altura_libre -
Altura_Aplicación_Esfuerzos)
  L_derivación_H2_HV = ((L_cond_H2_HV + L_viento_H2_HV) * (3 * h_derivación) +
T_cadena_Amarre_HV * (3 * h_derivación) * Cos(Ángulo_Beta) + L_CTDer_H2_HV *
h_Altura_CT_DER + T_cruceta_HV_derivación * h_derivación * Cos(Ángulo_Beta) +
T_cadena_Suspensión_HV * h_derivación * Cos(Ángulo_Beta)) / (Altura_libre -
Altura_Aplicación_Esfuerzos)
  Leq_derivación_H2_HV = Abs(T_derivación_H2_HV) + Abs(L_derivación_H2_HV)
'H3 DESEQUILIBRIO. No aplica, pero tenemos que enviar la hipótesis que corresponda para
calcular los esfuerzos sobre el apoyo.
'DERIVACIÓN. CABLE DE TIERRA
If Hipótesis_Tmax = "V" Then
  V_CTDer_H3 = AP__0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, dCT_3, Tct_v3, Diámetro_CT_3,
pp_CT_3, pct_v_3, 0, 1, 1, Vv_H1, Ecuaciones, "Izquierda")
  L_CTDer_H3 = Tct_v3 * Cos(Ángulo_Gamma)
  T_CTDer_H3 = Tct_v3 * Sin(Ángulo_Gamma)
  ElseIf Hipótesis_Tmax = "H" Then
    V_CTDer_H3 = AP__0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, dCT_3, Tct_H_3,
Diámetro_CT_3, pp_CT_3, pct_h_3, 0, 1, 2, 0, Ecuaciones, "Izquierda")
    L_CTDer_H3 = Tct_H_3 * Cos(Ángulo_Gamma)
    T_CTDer_H3 = Tct_H_3 * Sin(Ángulo_Gamma)
  ElseIf Hipótesis_Tmax = "HV" Then
    V_CTDer_H3 = AP__0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, dCT_3, Tct_HV_3,
Diámetro_CT_3, pp_CT_3, pct_hv_3, ect_3, 1, 3, Vv_H2, Ecuaciones, "Izquierda")
    L_CTDer_H3 = Tct_HV_3 * Cos(Ángulo_Gamma)
    T_CTDer_H3 = Tct_HV_3 * Sin(Ángulo_Gamma)
End If

```

```

If Hipótesis_Tmax = "V" Then
  V_derivación_H3 = V_derivación_H1
  T_derivación_H3 = ((T_cond_H1) * (3 * h_derivación) + T_CTDer_H3 *
h_Altura_CT_DER) / (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
  L_derivación_H3 = ((L_cond_H1) * (3 * h_derivación) + L_CTDer_H3 *
h_Altura_CT_DER) / (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
  V_der_H3 = V_cond_H1 + V_cadena_Amarre + V_cadena_Suspensión
  L_der_H3 = T_cond_H1 'Letra cambiada
  T_der_H3 = L_cond_H1 'Letra cambiada
  Leq_der_H3 = Abs(T_cond_H1) + Abs(L_cond_H1)
ElseIf Hipótesis_Tmax = "H" Then
  V_derivación_H3 = V_derivación_H2_H
  T_derivación_H3 = ((T_cond_H2_H) * (3 * h_derivación) + T_CTDer_H3 *
h_Altura_CT_DER) / (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
  L_derivación_H3 = ((L_cond_H2_H) * (3 * h_derivación) + L_CTDer_H3 *
h_Altura_CT_DER) / (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
  V_der_H3 = V_cond_H2_H + V_cadena_Amarre + V_cadena_Suspensión
  L_der_H3 = T_cond_H2_H 'Letra cambiada
  T_der_H3 = L_cond_H2_H 'Letra cambiada
  Leq_der_H3 = Abs(T_cond_H2_H) + Abs(L_cond_H2_H)
ElseIf Hipótesis_Tmax = "HV" Then
  V_derivación_H3 = V_derivación_H2_HV
  T_derivación_H3 = ((T_cond_H2_HV) * (3 * h_derivación) + T_CTDer_H3 *
h_Altura_CT_DER) / (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
  L_derivación_H3 = ((L_cond_H2_HV) * (3 * h_derivación) + L_CTDer_H3 *
h_Altura_CT_DER) / (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
  V_der_H3 = V_cond_H2_HV + V_cadena_Amarre + V_cadena_Suspensión
  L_der_H3 = T_cond_H2_HV 'Letra cambiada
  T_der_H3 = L_cond_H2_HV 'Letra cambiada
  Leq_der_H3 = Abs(T_cond_H2_HV) + Abs(L_cond_H2_HV)
End If
Leq_derivación_H3 = Abs(T_derivación_H3) + Abs(L_derivación_H3)
'Mt_derivación_H3. Incluir como dato MtFase_H3
'H4 ROTURA CONDUCTOR DE FASE
Mt_derivación_H4 = T_Der_max * Sin(Ángulo_Gamma) * n_Der *
Longitud_Cruceta_Derivación
If Mt_derivación_H4 > Mt_fase_H4_ROTTO Then
'Truco. Variable que hace escribir "N.A." en las variables ROTO de H4ª en cond.
fase LP
H4_Rotura_CondFase_Derivación = "SI"
'DERIVACIÓN. CABLE DE TIERRA
If Hipótesis_Der_Tmax = "V" Then
  V_CTDer_H4 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, dCT_3, Tct_v3, Diámetro_CT_3,
pp_CT_3, pct_v_3, 0, 1, 1, Vv_H1, Ecuaciones, "Izquierda")
  L_CTDer_H4 = Tct_v3 * Cos(Ángulo_Gamma)
  T_CTDer_H4 = Tct_v3 * Sin(Ángulo_Gamma)
ElseIf Hipótesis_Der_Tmax = "H" Then
  V_CTDer_H4 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, dCT_3, Tct_H_3,
Diámetro_CT_3, pp_CT_3, pct_h_3, 0, 1, 2, 0, Ecuaciones, "Izquierda")
  L_CTDer_H4 = Tct_H_3 * Cos(Ángulo_Gamma)
  T_CTDer_H4 = Tct_H_3 * Sin(Ángulo_Gamma)
ElseIf Hipótesis_Der_Tmax = "HV" Then
  V_CTDer_H4 = AP_0_7_Esfuerzos_Verticales(a3, dCT_3, Tct_HV_3,
Diámetro_CT_3, pp_CT_3, pct_hv_3, ect_3, 1, 3, Vv_H2, Ecuaciones, "Izquierda")
  L_CTDer_H4 = Tct_HV_3 * Cos(Ángulo_Gamma)
  T_CTDer_H4 = Tct_HV_3 * Sin(Ángulo_Gamma)
End If
'POR FASE
If Hipótesis_Der_Tmax = "V" Then
  V_der_H4 = V_der_H1
  L_der_H4 = Tv3 * Cos(Ángulo_Gamma) * n_Der
  T_der_H4 = Tv3 * Sin(Ángulo_Gamma) * n_Der
ElseIf Hipótesis_Der_Tmax = "H" Then
  V_der_H4 = V_der_H2_H
  L_der_H4 = TH_3 * Cos(Ángulo_Gamma) * n_Der
  T_der_H4 = TH_3 * Sin(Ángulo_Gamma) * n_Der
ElseIf Hipótesis_Der_Tmax = "HV" Then
  V_der_H4 = V_der_H2_HV
  L_der_H4 = THV_3 * Cos(Ángulo_Gamma) * n_Der
  T_der_H4 = THV_3 * Sin(Ángulo_Gamma) * n_Der
End If
Leq_der_H4 = Abs(T_der_H4) + Abs(L_der_H4)
'POR APOYO. 2 conductores porque se rompe uno
V_derivación_H4 = (V_der_H4 * 2) + V_CTDer_H4 + V_cadena_Suspensión +
(V_cadena_Amarre * 3) + V_cruceta_derivación
T_derivación_H4 = (T_der_H4 * 2 * h_derivación) + T_CTDer_H4 *
h_Altura_CT_DER) / (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)

```

```

L_derivación_H4 = (L_der_H4 * (2 * h_derivación) + L_CTDer_H4 *
h_Altura_CT_DER) / (Altura_libre - Altura_Aplicación_Esfuerzos)
Leq_derivación_H4 = Abs(T_derivación_H4) + Abs(L_derivación_H4)
L_der_H4 = ayuda
L_der_H4 = T_der_H4
T_der_H4 = ayuda
'Recalculamos los esfuerzos POR FASE
'Dejamos los valores NOROTOS como se calcularon POR FASE. Puede ocurrir que la
hipótesis de la rotura del la derivación, no sea igual que la de los conductores de fase,
pero como es una interpretación, y complica muchísimo el cálculo...
'Igualamos los ROTOS, con los NOROTOS, porque no se rompe, se rompe el de la
DERIVACIÓN
V_fase_H4_ROTOTO = V_fase_H4_NOROTO
T_fase_H4_ROTOTO = T_fase_H4_NOROTO
L_fase_H4_ROTOTO = L_fase_H4_NOROTO
Leq_fase_H4_ROTOTO = Leq_fase_H4_NOROTO
'Recalculamos Mt para que aparezca en los esfuerzos del APOYO el MT de creado
por el cond de la derivación
Mt_fase_H4_ROTOTO = Mt_derivación_H4
'Recalculamos los esfuerzos en CABLE DE TIERRA
'V_ct_H4
If Hipótesis_Der_Tmax = "V" Then
  V_CT_H4 = V_CT_H1
  ElseIf Hipótesis_Der_Tmax = "H" Then
    V_CT_H4 = V_CT_H2_H
    ElseIf Hipótesis_Der_Tmax = "HV" Then
      V_CT_H4 = V_CT_H2_HV
End If
'T_ct_H4
If Hipótesis_Der_Tmax = "V" Then
  If Vano_Tct_max = 1 Then
    T_Mayor_CT_fase = Tct_v1
    T_menor_CT_fase = Tct_v2
  Else
    T_Mayor_CT_fase = Tct_v2
    T_menor_CT_fase = Tct_v1
  End If
  ElseIf Hipótesis_Der_Tmax = "H" Then
    If Vano_Tct_max = 1 Then
      T_Mayor_CT_fase = Tct_H_1
      T_menor_CT_fase = Tct_H_2
    Else
      T_Mayor_CT_fase = Tct_H_2
      T_menor_CT_fase = Tct_H_1
    End If
    ElseIf Hipótesis_Der_Tmax = "HV" Then
      If Vano_Tct_max = 1 Then
        T_Mayor_CT_fase = Tct_HV_1
        T_menor_CT_fase = Tct_HV_2
      Else
        T_Mayor_CT_fase = Tct_HV_2
        T_menor_CT_fase = Tct_HV_1
      End If
    End If
    T_CT_H4 = (T_Mayor_CT_fase * Sin(Ángulo_Traza / 2)) + T_menor_CT_fase *
Sin(Ángulo_Traza / 2))
    'L_ct_H4
    L_CT_H4 = (T_Mayor_CT_fase * Cos(Ángulo_Traza / 2)) - T_menor_CT_fase *
Cos(Ángulo_Traza / 2))
    'Leq_ct_H4
    Leq_CT_H4 = Abs(T_CT_H4) + Abs(L_CT_H4)
  Else
    'Truco. Variable que hace escribir "N.A." en las variables ROTO de H4ª en cond.
    fase LP, en el caso de rotura del cond de la DERIVACIÓN
    H4_Rotura_CondFase_Derivación = "NO"
    'H4 ROTURA CONDUCTOR DE FASE. NO APLICA ROTURA DEL CONDUCTOR DERIVACIÓN.
    'Buscamos los valores en la hipótesis que se produce la rotura del conductor de
    fase de la línea principal
    'Por FASE
    If Hipótesis_Tmax = "V" Then
      V_der_H4 = V_der_H1
      L_der_H4 = Tv3 * Cos(Ángulo_Gamma) * n_Der
      T_der_H4 = Tv3 * Sin(Ángulo_Gamma) * n_Der
      ElseIf Hipótesis_Tmax = "H" Then
        V_der_H4 = V_der_H2_H
        L_der_H4 = TH_3 * Cos(Ángulo_Gamma) * n_Der
        T_der_H4 = TH_3 * Sin(Ángulo_Gamma) * n_Der

```

```

ElseIf Hipótesis_Tmax = "HV" Then
    V_der_H4 = V_der_H2_HV
    L_der_H4 = THV_3 * Cos(Ángulo_Gamma) * n_Der
    T_der_H4 = THV_3 * Sin(Ángulo_Gamma) * n_Der
End If
Leq_der_H4 = Abs(T_der_H4) + Abs(L_der_H4)
L_der_H4 = ayuda
L_der_H4 = T_der_H4
T_der_H4 = ayuda
'Sobre APOYO
V_derivación_H4 = V_derivación_H3
T_derivación_H4 = T_derivación_H3
L_derivación_H4 = L_derivación_H3
Leq_derivación_H4 = Leq_derivación_H3
Mt_derivación_H4 = 0
End If
End If
'8-CAMBIO DE SIGNO DE L, PARA SUMARLO CORRECTAMENTE CON LOS OTROS ESFUERZOS L. SOLO EN H3 Y
H4, YA QUE EN H1 Y H2 SE SUMA CORRECTAMENTE.
'Hipótesis 3ª
If casoH3 = 1 Then
    'Nada, dejamos L como está
ElseIf (casoH3 = 2) Or (casoH3 = 3) Then
    If Vano_Tmax = 1 Then
        'Nada, dejamos L como está
    ElseIf Vano_Tmax = 2 Then
        'Cambiamos el signo, porque los valores L positivos van en la dirección
del vano 2
        L_derivación_H3 = L_derivación_H3 * (-1)
    End If
ElseIf (casoH3 = 4) Or (casoH3 = 5) Then
    If Vano_OTRA_Tmax = 1 Then
        'Nada, dejamos L como está
    ElseIf Vano_OTRA_Tmax = 2 Then
        'Cambiamos el signo, porque los valores L positivos van en la
dirección del vano 2
        L_derivación_H3 = L_derivación_H3 * (-1)
    End If
End If
If Vano_Tmax = 1 Then
    'Nada, dejamos L como está
ElseIf Vano_Tmax = 2 Then
    'Cambiamos el signo, porque los valores L positivos van en la dirección del vano 2
    L_derivación_H4 = L_derivación_H4 * (-1)
End If
If Vano_Tmax = Vano_Tct_max Then
    'Nothing
Else
    L_CT_H4 = L_CT_H4 * (-1)
End If
'9-EJECUTAMOS la aplicación para calcular los esfuerzos sobre el APOYO
Application.Run ("AP__4_ESFUERZOSenAPOYO")
End Sub

```

```

Option Base 1
Option Explicit
Dim K_prima As Double
Public Sub AP_6_1_Distancia_conductores()
    '1-DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim Dt As Double
    Dim Dh As Double
    Dim Dv As Double
    Dim D_horizontal_1 As Double
    Dim D_vertical_1 As Double
    Dim D_horizontal_2 As Double
    Dim D_vertical_2 As Double
    '2-Valor de K'
    If (Categoría = "Especial" Or Un >= 220) Then
        K_prima = 0.85
        Categoría = 1
    Else:
        K_prima = 0.75
        Categoría = 0
    End If
    '3-VANO 1 IZQUIERDO
    If (Tipo_Conductor_1 = "RECUBIERTOS" And Un > 30) Or (Tipo_Conductor_1 =
"AISLADOS_HAZ") Then

```



```

        D_horizontal_1 = 0
        D_vertical_1 = 0
    Else
        Dv = Distancia_conductores(Fmax_fase1_VIENTO, Longitud_cadena_suspensión, Kv_fase1,
Tipo_Conductor_1)
        Dt = Distancia_conductores(Fmax_fase1_TEMPERATURA, Longitud_cadena_suspensión,
Kht_fase1, Tipo_Conductor_1)
        Dh = Distancia_conductores(Fmax_fase1_HIELO, Longitud_cadena_suspensión, Kht_fase1,
Tipo_Conductor_1)
        D_horizontal_1 = Dv
        If Dt >= Dh Then
            D_vertical_1 = Dt
        Else
            D_vertical_1 = Dh
        End If
    End If
    '4-VANO 2 DERECHO
    If (Tipo_Conductor_2 = "RECUBIERTOS" And Un > 30) Or (Tipo_Conductor_2 =
"AISLADOS_HAZ") Then
        D_horizontal_2 = 0
        D_vertical_2 = 0
    Else
        If Clasificación <> "Fin de línea" Then
            Dv = Distancia_conductores(Fmax_fase2_VIENTO, Longitud_cadena_suspensión,
Kv_fase2, Tipo_Conductor_2)
            Dt = Distancia_conductores(Fmax_fase2_TEMPERATURA, Longitud_cadena_suspensión,
Kht_fase2, Tipo_Conductor_2)
            Dh = Distancia_conductores(Fmax_fase2_HIELO, Longitud_cadena_suspensión,
Kht_fase2, Tipo_Conductor_2)

            D_horizontal_2 = Dv
            If Dt >= Dh Then
                D_vertical_2 = Dt
            Else
                D_vertical_2 = Dh
            End If
        End If
    End If
    '5-VALORES MÁXIMOS ENTRE EL VANO 1 Y 2
    'DH HORIZONTAL MÁXIMO
    If D_horizontal_1 >= D_horizontal_2 Then
        d_min_h_conductores = D_horizontal_1
    Else
        d_min_h_conductores = D_horizontal_2
    End If
    'DV VERTICAL MÁXIMO
    If D_vertical_1 >= D_vertical_2 Then
        d_min_v_conductores = D_vertical_1
    Else
        d_min_v_conductores = D_vertical_2
    End If
    'End If
    '6-VANO 3 DERIVACIÓN
    If (Tipo_Conductor_3 = "RECUBIERTOS" And Un > 30) Or (Tipo_Conductor_3 =
"AISLADOS_HAZ") Then
        d_min_h_conductores_der = 0
        d_min_v_conductores_der = 0
    Else
        If Tipo_apoyo = "Derivación" Then
            Dv = Distancia_conductores(Fmax_Der_VIENTO, 0, Kv_fase3, Tipo_Conductor_3)
            Dt = Distancia_conductores(Fmax_Der_TEMPERATURA, 0, Kht_fase3,
Tipo_Conductor_3)
            Dh = Distancia_conductores(Fmax_Der_HIELO, 0, Kht_fase3, Tipo_Conductor_3)

            d_min_h_conductores_der = Dv
            If Dt >= Dh Then
                d_min_v_conductores_der = Dt
            Else
                d_min_v_conductores_der = Dh
            End If
        Else
            d_min_h_conductores_der = 0
            d_min_v_conductores_der = 0
        End If
    End If
End Sub

```

```

Public Function Distancia_conductores(Flecha As Double, Long_CS As Double, KK As Double,
Tipo_conductor As String) As Double
    Dim Dist As Double
    If Tipo_conductor = "RECUBIERTOS" Then
        Dist = (KK * ((Flecha + Long_CS) ^ (1 / 2)) + Dpp * (0.75)) * (1 / 3)
    Else
        Dist = KK * ((Flecha + Long_CS) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
    End If
    Distancia_conductores = Dist
End Function

```

```

Option Base 1
Option Explicit
Dim K_prima As Double
Public Sub AP_6_2_Distancia_conductores_ct()
    '1-DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim Dt As Double
    Dim Dh As Double
    Dim Dv As Double
    Dim D_horizontal_1 As Double
    Dim D_vertical_1 As Double
    Dim D_horizontal_2 As Double
    Dim D_vertical_2 As Double
    Dim Kht_Mayor_1 As Double
    Dim Kv_Mayor_1 As Double
    Dim Fmax_temperatura_1 As Double
    Dim Fmax_hielo_1 As Double
    Dim Fmax_viento_1 As Double
    Dim Kht_Mayor_2 As Double
    Dim Kv_Mayor_2 As Double
    Dim Fmax_temperatura_2 As Double
    Dim Fmax_hielo_2 As Double
    Dim Fmax_viento_2 As Double
    '2-Valor de K'
    If (Categoría = "Especial" Or Un >= 220) Then
        K_prima = 0.85
        'Categoría = 1
    Else:
        K_prima = 0.75
        Categoría = 0
    End If
    '3-VANO 1 IZQUIERDO
    If (Tipo_Conductor_1 = "RECUBIERTOS" And Un > 30) Or (Tipo_Conductor_1 =
"AISLADOS_HAZ") Then
        D_horizontal_1 = 0
        D_vertical_1 = 0
    Else
        'Kht
        If Kht_fasel >= Kht_ct1 Then
            Kht_Mayor_1 = Kht_fasel
        Else
            Kht_Mayor_1 = Kht_ct1
        End If
        'Kv
        If Kv_fasel >= Kv_ct1 Then
            Kv_Mayor_1 = Kv_fasel
        Else
            Kv_Mayor_1 = Kv_ct1
        End If
        'FLECHA TEMPERATURA
        If Fmax_fasel_TEMPERATURA >= Fmax_CT1_TEMPERATURA Then
            Fmax_temperatura_1 = Fmax_fasel_TEMPERATURA
        Else
            Fmax_temperatura_1 = Fmax_CT1_TEMPERATURA
        End If
        'FLECHA HIELO
        If Fmax_fasel_HIELO >= Fmax_CT1_HIELO Then
            Fmax_hielo_1 = Fmax_fasel_HIELO
        Else
            Fmax_hielo_1 = Fmax_CT1_HIELO
        End If
        'FLECHA VIENTO
        If Fmax_fasel_VIENTO >= Fmax_CT1_VIENTO Then
            Fmax_viento_1 = Fmax_fasel_VIENTO
        Else
            Fmax_viento_1 = Fmax_CT1_VIENTO
        End If
    End If

```

```

Dv = Distancia_conductores(Fmax_viento_1, 0, Kv_Mayor_1)
Dt = Distancia_conductores(Fmax_temperatura_1, 0, Kht_Mayor_1)
Dh = Distancia_conductores(Fmax_hielo_1, 0, Kht_Mayor_1)
D_horizontal_1 = Dv
If Dt >= Dh Then
    D_vertical_1 = Dt
Else
    D_vertical_1 = Dh
End If
End If
'4-VANO 2 DERECHO
If (Tipo_Conductor_2 = "RECUBIERTOS" And Un > 30) Or (Tipo_Conductor_2 =
"AISLADOS_HAZ") Then
    D_horizontal_2 = 0
    D_vertical_2 = 0
Else
    If Clasificación <> "Fin de línea" Then
        'Kht
        If Kht_fase2 >= Kht_ct2 Then
            Kht_Mayor_2 = Kht_fase2
        Else
            Kht_Mayor_2 = Kht_ct2
        End If
        'Kv
        If Kv_fase2 >= Kv_ct2 Then
            Kv_Mayor_2 = Kv_fase2
        Else
            Kv_Mayor_2 = Kv_ct2
        End If
        'FLECHA TEMPERATURA
        If Fmax_fase2_TEMPERATURA >= Fmax_CT2_TEMPERATURA Then
            Fmax_temperatura_2 = Fmax_fase2_TEMPERATURA
        Else
            Fmax_temperatura_2 = Fmax_CT2_TEMPERATURA
        End If
        'FLECHA HIELO
        If Fmax_fase2_HIELO >= Fmax_CT2_HIELO Then
            Fmax_hielo_2 = Fmax_fase2_HIELO
        Else
            Fmax_hielo_2 = Fmax_CT2_HIELO
        End If
        'FLECHA VIENTO
        If Fmax_fase2_VIENTO >= Fmax_CT2_VIENTO Then
            Fmax_viento_2 = Fmax_fase2_VIENTO
        Else
            Fmax_viento_2 = Fmax_CT2_VIENTO
        End If
        Dv = Distancia_conductores(Fmax_viento_2, 0, Kv_Mayor_2)
        Dt = Distancia_conductores(Fmax_temperatura_2, 0, Kht_Mayor_2)
        Dh = Distancia_conductores(Fmax_hielo_2, 0, Kht_Mayor_2)
        D_horizontal_2 = Dv
        If Dt >= Dh Then
            D_vertical_2 = Dt
        Else
            D_vertical_2 = Dh
        End If
    Else
        D_horizontal_2 = 0
        D_vertical_2 = 0
    End If
End If
'5-VALORES MÁXIMOS ENTRE EL VANO 1 Y 2
'DH HORIZONTAL MÁXIMO
If D_horizontal_1 >= D_horizontal_2 Then
    d_min_h_cond_CT = D_horizontal_1
Else
    d_min_h_cond_CT = D_horizontal_2
End If
'DV VERTICAL MÁXIMO
If D_vertical_1 >= D_vertical_2 Then
    d_min_v_cond_CT = D_vertical_1
Else
    d_min_v_cond_CT = D_vertical_2
End If
End Sub
Public Function Distancia_conductores(Flecha As Double, Long_CS As Double, KK As Double) As
Double

```

```

Dim Dist As Double
Dist = KK * ((Flecha + Long_CS) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
Distancia_conductores = Dist
End Function

```

'MÓDULO PARA CALCULAR EL ÁNGULO DE OSCILACIÓN

Option Base 1

Option Explicit

Public Sub AP_6_3_Ángulo_Osc_Trans_CS()

```

'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim P_cadena As Double
Dim P_herrajes As Double
Dim C As Double
Dim q As Double
Dim Beta_Calculado As Double
Dim pi As Double
Dim Carga_Vertical As Double
Dim P_conductores As Double
Dim Fv_conductores As Double
Dim Fv_cadena As Double
'2-TOMA DE DATOS
P_cadena = V_cadena_Suspensión
P_herrajes = V_Herrajes
C = V_Contrapeso
'3-CÁLCULOS
'Creamos pi
pi = 4 * Atn(1)
'Cálculo de q
If Diámetro_fase_1 > 0.016 Then
q = (50 / 2) * ((120 / 120) ^ 2)
Else
q = (60 / 2) * ((120 / 120) ^ 2)
End If
If Tv_MITAD <> 0 Then
P_conductores = AOTCS_Fv(a1, a2, d1, d2, Tv_MITAD, pp_1, n, pv_MITAD, Ecuaciones)
Fv_conductores = n * (2 * Tv_MITAD * Sin((Ángulo_Traza / 2) * pi / 200) + q *
Diámetro_fase_1 * ((a1 + a2) / 2) * Cos((Ángulo_Traza / 2) * pi / 200))
Fv_cadena = T_cadena_Suspensión_VMITAD
Carga_Vertical = P_conductores + (P_cadena / 2) + P_herrajes + C
If P_conductores > 0.1 Then
Beta_Calculado = (Atn((Fv_cadena / 2 + Fv_conductores) / (P_cadena / 2 +
P_conductores + P_herrajes + C))) * 180 / pi
Else
If Abs(P_conductores + C + (P_cadena / 2) + P_herrajes) <= 0.1 Then
Beta_Calculado = 90
ElseIf (P_conductores + C + (P_cadena / 2) + P_herrajes) > 0.1 Then
Beta_Calculado = (Atn((Fv_cadena / 2 + Fv_conductores) / (P_cadena / 2 +
P_conductores + P_herrajes + C))) * 180 / pi
Else
Beta_Calculado = 90 + (Atn((Abs(P_conductores) - C - (P_cadena / 2) -
P_herrajes) / ((Fv_cadena / 2) + Fv_conductores))) * 180 / pi
End If
End If
Else
Beta_Calculado = 0
End If
'4-ESCRIBIMOS RESULTADOS
d_ángulo_real = Beta_Calculado
libro.Worksheets("COMENTARIOS").Range("A8") = d_ángulo_real
End Sub
Public Function AOTCS_Fv(a1 As Double, a2 As Double, d1 As Double, d2 As Double, Th As
Double, Pp As Double, n As Integer, p As Double, Método As String)
'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES
Dim V_1_fase_Catenaria As Double
Dim V_1_fase_Aprox1 As Double
Dim V_1_fase_Aprox2 As Double
Dim V_2_fase_Catenaria As Double
Dim V_2_fase_Aprox1 As Double
Dim V_2_fase_Aprox2 As Double
Dim Vtotal_fase_Catenaria As Double
Dim Vtotal_fase_Aprox1 As Double
Dim Vtotal_fase_Aprox2 As Double
'Otros
Dim ubi_1 As String
Dim ubi_2 As String
Dim resultado As Double
'Ubicamos cada vano en el lado correspondiente

```

```

ubi_1 = "Derecha"
ubi_2 = "Izquierda"
'Cálculos fórmulas catenaria
If a1 = 0 Then
    V_1_fase_Catenaria = 0
Else
    V_1_fase_Catenaria = Fv_cate_fase(a1, d1, Th, Pp, p, n, ubi_1)
End If
If a2 = 0 Then
    V_2_fase_Catenaria = 0
Else
    V_2_fase_Catenaria = Fv_cate_fase(a2, d2, Th, Pp, p, n, ubi_2)
End If
Vtotal_fase_Catenaria = V_1_fase_Catenaria + V_2_fase_Catenaria
'Cálculos fórmulas Gravivanos Parábola
If a1 = 0 Then
    V_1_fase_Aprox1 = 0
Else
    V_1_fase_Aprox1 = Fv_aprox1_fase(a1, d1, Th, Pp, p, n, ubi_1)
End If
If a2 = 0 Then
    V_2_fase_Aprox1 = 0
Else
    V_2_fase_Aprox1 = Fv_aprox1_fase(a2, d2, Th, Pp, p, n, ubi_2)
End If
Vtotal_fase_Aprox1 = V_1_fase_Aprox1 + V_2_fase_Aprox1
'Cálculos fórmulas Gravivano Catenaria
If a1 = 0 Then
    V_1_fase_Aprox2 = 0
Else
    V_1_fase_Aprox2 = Fv_aprox2_fase(a1, d1, Th, Pp, p, n, ubi_1)
End If
If a2 = 0 Then
    V_2_fase_Aprox2 = 0
Else
    V_2_fase_Aprox2 = Fv_aprox2_fase(a2, d2, Th, Pp, p, n, ubi_2)
End If
Vtotal_fase_Aprox2 = V_1_fase_Aprox2 + V_2_fase_Aprox2
If Método = "Catenaria" Then
    resultado = Vtotal_fase_Catenaria
ElseIf Método = "Parábola" Then
    resultado = Vtotal_fase_Aprox1
ElseIf Método = "Aproximación 2" Then
    resultado = Vtotal_fase_Aprox2
Else 'MÁS DESFAVORABLE
    If Vtotal_fase_Catenaria < Vtotal_fase_Aprox1 Then
        resultado = Vtotal_fase_Catenaria
    Else
        resultado = Vtotal_fase_Aprox1
    End If
    If resultado < Vtotal_fase_Aprox2 Then
        'Resultado = Vtotal_fase_Catenaria
    Else
        resultado = Vtotal_fase_Aprox2
    End If
End If
AOTCS_Fv = resultado
End Function
'FUNCIONES CATENARIA
Public Function Fv_cate_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, p As
Double, n As Integer, ubi As String)
    'Dim P As Double
    Dim h As Double
    Dim ángulo As Double
    Dim av As Double
    Dim Dv As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    Dim Pv As Double
    Pv = (p ^ 2 - Pp ^ 2) ^ (1 / 2)
    h = Th / p
    ángulo = Atn(Pv / Pp)
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    Dv = d * Cos(ángulo)
    av = (b ^ 2 - Dv ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then

```

```

        FFvv = p * h * (-1) * n * Cos(ángulo) * WorksheetFunction.Sinh((h * Log((Dv / (2 *
h * WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) + (((Dv / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(av /
(2 * h)))) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) - av / 2) / h)
    Else
        FFvv = p * h * n * Cos(ángulo) * WorksheetFunction.Sinh((h * Log((Dv / (2 * h *
WorksheetFunction.Sinh(av / (2 * h)))) + (((Dv / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(av / (2 *
h)))) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) + av / 2) / h)
    End If
    Fv_cate_fase = FFvv
End Function
'FUNCIONES APROXIMACIÓN 1
Public Function Fv_aprox1_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, p As
Double, n As Integer, ubi As String)
    Dim h As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    h = Th / p
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then
        FFvv = n * (Pp * a / 2 - Pp * (Th / p) * (d / a))
    Else
        FFvv = n * (Pp * a / 2 + Pp * (Th / p) * (d / a))
    End If
    Fv_aprox1_fase = FFvv
End Function
'FUNCIONES APROXIMACIÓN 2
Public Function Fv_aprox2_fase(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, p As
Double, n As Integer, ubi As String)
    Dim h As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    Dim ag1 As Double
    Dim ag2 As Double
    h = Th / p
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then
        ag2 = h * ((WorksheetFunction.Atanh((WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) /
(WorksheetFunction.Sinh(a / h)))) - (WorksheetFunction.Asinh((d / h) /
(((WorksheetFunction.Sinh(a / h)) ^ 2 - (WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) ^ (2)) ^ (1 /
2))))))
        FFvv = n * Pp * ag2
    Else
        ag1 = a - h * ((WorksheetFunction.Atanh((WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) /
(WorksheetFunction.Sinh(a / h)))) - (WorksheetFunction.Asinh((d / h) /
(((WorksheetFunction.Sinh(a / h)) ^ 2 - (WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) ^ (2)) ^ (1 /
2))))))
        FFvv = n * Pp * ag1
    End If
    Fv_aprox2_fase = FFvv
End Function

```

```

Option Base 1
Option Explicit
Dim K_prima As Double
Public Sub AP__6_4_Distancia_cond_ct_DER()
    '1-DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim Dt As Double
    Dim Dh As Double
    Dim Dv As Double
    Dim D_horizontal_1 As Double
    Dim D_vertical_1 As Double
    Dim D_horizontal_2 As Double
    Dim D_vertical_2 As Double
    Dim Kht_Mayor_1 As Double
    Dim Kv_Mayor_1 As Double
    Dim Kht_Mayor_3 As Double
    Dim Kv_Mayor_3 As Double
    Dim Fmax_temperatura_3 As Double
    Dim Fmax_hielo_3 As Double
    Dim Fmax_viento_3 As Double
    '2-Valor de K'
    If (Categoría = "Especial" Or Un >= 220) Then
        K_prima = 0.85
    Else:
        K_prima = 0.75
    End If
    '3-VANO 3 DERIVACIÓN

```

```

    If (Tipo_Conductor_3 = "RECUBIERTOS" And Un > 30) Or (Tipo_Conductor_3 =
"AISLADOS_HAZ") Then
        d_min_h_cond_ct_der = 0
        d_min_v_cond_ct_der = 0
    Else
        If Tipo_apoyo = "Derivación" Then
            'Kht
            If Kht_fase3 >= Kht_ct3 Then
                Kht_Mayor_3 = Kht_fase3
            Else
                Kht_Mayor_3 = Kht_ct3
            End If

            'Kv
            If Kv_fase3 >= Kv_ct3 Then
                Kv_Mayor_3 = Kv_fase3
            Else
                Kv_Mayor_3 = Kv_ct3
            End If

            'FLECHA TEMPERATURA
            If Fmax_Der_TEMPERATURA >= Fmax_CT3_TEMPERATURA Then
                Fmax_temperatura_3 = Fmax_Der_TEMPERATURA
            Else
                Fmax_temperatura_3 = Fmax_CT3_TEMPERATURA
            End If

            'FLECHA HIELO
            If Fmax_Der_HIELO >= Fmax_CT3_HIELO Then
                Fmax_hielo_3 = Fmax_Der_HIELO
            Else
                Fmax_hielo_3 = Fmax_CT3_HIELO
            End If

            'FLECHA VIENTO
            If Fmax_Der_VIENTO >= Fmax_CT3_VIENTO Then
                Fmax_viento_3 = Fmax_Der_VIENTO
            Else
                Fmax_viento_3 = Fmax_CT3_VIENTO
            End If

            Dv = Distancia_conductores(Fmax_viento_3, 0, Kv_Mayor_3)
            Dt = Distancia_conductores(Fmax_temperatura_3, 0, Kht_Mayor_3)
            Dh = Distancia_conductores(Fmax_hielo_3, 0, Kht_Mayor_3)
            d_min_h_cond_ct_der = Dv
            If Dt >= Dh Then
                d_min_v_cond_ct_der = Dt
            Else
                d_min_v_cond_ct_der = Dh
            End If
        Else
            d_min_h_cond_ct_der = 0
            d_min_v_cond_ct_der = 0
        End If
    End If
End Sub

Public Function Distancia_conductores(Flecha As Double, Long_CS As Double, KK As Double) As
Double
    Dim Dist As Double
    Dist = KK * ((Flecha + Long_CS) ^ (1 / 2)) + Dpp * K_prima
    Distancia_conductores = Dist
End Function

```

Option Base 1

Option Explicit

Public Sub AP_7_EOLOVANOyGRAVIVANO()

'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES

```

Dim gravivano_H1_fase_vano1_P As Double
Dim gravivano_H1_fase_vano2_P As Double
Dim gravivano_H1_fase_vano3_P As Double
Dim gravivano_H1_ct_vano1_P As Double
Dim gravivano_H1_ct_vano2_P As Double
Dim gravivano_H1_ct_vano3_P As Double
Dim gravivano_H1_fase_P As Double
Dim gravivano_H1_ct_P As Double
Dim gravivano_H2_H_fase_vano1_P As Double
Dim gravivano_H2_H_fase_vano2_P As Double
Dim gravivano_H2_H_fase_vano3_P As Double
Dim gravivano_H2_H_ct_vano1_P As Double
Dim gravivano_H2_H_ct_vano2_P As Double
Dim gravivano_H2_H_ct_vano3_P As Double

```

```

Dim gravivano_H2_H_fase_P As Double
Dim gravivano_H2_H_ct_P As Double
Dim gravivano_H2_HV_fase_vano1_P As Double
Dim gravivano_H2_HV_fase_vano2_P As Double
Dim gravivano_H2_HV_fase_vano3_P As Double
Dim gravivano_H2_HV_ct_vano1_P As Double
Dim gravivano_H2_HV_ct_vano2_P As Double
Dim gravivano_H2_HV_ct_vano3_P As Double
Dim gravivano_H2_HV_fase_P As Double
Dim gravivano_H2_HV_ct_P As Double
Dim gravivano_H2_fase_P As Double
Dim gravivano_H2_ct_P As Double
Dim gravivano_H1_fase_vano1_C As Double
Dim gravivano_H1_fase_vano2_C As Double
Dim gravivano_H1_fase_vano3_C As Double
Dim gravivano_H1_ct_vano1_C As Double
Dim gravivano_H1_ct_vano2_C As Double
Dim gravivano_H1_ct_vano3_C As Double
Dim gravivano_H1_fase_C As Double
Dim gravivano_H1_ct_C As Double
Dim gravivano_H2_H_fase_vano1_C As Double
Dim gravivano_H2_H_fase_vano2_C As Double
Dim gravivano_H2_H_fase_vano3_C As Double
Dim gravivano_H2_H_ct_vano1_C As Double
Dim gravivano_H2_H_ct_vano2_C As Double
Dim gravivano_H2_H_ct_vano3_C As Double
Dim gravivano_H2_H_fase_C As Double
Dim gravivano_H2_H_ct_C As Double
Dim gravivano_H2_HV_fase_vano1_C As Double
Dim gravivano_H2_HV_fase_vano2_C As Double
Dim gravivano_H2_HV_fase_vano3_C As Double
Dim gravivano_H2_HV_ct_vano1_C As Double
Dim gravivano_H2_HV_ct_vano2_C As Double
Dim gravivano_H2_HV_ct_vano3_C As Double
Dim gravivano_H2_HV_fase_C As Double
Dim gravivano_H2_HV_ct_C As Double
Dim gravivano_H2_fase_C As Double
Dim gravivano_H2_ct_C As Double
'2-EOLOVANO
eolovano = (a1 / 2) + (a2 / 2) + (a3 / 3)
'3-GRAVIVANO
'Método de la Parábola
'Hipótesis 1ª VIENTO
gravivano_H1_fase_vano1_P = Gravivano(a1, d1, Tv1, Diámetro_fase_1, pp_1,
pv_1, e_1, 1, Vv_H1, "Parábola", "Derecha")
gravivano_H1_fase_vano2_P = Gravivano(a2, d2, Tv2, Diámetro_fase_2, pp_2,
pv_2, e_2, 1, Vv_H1, "Parábola", "Izquierda")
gravivano_H1_fase_vano3_P = Gravivano(a3, d3, Tv3, Diámetro_fase_3, pp_3,
pv_3, e_3, 1, Vv_H1, "Parábola", "Izquierda")
gravivano_H1_ct_vano1_P = Gravivano(a1, dCT_1, Tct_v1, Diámetro_CT_1,
pp_CT_1, pct_v_1, ect_1, 1, Vv_H1, "Parábola", "Derecha")
gravivano_H1_ct_vano2_P = Gravivano(a2, dCT_2, Tct_v2, Diámetro_CT_2,
pp_CT_2, pct_v_2, ect_2, 1, Vv_H1, "Parábola", "Izquierda")
gravivano_H1_ct_vano3_P = Gravivano(a3, dCT_3, Tct_v3, Diámetro_CT_3,
pp_CT_3, pct_v_3, ect_3, 1, Vv_H1, "Parábola", "Izquierda")
gravivano_H1_fase_P = gravivano_H1_fase_vano1_P + gravivano_H1_fase_vano2_P
+ gravivano_H1_fase_vano3_P
gravivano_H1_ct_P = gravivano_H1_ct_vano1_P + gravivano_H1_ct_vano2_P +
gravivano_H1_ct_vano3_P
'Hipótesis 2ª HIELO
gravivano_H2_H_fase_vano1_P = Gravivano(a1, d1, TH_1, Diámetro_fase_1,
pp_1, ph_1, e_1, 2, 0, "Parábola", "Derecha")
gravivano_H2_H_fase_vano2_P = Gravivano(a2, d2, TH_2, Diámetro_fase_2,
pp_2, ph_2, e_2, 2, 0, "Parábola", "Izquierda")
gravivano_H2_H_fase_vano3_P = Gravivano(a3, d3, TH_3, Diámetro_fase_3,
pp_3, ph_3, e_3, 2, 0, "Parábola", "Izquierda")
gravivano_H2_H_ct_vano1_P = Gravivano(a1, dCT_1, Tct_H_1, Diámetro_CT_1,
pp_CT_1, pct_h_1, ect_1, 2, 0, "Parábola", "Derecha")
gravivano_H2_H_ct_vano2_P = Gravivano(a2, dCT_2, Tct_H_2, Diámetro_CT_2,
pp_CT_2, pct_h_2, ect_2, 2, 0, "Parábola", "Izquierda")
gravivano_H2_H_ct_vano3_P = Gravivano(a2, dCT_3, Tct_H_3, Diámetro_CT_3,
pp_CT_3, pct_h_3, ect_3, 2, 0, "Parábola", "Izquierda")
gravivano_H2_H_fase_P = gravivano_H2_H_fase_vano1_P +
gravivano_H2_H_fase_vano2_P + gravivano_H2_H_fase_vano3_P
gravivano_H2_H_ct_P = gravivano_H2_H_ct_vano1_P + gravivano_H2_H_ct_vano2_P
+ gravivano_H2_H_ct_vano3_P
'Hipótesis 2ª HIELO+VIENTO

```



```

    gravivano_H2_HV_fase_vano1_P = Gravivano(a1, d1, THV_1, Diámetro_fase_1,
pp_1, phv_1, e_1, 3, Vv_H2, "Parábola", "Derecha")
    gravivano_H2_HV_fase_vano2_P = Gravivano(a2, d2, THV_2, Diámetro_fase_2,
pp_2, phv_2, e_2, 3, Vv_H2, "Parábola", "Izquierda")
    gravivano_H2_HV_fase_vano3_P = Gravivano(a3, d3, THV_3, Diámetro_fase_3,
pp_3, phv_3, e_3, 3, Vv_H2, "Parábola", "Izquierda")
    gravivano_H2_HV_ct_vano1_P = Gravivano(a1, dCT_1, Tct_HV_1, Diámetro_CT_1,
pp_CT_1, pct_hv_1, ect_1, 3, Vv_H2, "Parábola", "Derecha")
    gravivano_H2_HV_ct_vano2_P = Gravivano(a2, dCT_2, Tct_HV_2, Diámetro_CT_2,
pp_CT_2, pct_hv_2, ect_2, 3, Vv_H2, "Parábola", "Izquierda")
    gravivano_H2_HV_ct_vano3_P = Gravivano(a3, dCT_3, Tct_HV_3, Diámetro_CT_3,
pp_CT_3, pct_hv_3, ect_3, 3, Vv_H2, "Parábola", "Izquierda")
    gravivano_H2_HV_fase_P = gravivano_H2_HV_fase_vano1_P +
gravivano_H2_HV_fase_vano2_P + gravivano_H2_HV_fase_vano3_P
    gravivano_H2_HV_ct_P = gravivano_H2_HV_ct_vano1_P +
gravivano_H2_HV_ct_vano2_P + gravivano_H2_HV_ct_vano3_P
    'Elegimos los valores mayores para la hipótesis de SEGUNDA
    If gravivano_H2_H_fase_P >= gravivano_H2_HV_fase_P Then
        gravivano_H2_fase_P = gravivano_H2_H_fase_P
        gravivano_H2_ct_P = gravivano_H2_H_ct_P
    Else
        gravivano_H2_fase_P = gravivano_H2_HV_fase_P
        gravivano_H2_ct_P = gravivano_H2_HV_ct_P
    End If
    'Método de la Catenaria (Aproximación 2)
    'Hipótesis 1ª VIENTO
    gravivano_H1_fase_vano1_C = Gravivano(a1, d1, Tv1, Diámetro_fase_1, pp_1,
pv_1, e_1, 1, Vv_H1, "Aproximación 2", "Derecha")
    gravivano_H1_fase_vano2_C = Gravivano(a2, d2, Tv2, Diámetro_fase_2, pp_2,
pv_2, e_2, 1, Vv_H1, "Aproximación 2", "Izquierda")
    gravivano_H1_fase_vano3_C = Gravivano(a3, d3, Tv3, Diámetro_fase_3, pp_3,
pv_3, e_3, 1, Vv_H1, "Aproximación 2", "Izquierda")
    gravivano_H1_ct_vano1_C = Gravivano(a1, dCT_1, Tct_v1, Diámetro_CT_1,
pp_CT_1, pct_v_1, ect_1, 1, Vv_H1, "Aproximación 2", "Derecha")
    gravivano_H1_ct_vano2_C = Gravivano(a2, dCT_2, Tct_v2, Diámetro_CT_2,
pp_CT_2, pct_v_2, ect_2, 1, Vv_H1, "Aproximación 2", "Izquierda")
    gravivano_H1_ct_vano3_C = Gravivano(a3, dCT_3, Tct_v3, Diámetro_CT_3,
pp_CT_3, pct_v_3, ect_3, 1, Vv_H1, "Aproximación 2", "Izquierda")
    gravivano_H1_fase_C = gravivano_H1_fase_vano1_C + gravivano_H1_fase_vano2_C
+ gravivano_H1_fase_vano3_C
    gravivano_H1_ct_C = gravivano_H1_ct_vano1_C + gravivano_H1_ct_vano2_C +
gravivano_H1_ct_vano3_C
    'Hipótesis 2ª HIELO
    gravivano_H2_H_fase_vano1_C = Gravivano(a1, d1, TH_1, Diámetro_fase_1,
pp_1, ph_1, e_1, 2, 0, "Aproximación 2", "Derecha")
    gravivano_H2_H_fase_vano2_C = Gravivano(a2, d2, TH_2, Diámetro_fase_2,
pp_2, ph_2, e_2, 2, 0, "Aproximación 2", "Izquierda")
    gravivano_H2_H_fase_vano3_C = Gravivano(a3, d3, TH_3, Diámetro_fase_3,
pp_3, ph_3, e_3, 2, 0, "Aproximación 2", "Izquierda")
    gravivano_H2_H_ct_vano1_C = Gravivano(a1, dCT_1, Tct_H_1, Diámetro_CT_1,
pp_CT_1, pct_h_1, ect_1, 2, 0, "Aproximación 2", "Derecha")
    gravivano_H2_H_ct_vano2_C = Gravivano(a2, dCT_2, Tct_H_2, Diámetro_CT_2,
pp_CT_2, pct_h_2, ect_2, 2, 0, "Aproximación 2", "Izquierda")
    gravivano_H2_H_ct_vano3_C = Gravivano(a2, dCT_3, Tct_H_3, Diámetro_CT_3,
pp_CT_3, pct_h_3, ect_3, 2, 0, "Aproximación 2", "Izquierda")
    gravivano_H2_H_fase_C = gravivano_H2_H_fase_vano1_C +
gravivano_H2_H_fase_vano2_C + gravivano_H2_H_fase_vano3_C
    gravivano_H2_H_ct_C = gravivano_H2_H_ct_vano1_C + gravivano_H2_H_ct_vano2_C
+ gravivano_H2_H_ct_vano3_C
    'Hipótesis 2ª HIELO+VIENTO
    gravivano_H2_HV_fase_vano1_C = Gravivano(a1, d1, THV_1, Diámetro_fase_1,
pp_1, phv_1, e_1, 3, Vv_H2, "Aproximación 2", "Derecha")
    gravivano_H2_HV_fase_vano2_C = Gravivano(a2, d2, THV_2, Diámetro_fase_2,
pp_2, phv_2, e_2, 3, Vv_H2, "Aproximación 2", "Izquierda")
    gravivano_H2_HV_fase_vano3_C = Gravivano(a3, d3, THV_3, Diámetro_fase_3,
pp_3, phv_3, e_3, 3, Vv_H2, "Aproximación 2", "Izquierda")
    gravivano_H2_HV_ct_vano1_C = Gravivano(a1, dCT_1, Tct_HV_1, Diámetro_CT_1,
pp_CT_1, pct_hv_1, ect_1, 3, Vv_H2, "Aproximación 2", "Derecha")
    gravivano_H2_HV_ct_vano2_C = Gravivano(a2, dCT_2, Tct_HV_2, Diámetro_CT_2,
pp_CT_2, pct_hv_2, ect_2, 3, Vv_H2, "Aproximación 2", "Izquierda")
    gravivano_H2_HV_ct_vano3_C = Gravivano(a3, dCT_3, Tct_HV_3, Diámetro_CT_3,
pp_CT_3, pct_hv_3, ect_3, 3, Vv_H2, "Aproximación 2", "Izquierda")
    gravivano_H2_HV_fase_C = gravivano_H2_HV_fase_vano1_C +
gravivano_H2_HV_fase_vano2_C + gravivano_H2_HV_fase_vano3_C
    gravivano_H2_HV_ct_C = gravivano_H2_HV_ct_vano1_C +
gravivano_H2_HV_ct_vano2_C + gravivano_H2_HV_ct_vano3_C
    'Elegimos los valores mayores para la hipótesis de SEGUNDA

```

```

    If gravivano_H2_H_fase_C >= gravivano_H2_HV_fase_C Then
        gravivano_H2_fase_C = gravivano_H2_H_fase_C
        gravivano_H2_ct_C = gravivano_H2_H_ct_C
    Else
        gravivano_H2_fase_C = gravivano_H2_HV_fase_C
        gravivano_H2_ct_C = gravivano_H2_HV_ct_C
    End If
' Elegimos el valor correspondiente según el método.
' Equiparamos Catenaria con Aproximación 2
If Ecuaciones = "Parábola" Then
    gravivano_H1_fase = gravivano_H1_fase_P
    gravivano_H1_ct = gravivano_H1_ct_P
    gravivano_H2_fase = gravivano_H2_fase_P
    gravivano_H2_ct = gravivano_H2_ct_P
ElseIf Ecuaciones = "Aproximación 2" Or Ecuaciones = "Catenaria" Then
    gravivano_H1_fase = gravivano_H1_fase_C
    gravivano_H1_ct = gravivano_H1_ct_C
    gravivano_H2_fase = gravivano_H2_fase_C
    gravivano_H2_ct = gravivano_H2_ct_C
ElseIf Ecuaciones = "" Or Ecuaciones = "Más desfavorable" Then
    If gravivano_H2_fase_P > gravivano_H2_fase_C Then
        gravivano_H1_fase = gravivano_H1_fase_P
        gravivano_H1_ct = gravivano_H1_ct_P
        gravivano_H2_fase = gravivano_H2_fase_P
        gravivano_H2_ct = gravivano_H2_ct_P
    Else
        gravivano_H1_fase = gravivano_H1_fase_C
        gravivano_H1_ct = gravivano_H1_ct_C
        gravivano_H2_fase = gravivano_H2_fase_C
        gravivano_H2_ct = gravivano_H2_ct_C
    End If
End If
End Sub
Public Function Gravivano(aa As Double, dd As Double, Th As Double, diámetro As Double, ppp
As Double, Paparente As Double, ee As Double, Hipótesis As Integer, Vvv As Double, Método
As String, Ubicación As String) As Double
' 1-DECLARACIÓN DE VARIABLES
Dim V_fase_Catenaria As Double
Dim V_fase_Parábola As Double
Dim V_fase_Aprox2 As Double
Dim Phorizontal As Double
Dim Pvertical As Double
Dim qq As Double
Dim resultado As Double
' Cálculo de la sobrecarga horizontal y vertical
' Hipótesis 1: Viento
' Hipótesis 2: Hielo
' Hipótesis 3: Hielo Viento
If (aa = 0) Or (Paparente = 0) Then
    Gravivano = 0
Else
    If diámetro > 0.016 Then
        qq = 50
    Else
        qq = 60
    End If
    If Hipótesis = 1 Then
        Phorizontal = ((Paparente ^ 2) - (ppp) ^ 2) ^ (1 / 2)
        Pvertical = ppp
    ElseIf Hipótesis = 2 Then
        Phorizontal = 0
        Pvertical = Paparente
    Else
        Phorizontal = qq * (diámetro + 2 * ee) * (Vvv / 120) ^ 2
        Pvertical = ((Paparente ^ 2) - (Phorizontal ^ 2)) ^ (1 / 2)
    End If
    ' Ubicamos cada vano en el lado correspondiente
    ' ubi_1 = "Derecha"
    ' ubi_2 = "Izquierda"
    ' Cálculos fórmulas Gravivanos Parábola
    V_fase_Parábola = Gravivano_Parábola(aa, dd, Th, Pvertical, Phorizontal, Ubicación)
    ' Cálculos fórmulas Gravivano Catenaria
    V_fase_Aprox2 = Gravivano_Catenaria(aa, dd, Th, Pvertical, Phorizontal, Ubicación)
    ' Elegimos el valor correspondiente
    If Método = "Parábola" Then
        resultado = V_fase_Parábola
    ElseIf Método = "Aproximación 2" Then

```

```

        resultado = V_fase_Aprox2
    End If
    Gravivano = resultado
End If
End Function
'GRAVIVANO PARÁBOLA
Public Function Gravivano_Parábola(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double, Pv
As Double, ubi As String)
If a = 0 Or Th = 0 Then          'Este if es para descartar los vanos no aplicables
    Gravivano_Parábola = 0
Else
    Dim p As Double
    Dim h As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    p = (Pp ^ 2 + Pv ^ 2) ^ (1 / 2)
    h = Th / p
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then
        FFvv = (a / 2 - (Th / p) * (d / a))
    Else
        FFvv = (a / 2 + (Th / p) * (d / a))
    End If
    Gravivano_Parábola = FFvv
End If
End Function
'GRAVIVANO CATENARIA
Public Function Gravivano_Catenaria(a As Double, d As Double, Th As Double, Pp As Double,
Pv As Double, ubi As String)
If a = 0 Or Th = 0 Then          'Este if es para descartar los vanos no aplicables
    Gravivano_Catenaria = 0
Else
    Dim p As Double
    Dim h As Double
    Dim b As Double
    Dim FFvv As Double
    Dim ag1 As Double
    Dim ag2 As Double
    p = (Pp ^ 2 + Pv ^ 2) ^ (1 / 2)
    h = Th / p
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    If ubi = "Izquierda" Then
        ag2 = h * ((WorksheetFunction.Atanh((WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) /
(WorksheetFunction.Sinh(a / h)))) - (WorksheetFunction.Asinh((d / h) /
(((WorksheetFunction.Sinh(a / h)) ^ 2 - (WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) ^ (2)) ^ (1 /
2))))))
        FFvv = ag2
    Else
        ag1 = a - h * ((WorksheetFunction.Atanh((WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) /
(WorksheetFunction.Sinh(a / h)))) - (WorksheetFunction.Asinh((d / h) /
(((WorksheetFunction.Sinh(a / h)) ^ 2 - (WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1) ^ (2)) ^ (1 /
2))))))
        FFvv = ag1
    End If
    Gravivano_Catenaria = FFvv
End If
End Function

```

```

Option Base 1
Option Explicit
Public Sub AP_8 RESULTADOS()
'1-constante PI
Dim pi As Double
pi = 4 * Atn(1)
'2-Características de los apoyos
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("B4") = Número_apoyo
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("D4") = Tipo_Armado
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("E4") = Ángulo_Traza * 400 / (2 * pi)
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("F4") = Tipo_cadenas
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("G4") = Conductor_1
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("H4") = n
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("I4") = a1
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("J4") = a2
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("K4") = CT_LP
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("L4") = n_circuitos
'3-Condiciones del RLAT en el apoyo
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("B9") = Número_apoyo

```

```

libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("C9") = Clasificación
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("D9") = Zona
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("E9") = Altitud
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("F9") = PE
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("G9") = Vv_H1
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("H9") = Vv_H2
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("I9") = Categoría
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("J9") = H4
'4-ESFUERZOS A SOPORTAR POR EL PUNTO DE SUJECIÓN DEL CONDUCTOR DE FASE
libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("B21") = Número_apoyo 'H1 VIENTO
libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("C21") = V_fase_H1
libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("D21") = T_fase_H1
libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("E21") = L_fase_H1
libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("F21") = Leq_fase_H1
libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("G21") = Mt_fase_H1
If Zona = "A" Then
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("B30") = Número_apoyo 'H2 HIELO
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("C30") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("D30") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("E30") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("F30") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("G30") = "N.A."
Else
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("B30") = Número_apoyo 'H2 HIELO
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("C30") = V_fase_H2_H
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("D30") = T_fase_H2_H
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("E30") = L_fase_H2_H
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("F30") = Leq_fase_H2_H
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("G30") = Mt_fase_H2_H
End If
If (Zona = "A") Or (Hipótesis_HV = "NO") Then
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("B39") = Número_apoyo 'H2 HIELO+VIENTO
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("C39") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("D39") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("E39") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("F39") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("G39") = "N.A."
Else
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("B39") = Número_apoyo 'H2 HIELO+VIENTO
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("C39") = V_fase_H2_HV
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("D39") = T_fase_H2_HV
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("E39") = L_fase_H2_HV
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("F39") = Leq_fase_H2_HV
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("G39") = Mt_fase_H2_HV
End If
If Clasificación = "Fin de línea" Then
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("B48") = Número_apoyo 'H3
DESEQUILIBRIO
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("C48") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("D48") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("E48") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("F48") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("G48") = "N.A."
Else
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("B48") = Número_apoyo 'H3
DESEQUILIBRIO
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("C48") = V_fase_H3
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("D48") = T_fase_H3
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("E48") = L_fase_H3
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("F48") = Leq_fase_H3
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("G48") = Mt_fase_H3
End If
If H4 = "SI" Then
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("B57") = Número_apoyo 'H4 ROTURA
CONDUCTOR DE FASE
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("C57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("D57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("E57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("F57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("G57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("H57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("I57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("J57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("K57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("L57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECIÓN").Range("M57") = "N.A."

```

```

    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("B66") = Número_apoyo 'H4 ROTURA CABLE
DE TIERRA
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("C66") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("D66") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("E66") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("F66") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("G66") = "N.A."
Else
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("B57") = Número_apoyo 'H4 ROTURA
CONDUCTOR DE FASE
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("C57") = V_fase_H4_NOROTO
    If H4_Rotura_CondFase_Derivación = "SI" Then 'En el caso de que la rotura del cond
de fase sea el de la derivación y no el de la línea principal
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("D57") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("D57") = V_fase_H4_ROTOTO
    End If
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("E57") = T_fase_H4_NOROTO
    If H4_Rotura_CondFase_Derivación = "SI" Then
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("F57") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("F57") = T_fase_H4_ROTOTO
    End If
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("G57") = L_fase_H4_NOROTO
    If H4_Rotura_CondFase_Derivación = "SI" Then
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("H57") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("H57") = L_fase_H4_ROTOTO
    End If
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("I57") = Leq_fase_H4_NOROTO
    If H4_Rotura_CondFase_Derivación = "SI" Then
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("J57") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("J57") = Leq_fase_H4_ROTOTO
    End If
    If H4_Rotura_CondFase_Derivación = "SI" Then
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("K57") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("K57") = Mt_fase_H4_ROTOTO
    End If
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("L57") = punto_Mt
    libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("M57") = Longitud_Cruceta_Fase
    If CT_LP = "NO" Then
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("B66") = Número_apoyo 'H4 ROTURA
CABLE DE TIERRA
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("C66") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("D66") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("E66") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("F66") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("G66") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("B66") = Número_apoyo 'H4 ROTURA
CABLE DE TIERRA
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("C66") = V_fase_H4_CT
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("D66") = T_fase_H4_CT
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("E66") = L_fase_H4_CT
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("F66") = Leq_fase_H4_CT
        libro.Worksheets("ESF. FASE PTO.SUJECCIÓN").Range("G66") = Mt_fase_H4
    End If
End If
'5-ESFUERZOS SOBRE EL APOYO
If Tipo_apoyo = "A.T.(por fase)" Then
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("B19") = Número_apoyo 'H1 VIENTO
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("C19") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("D19") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("E19") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("F19") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("G19") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("B28") = Número_apoyo 'H2 HIELO
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("C28") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("D28") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("E28") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("F28") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("G28") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("B37") = Número_apoyo 'H2 HIELO+VIENTO
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("C37") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("D37") = "N.A."

```

```

    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("E37") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("F37") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("G37") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("B46") = Número_apoyo 'H3 DESEQUILIBRIO DE
TRACCIONES
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("C46") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("D46") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("E46") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("F46") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("G46") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("B55") = Número_apoyo 'H4 ROTURA CONDUCTOR DE FASE
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("C55") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("D55") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("E55") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("F55") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("G55") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("H55") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("I55") = "N.A."
Else
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("B19") = Número_apoyo 'H1 VIENTO
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("C19") = V_apoyo_H1
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("D19") = T_apoyo_H1
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("E19") = L_apoyo_H1
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("F19") = Leq_apoyo_H1
    libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("G19") = Mt_apoyo_H1
    If Zona = "A" Then
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("B28") = Número_apoyo 'H2 HIELO
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("C28") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("D28") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("E28") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("F28") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("G28") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("B28") = Número_apoyo 'H2 HIELO
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("C28") = V_apoyo_H2_H
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("D28") = T_apoyo_H2_H
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("E28") = L_apoyo_H2_H
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("F28") = Leq_apoyo_H2_H
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("G28") = Mt_apoyo_H2_H
    End If
    If (Zona = "A") Or (Hipótesis_HV = "NO") Then
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("B37") = Número_apoyo 'H2 HIELO+VIENTO
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("C37") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("D37") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("E37") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("F37") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("G37") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("B37") = Número_apoyo 'H2 HIELO+VIENTO
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("C37") = V_apoyo_H2_HV
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("D37") = T_apoyo_H2_HV
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("E37") = L_apoyo_H2_HV
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("F37") = Leq_apoyo_H2_HV
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("G37") = Mt_apoyo_H2_HV
    End If
    If Clasificación = "Fin de línea" Then
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("B46") = Número_apoyo 'H3 DESEQUILIBRIO DE
TRACCIONES
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("C46") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("D46") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("E46") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("F46") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("G46") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("B46") = Número_apoyo 'H3 DESEQUILIBRIO DE
TRACCIONES
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("C46") = V_apoyo_H3
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("D46") = T_apoyo_H3
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("E46") = L_apoyo_H3
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("F46") = Leq_apoyo_H3
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("G46") = Mt_apoyo_H3
    End If
    If H4 = "SI" Then
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("B55") = Número_apoyo 'H4 ROTURA CONDUCTOR DE
FASE
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("C55") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("D55") = "N.A."

```

```

        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("E55") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("F55") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("G55") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("H55") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("I55") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("B55") = Número_apoyo 'H4 ROTURA CONDUCTOR DE
FASE
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("C55") = V_apoyo_H4
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("D55") = T_apoyo_H4
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("E55") = L_apoyo_H4
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("F55") = Leq_apoyo_H4
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("G55") = Mt_apoyo_H4
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("H55") = punto_Mt
        libro.Worksheets("ESF. APOYO").Range("I55") = Longitud_Cruceta_Fase
    End If
End If
'6-ESFUERZOS A SOPORTAR POR EL PUNTO DE SUJECCIÓN DEL CABLE DE TIERRA
If CT_LP = "NO" Then
    'ESCRIBIMOS N.A. SI NO HAY C.T. EN L.P.
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B16") = Número_apoyo 'H1 VIENTO
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C16") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D16") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E16") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F16") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B25") = Número_apoyo 'H2 HIELO
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C25") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D25") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E25") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F25") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B34") = Número_apoyo 'H2 HIELO+VIENTO
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C34") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D34") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E34") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F34") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B43") = Número_apoyo 'H3 DESEQUILIBRIO
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C43") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D43") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E43") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F43") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B52") = Número_apoyo 'H4 ROTURA
CONDUCTOR DE FASE
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C52") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D52") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E52") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F52") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B61") = Número_apoyo 'H4 ROTURA CABLE
DE TIERRA
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C61") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D61") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E61") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F61") = "N.A."
Else
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B16") = Número_apoyo 'H1 VIENTO
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C16") = V_CT_H1
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D16") = T_CT_H1
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E16") = L_CT_H1
    libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F16") = Leq_CT_H1
    If Zona = "A" Then
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B25") = Número_apoyo 'H2 HIELO
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C25") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D25") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E25") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F25") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B25") = Número_apoyo 'H2 HIELO
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C25") = V_CT_H2_H
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D25") = T_CT_H2_H
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E25") = L_CT_H2_H
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F25") = Leq_CT_H2_H
    End If
    If (Zona = "A") Or (Hipótesis_HV = "NO") Then
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B34") = Número_apoyo 'H2
HIELO+VIENTO
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C34") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D34") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E34") = "N.A."
    End If
End If

```

```

        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F34") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B34") = Número_apoyo 'H2
HIELO+VIENTO
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C34") = V_CT_H2_HV
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D34") = T_CT_H2_HV
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E34") = L_CT_H2_HV
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F34") = Leq_CT_H2_HV
    End If
    If Clasificación = "Fin de línea" Then
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B43") = Número_apoyo 'H3
DESEQUILIBRIO
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C43") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D43") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E43") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F43") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B43") = Número_apoyo 'H3
DESEQUILIBRIO
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C43") = V_CT_H3
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D43") = T_CT_H3
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E43") = L_CT_H3
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F43") = Leq_CT_H3
    End If
    If H4 = "SI" Then
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B52") = Número_apoyo 'H4 ROTURA
CONDUCTOR DE FASE
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C52") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D52") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E52") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F52") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B61") = Número_apoyo 'H4 ROTURA
CABLE DE TIERRA
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C61") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D61") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E61") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F61") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B52") = Número_apoyo 'H4 ROTURA
CONDUCTOR DE FASE
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C52") = V_CT_H4
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D52") = T_CT_H4
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E52") = L_CT_H4
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F52") = Leq_CT_H4
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("B61") = Número_apoyo 'H4 ROTURA
CABLE DE TIERRA
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("C61") = V_CT_H4_ROTTO
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("D61") = T_CT_H4_ROTTO
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("E61") = L_CT_H4_ROTTO
        libro.Worksheets("ESF. CABLE DE TIERRA").Range("F61") = Leq_CT_H4_ROTTO
    End If
End If
'7-ESFUERZOS A SOPORTAR POR EL PUNTO DE SUJECCIÓN DE LA DERIVACIÓN
If Tipo_apoyo <> "Derivación" Or Ubicación_Derivación = "En punta de cruceta conductor-
fase" Then
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("B21") = Número_apoyo 'H1 VIENTO
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("C21") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("D21") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("E21") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("F21") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("B30") = Número_apoyo 'H2 HIELO
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("C30") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("D30") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("E30") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("F30") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("B39") = Número_apoyo 'H2 HIELO+VIENTO
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("C39") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("D39") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("E39") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("F39") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("B48") = Número_apoyo 'H3 DESEQUILIBRIO
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("C48") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("D48") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("E48") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("F48") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("B57") = Número_apoyo 'H4 ROTURA FASE
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("C57") = "N.A."

```



```

    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("D57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("E57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("F57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("G57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("H57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("I57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("J57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("K57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("L57") = "N.A."
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("M57") = "N.A."
Else 'En cruceta independiente
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("B21") = Número_apoyo 'H1 VIENTO
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("C21") = V_der_H1
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("D21") = T_der_H1
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("E21") = L_der_H1
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("F21") = Leq_der_H1
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("B30") = Número_apoyo 'H2 HIELO
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("C30") = V_der_H2_H
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("D30") = T_der_H2_H
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("E30") = L_der_H2_H
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("F30") = Leq_der_H2_H
    If (Zona = "A") Or (Hipótesis_HV = "NO") Then
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("B39") = Número_apoyo 'H2
HIELO+VIENTO
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("C39") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("D39") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("E39") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("F39") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("B39").Value = Número_apoyo 'H2
HIELO+VIENTO
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("C39") = V_der_H2_HV
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("D39") = T_der_H2_HV
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("E39") = L_der_H2_HV
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("F39") = Leq_der_H2_HV
    End If
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("B48") = Número_apoyo 'H3 DESEQUILIBRIO
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("C48") = V_der_H3
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("D48") = T_der_H3
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("E48") = L_der_H3
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("F48") = Leq_der_H3
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("B57") = Número_apoyo 'H4 ROTURA FASE
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("C57") = V_der_H4
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("E57") = T_der_H4
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("G57") = L_der_H4
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("I57") = Leq_der_H4
    If H4_Rotura_CondFase_Derivación = "NO" Then
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("D57") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("F57") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("H57") = "N.A."
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("J57") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("D57") = 0
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("F57") = 0
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("H57") = 0
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("J57") = 0
    End If
    If H4_Rotura_CondFase_Derivación = "NO" Then
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("K57") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("K57") = Mt_derivación_H4
    End If
    'Dejamos la casilla punto de aplicación sin escribir. El usuario puede rellenarla una
vez finalizado el cálculo
    libro.Worksheets("ESF. FASE DERIVACIÓN").Range("M57") = Longitud_Cruceta_Derivación
End If
'8-DISTANCIAS DE SEGURIDAD
'Distancia de los conductores al terreno
libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("B5") = Número_apoyo
libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("C5") = d_Ap_anterior
libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("D5") = d_Ap_posterior
libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("E5") = d_fmax_conductor
libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("F5") = d_min_conductor_terreno
libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("G5") = d_real_conductor_terreno
'Distancia entre conductores
libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("B9") = Número_apoyo 'línea principal
If d_min_h_conductores = 0 Then

```

```

        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("C9") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("C9") = d_min_h_conductores
    End If
    libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("D9") = d_real_h_conductores 'dato
    If d_min_v_conductores = 0 Then
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("E9") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("E9") = d_min_v_conductores
'calculado
    End If
    libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("F9") = d_real_v_conductores 'dato
    libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("H9") = Número_apoyo 'derivación
    If d_min_h_conductores_der = 0 Then
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("I9") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("I9") = d_min_h_conductores_der
    End If
    libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("J9") = d_real_h_cond_der
    If d_min_v_conductores_der = 0 Then
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("K9") = "N.A."
    Else
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("K9") = d_min_v_conductores_der
    End If
    libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("L9") = d_real_v_cond_der
'Distancia entre conductores y cables de tierra
    If CT_LP = "NO" Then
        'no escribimos los valores
    Else
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("B13") = Número_apoyo 'línea
principal
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("C13") = d_fmax_conductor
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("D13") = d_fmax_CT
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("E13") = d_min_h_cond_CT
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("F13") = d_real_h_conductores_ct
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("G13") = d_min_v_cond_CT
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("H13") = d_real_v_conductores_ct
    End If
    If CT_DER = "NO" Or CT_DER = "" Then
        'no escribimos los valores
    Else
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("J13") = Número_apoyo 'derivación
        'calculamos el valor máximo de las 3 flechas de conductores de la derivación
        If Fmax_Der_VIENTO > Fmax_Der_TEMPERATURA Then
            d_fmax_conductor_der = Fmax_Der_VIENTO
        Else
            d_fmax_conductor_der = Fmax_Der_TEMPERATURA
        End If
        If d_fmax_conductor_der > Fmax_Der_HIELO Then
            'nada
        Else
            d_fmax_conductor_der = Fmax_Der_HIELO
        End If
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("K13") = d_fmax_conductor_der
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("L13") = d_fmax_CT_der
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("M13") = d_min_h_cond_ct_der
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("N13") = d_real_h_cond_ct_der
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("O13") = d_min_v_cond_ct_der
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("P13") = d_real_v_cond_ct_der
    End If
'Distancia entre conductores y partes puestas a tierra
    If Tipo_cadenas = "Suspensión" Then
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("G19") = Del
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("G20") = Del
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("G21") = Del
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("G23") = d_ángulo_max
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("H19") =
d_real_conductor_Cruceta_Inf
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("H20") = d_real_conductor_fuste
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("H21") =
d_real_conductor_Cruceta_Prop
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("H23") = d_ángulo_real
    Else
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("G27") = Del
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("G28") = Del
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("G29") = Del
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("G30") = Del
    End If

```

```
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("G31") = Del
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("H27") = d_real_puente
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("H28") =
d_real_grapa_cruceta_propia
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("H29") =
d_real_puente_cruceta_propia
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("H30") =
d_real_puente_cruceta_inferior
        libro.Worksheets("DISTANCIAS DE SEGURIDAD").Range("H31") = d_real_puente_fuste
    End If
'9-CRUZAMIENTOS
    'nada
'10-Paralelismos y paso por zonas
    'nada
'11-EOLOVANOS Y GRAVIVANOS
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("B15") = Número_apoyo
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("C15") = eolovano
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("D15") = gravivano_H1_fase
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("E15") = gravivano_H1_ct
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("F15") = gravivano_H2_fase
libro.Worksheets("CARACT.-COND.-EOLOV.-GRAV.").Range("G15") = gravivano_H2_ct
'12-Cimentaciones
'nada
End Sub
```

11.21 CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES

Esta aplicación realiza las tablas de cálculo mecánico y de tendido necesarias para los diferentes trabajos que exigen las líneas aéreas de alta tensión. Esta realizada con un modelo de cambio de longitud de deformación lineal.

Esta aplicación está desarrollada con Microsoft Excel 2010 en el lenguaje de programación Visual Basic (VBA).

11.21.1 DATOS

- Zona [A / B / C]
- Altitud [m]. Dato necesario para la zona C, para alturas mayores de 1500 m.
- Ecuaciones [Catenaria / Método de T / Parábola]. Tipos de ecuaciones con las que se realizarán los cálculos.
- Velocidad del viento [km/h].
- Consideración del desvío de la curva por la acción del viento [SI / NO]. Los cálculos con las ecuaciones de la catenaria y el método de Truxa, se realizarán considerando el conductor en un plano inclinado debido a la acción del viento. Para velocidades de viento próximos a 120 km/h, los valores calculados con esta consideración son prácticamente iguales, pero si queremos aumentar los coeficientes de seguridad, por ejemplo para velocidades de viento excepcional, las diferencias son importantes.
- Hipótesis de Hielo + Viento [SI / NO].
- Temperatura del conductor en la hipótesis de flecha máxima de temperatura [°C].
- Consideración de errores fortuitos [m]. Un valor razonable suele ser 1,00 m (probabilidad del 9,5 %).
- Aplicación de fluencia en caliente (creep-flecha máxima) [% flecha]. Consideración de un 4,55 % de la flecha.
- Aplicación de fluencia inicial (tabla de tendido). Normalmente se considera 15 °C menos.
- Tipo de conductor.
- Conductor.
- Dato de partida para la tensión máxima [Tensión horizontal / Coeficiente de seguridad].
- Valor de partida según sea tensión horizontal o coeficiente de seguridad.
- Fenómenos vibratorios [EDS % / CHS %].
- Cálculo sobre el equilibrio de poleas.
- Vano [m].
- Desnivel [m].

11.21.2 CÓDIGO

```

Option Base 1
Option Explicit
Public Sub TCM_00_GESTOR()
'Eliminamos el pestañeo en el proceso
  Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
  Application.ScreenUpdating = False
'1-CONTAMOS EL NÚMERO DE VANOS
  Application.Run ("TCM_01_CONTAVANOS")
'2-TOMA DE DATOS. Datos generales / Vanos-Desniveles / b / Características Cantón /
Coeficiente T_partida y EDS / Conductores
  Application.Run ("TCM_02_DATOS")
'3-TEMPERATURAS REGLAMENTARIAS
  Application.Run ("TCM_03_TEMPERATURAS")
'4-BUCLE.CANTONES. ENVIAR DATOS
  Application.Run ("TCM_05_BUCLE_CANTONES")
'5-RESULTADOS
  Application.Run ("TCM_07_RESULTADOS")
'Activamos el pestañeo del proceso
  Application.ScreenUpdating = True
  Application.StatusBar = False
End Sub

```

```

Option Base 1
Option Explicit
'DECLARACIÓN DE VARIABLES GLOBALES
Public Cantón_1_n_vanos As Integer
Public Cantón_2_n_vanos As Integer
Public Cantón_3_n_vanos As Integer
Public Cantón_4_n_vanos As Integer
Public Cantón_5_n_vanos As Integer
Public Cantón_6_n_vanos As Integer
Public Cantón_7_n_vanos As Integer
Public Cantón_8_n_vanos As Integer
Public Cantón_9_n_vanos As Integer
Public Cantón_10_n_vanos As Integer
Public Cantón_11_n_vanos As Integer
Public Cantón_12_n_vanos As Integer
Public Cantón_13_n_vanos As Integer
Public Cantón_14_n_vanos As Integer
Public Cantón_15_n_vanos As Integer
Public Cantón_16_n_vanos As Integer
Public Cantón_17_n_vanos As Integer
Public Cantón_18_n_vanos As Integer
Public Cantón_19_n_vanos As Integer
Public Cantón_20_n_vanos As Integer

```

```

Public Sub TCM_01_CONTAVANOS()
'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
  Dim Contador As Integer
  Dim i As Integer
  Dim XX As Integer
'2-ACTIVAMOS VARIABLES WORKBOOK
  Set TCM = ThisWorkbook
'3-CONTROL DE ERRORES
  On Error GoTo ErrorCálculo
'4-CONTAMOS EL NÚMERO DE VANOS ÚTILES. No incluidos los que están vacíos o los que tienen
un valor de 0 m.
'Contamos CANTÓN N°1
  Contador = 0
  XX = 2
  i = 1
  Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
    If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
      Contador = Contador + 1
    End If
    XX = XX + 1
    i = i + 1
  Loop
  Cantón_1_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°2
  Contador = 0
  XX = 2

```

```

i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
    If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
        Contador = Contador + 1
    End If
    XX = XX + 1
    i = i + 1
Loop
Cantón_2_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°3
Contador = 0
XX = 2
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
    If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
        Contador = Contador + 1
    End If
    XX = XX + 1
    i = i + 1
Loop
Cantón_3_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°4
Contador = 0
XX = 2
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
    If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
        Contador = Contador + 1
    End If
    XX = XX + 1
    i = i + 1
Loop
Cantón_4_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°5
Contador = 0
XX = 2
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
    If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
        Contador = Contador + 1
    End If
    XX = XX + 1
    i = i + 1
Loop
Cantón_5_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°6
Contador = 0
XX = 2
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
    If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
        Contador = Contador + 1
    End If
    XX = XX + 1
    i = i + 1
Loop
Cantón_6_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°7
Contador = 0
XX = 2
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
    If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
        Contador = Contador + 1
    End If

```

```

        XX = XX + 1
        i = i + 1
    Loop
    Cantón_7_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°8
    Contador = 0
    XX = 2
    i = 1
    Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
        If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
            Contador = Contador + 1
        End If
        XX = XX + 1
        i = i + 1
    Loop
    Cantón_8_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°9
    Contador = 0
    XX = 2
    i = 1
    Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
        If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
            Contador = Contador + 1
        End If
        XX = XX + 1
        i = i + 1
    Loop
    Cantón_9_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°10
    Contador = 0
    XX = 2
    i = 1
    Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
        If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
            Contador = Contador + 1
        End If
        XX = XX + 1
        i = i + 1
    Loop
    Cantón_10_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°11
    Contador = 0
    XX = 2
    i = 1
    Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
        If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
            Contador = Contador + 1
        End If
        XX = XX + 1
        i = i + 1
    Loop
    Cantón_11_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°12
    Contador = 0
    XX = 2
    i = 1
    Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
        If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
            Contador = Contador + 1
        End If
        XX = XX + 1
        i = i + 1
    Loop
    Cantón_12_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°13
    Contador = 0
    XX = 2

```

```

i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
    If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
        Contador = Contador + 1
    End If
    XX = XX + 1
    i = i + 1
Loop
Cantón_13_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°14
Contador = 0
XX = 2
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
    If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
        Contador = Contador + 1
    End If
    XX = XX + 1
    i = i + 1
Loop
Cantón_14_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°15
Contador = 0
XX = 2
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
    If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
        Contador = Contador + 1
    End If
    XX = XX + 1
    i = i + 1
Loop
Cantón_15_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°16
Contador = 0
XX = 2
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
    If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
        Contador = Contador + 1
    End If
    XX = XX + 1
    i = i + 1
Loop
Cantón_16_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°17
Contador = 0
XX = 2
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
    If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
        Contador = Contador + 1
    End If
    XX = XX + 1
    i = i + 1
Loop
Cantón_17_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°18
Contador = 0
XX = 2
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
    If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
        Contador = Contador + 1
    End If

```



```

        XX = XX + 1
        i = i + 1
    Loop
    Cantón_18_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°19
    Contador = 0
    XX = 2
    i = 1
    Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
        If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
            Contador = Contador + 1
        End If
        XX = XX + 1
        i = i + 1
    Loop
    Cantón_19_n_vanos = i - Contador - 1
'Contamos CANTÓN N°20
    Contador = 0
    XX = 2
    i = 1
    Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
        If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(XX, 0).Value = 0) Then
            Contador = Contador + 1
        End If
        XX = XX + 1
        i = i + 1
    Loop
    Cantón_20_n_vanos = i - Contador - 1
Exit Sub
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo:      MsgBox ("Error en la macro DATOS")
    Resume Next
End Sub

```

```

Option Base 1
Option Explicit

```

```
'DECLARACIÓN DE VARIABLES GLOBALES
```

```

Public Zona As String
Public Altitud As Double
Public Ecuaciones As String
Public Vv As Double
Public viento As String
Public HV As String
Public Temp_fmax As Integer
Public Línea_1 As String
Public Línea_2 As String
Public Cantón_1_Características() As String
Public Cantón_2_Características() As String
Public Cantón_3_Características() As String
Public Cantón_4_Características() As String
Public Cantón_5_Características() As String
Public Cantón_6_Características() As String
Public Cantón_7_Características() As String
Public Cantón_8_Características() As String
Public Cantón_9_Características() As String
Public Cantón_10_Características() As String
Public Cantón_11_Características() As String
Public Cantón_12_Características() As String
Public Cantón_13_Características() As String
Public Cantón_14_Características() As String
Public Cantón_15_Características() As String
Public Cantón_16_Características() As String
Public Cantón_17_Características() As String
Public Cantón_18_Características() As String
Public Cantón_19_Características() As String
Public Cantón_20_Características() As String
Public Cantón_1_Coeficientes() As Double
Public Cantón_2_Coeficientes() As Double
Public Cantón_3_Coeficientes() As Double
Public Cantón_4_Coeficientes() As Double
Public Cantón_5_Coeficientes() As Double
Public Cantón_6_Coeficientes() As Double

```

```
Public Cantón_7_Coeficientes() As Double
Public Cantón_8_Coeficientes() As Double
Public Cantón_9_Coeficientes() As Double
Public Cantón_10_Coeficientes() As Double
Public Cantón_11_Coeficientes() As Double
Public Cantón_12_Coeficientes() As Double
Public Cantón_13_Coeficientes() As Double
Public Cantón_14_Coeficientes() As Double
Public Cantón_15_Coeficientes() As Double
Public Cantón_16_Coeficientes() As Double
Public Cantón_17_Coeficientes() As Double
Public Cantón_18_Coeficientes() As Double
Public Cantón_19_Coeficientes() As Double
Public Cantón_20_Coeficientes() As Double
Public Cantón_1_Vanos() As Double
Public Cantón_2_Vanos() As Double
Public Cantón_3_Vanos() As Double
Public Cantón_4_Vanos() As Double
Public Cantón_5_Vanos() As Double
Public Cantón_6_Vanos() As Double
Public Cantón_7_Vanos() As Double
Public Cantón_8_Vanos() As Double
Public Cantón_9_Vanos() As Double
Public Cantón_10_Vanos() As Double
Public Cantón_11_Vanos() As Double
Public Cantón_12_Vanos() As Double
Public Cantón_13_Vanos() As Double
Public Cantón_14_Vanos() As Double
Public Cantón_15_Vanos() As Double
Public Cantón_16_Vanos() As Double
Public Cantón_17_Vanos() As Double
Public Cantón_18_Vanos() As Double
Public Cantón_19_Vanos() As Double
Public Cantón_20_Vanos() As Double
Public Cantón_1_Conductor() As Double
Public Cantón_2_Conductor() As Double
Public Cantón_3_Conductor() As Double
Public Cantón_4_Conductor() As Double
Public Cantón_5_Conductor() As Double
Public Cantón_6_Conductor() As Double
Public Cantón_7_Conductor() As Double
Public Cantón_8_Conductor() As Double
Public Cantón_9_Conductor() As Double
Public Cantón_10_Conductor() As Double
Public Cantón_11_Conductor() As Double
Public Cantón_12_Conductor() As Double
Public Cantón_13_Conductor() As Double
Public Cantón_14_Conductor() As Double
Public Cantón_15_Conductor() As Double
Public Cantón_16_Conductor() As Double
Public Cantón_17_Conductor() As Double
Public Cantón_18_Conductor() As Double
Public Cantón_19_Conductor() As Double
Public Cantón_20_Conductor() As Double
Public Cantón_1_Pesos() As Double
Public Cantón_2_Pesos() As Double
Public Cantón_3_Pesos() As Double
Public Cantón_4_Pesos() As Double
Public Cantón_5_Pesos() As Double
Public Cantón_6_Pesos() As Double
Public Cantón_7_Pesos() As Double
Public Cantón_8_Pesos() As Double
Public Cantón_9_Pesos() As Double
Public Cantón_10_Pesos() As Double
Public Cantón_11_Pesos() As Double
Public Cantón_12_Pesos() As Double
Public Cantón_13_Pesos() As Double
Public Cantón_14_Pesos() As Double
Public Cantón_15_Pesos() As Double
Public Cantón_16_Pesos() As Double
Public Cantón_17_Pesos() As Double
Public Cantón_18_Pesos() As Double
Public Cantón_19_Pesos() As Double
Public Cantón_20_Pesos() As Double
Public TCM As ThisWorkbook
Public Errores_Fortuitos As Double
Public Creep As Double
```

```

Public Fluencia_Inicial As Integer
Public VIR() As Double
Public Sub TCM_02_DATOS()
'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
  Dim Errores As String
  Dim Fluencia_Caliente As String
  Dim Fluencia_Frío As String
  Dim Contador As Integer
  Dim i As Integer
  Dim XX As Integer
  Dim matriz_1 As Integer
'2-ACTIVAMOS VARIABLES WORKBOOK
  Set TCM = ThisWorkbook
'3-CONTROL DE ERRORES
  On Error GoTo ErrorCálculo
'4-Dimensionar matriz
  ReDim VIR(20, 1) As Double
'5-TOMA DE DATOS GENERALES
  Zona = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_ZONA")
  If Zona = "" Then
    Zona = "A"
  End If
  Altitud = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_ALTITUD")
  Ecuaciones = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_ECUACIONES")
  If Ecuaciones = "" Then
    Ecuaciones = "CATENARIA"
  End If
  Vv = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_Vv")
  viento = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_VIENTO")
  If viento = "" Then
    viento = "NO"
  End If
  HV = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_HV")
  If HV = "" Then
    HV = "NO"
  End If
  Temp_fmax = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_TEMP_FMAX")
  Errores = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_ERRORES")
  Fluencia_Caliente = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CREEP")
  Fluencia_Frío = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_FLUENCIA_INICIAL")
  Línea_1 = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_LÍNEA_1")
  Línea_2 = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_LÍNEA_2")
'6-RENOMBAMOS VARIABLES Errores / Fluencia_Caliente / Fluencia_Frío
  'Errores_Fortuitos
  If Errores = "0,00 m NO APLICA" Then
    Errores_Fortuitos = 0
  ElseIf Errores = "0,20 m P=39,36%" Then
    Errores_Fortuitos = 0.2
  ElseIf Errores = "0,40 m P=29,81 %" Then
    Errores_Fortuitos = 0.4
  ElseIf Errores = "0,60 m P=21,48 %" Then
    Errores_Fortuitos = 0.6
  ElseIf Errores = "0,80 m P=14,46 %" Then
    Errores_Fortuitos = 0.8
  ElseIf Errores = "1,00 m P=9,50 %" Then
    Errores_Fortuitos = 1
  ElseIf Errores = "1,20 m P=5,59 %" Then
    Errores_Fortuitos = 1.2
  ElseIf Errores = "1,40 m P=3,50 %" Then
    Errores_Fortuitos = 1.4
  ElseIf Errores = "1,60 m P=1,7 %" Then
    Errores_Fortuitos = 1.6
  ElseIf Errores = "1,80 m P=0,84 %" Then
    Errores_Fortuitos = 1.8
  ElseIf Errores = "2,00 m P=0,45 %" Then
    Errores_Fortuitos = 2
  ElseIf Errores = "" Then
    Errores_Fortuitos = 0
  End If
  'Creep
  If Fluencia_Caliente = "0,00 % NO APLICA" Then
    Creep = 0
  ElseIf Fluencia_Caliente = "1,00 % FLECHA" Then
    Creep = 1
  ElseIf Fluencia_Caliente = "4,55 % FLECHA" Then
    Creep = 4.55
  ElseIf Fluencia_Caliente = "7,00 % FLECHA" Then

```

```

Creep = 7
ElseIf Fluencia_Caliente = "10,00 % FLECHA" Then
  Creep = 10
  ElseIf Fluencia_Caliente = "15,00 % FLECHA" Then
    Creep = 15
    ElseIf Fluencia_Caliente = "20,00 % FLECHA" Then
      Creep = 20
      ElseIf Fluencia_Caliente = "" Then
        Creep = 0
End If
'Fluencia_Inicial
If Fluencia_Frío = "0 °C NO APLICA" Then
  Fluencia_Inicial = 0
  ElseIf Fluencia_Frío = "5 °C MENOS" Then
    Fluencia_Inicial = 5
    ElseIf Fluencia_Frío = "10 °C MENOS" Then
      Fluencia_Inicial = 10
      ElseIf Fluencia_Frío = "15 °C MENOS" Then
        Fluencia_Inicial = 15
        ElseIf Fluencia_Frío = "20 °C MENOS" Then
          Fluencia_Inicial = 20
          ElseIf Fluencia_Frío = "25 °C MENOS" Then
            Fluencia_Inicial = 25
            ElseIf Fluencia_Frío = "" Then
              Fluencia_Inicial = 0
End If
'7-DATOS DE VANOS-DESNIVELES
'CANTÓN N°1 vanos-desniveles
If Cantón_1_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
  'FIN DE LA APLICACIÓN. Términa el programa, no hay nada que calcular
Else
  'Dimensionamos la matriz dinámica
  ReDim Cantón_1_Vanos(Cantón_1_n_vanos, 18) As Double
  ReDim Cantón_1_Características(1, 5) As String
  ReDim Cantón_1_Coeficientes(1, 2) As Double
  ReDim Cantón_1_Conductor(1, 35) As Double
  ReDim Cantón_1_Pesos(1, 16) As Double
  'Captura de datos del cantón
  XX = 2
  matriz_1 = 1
  i = 1
  Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
    'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
      If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
        Else
          Cantón_1_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(XX, 0)
          Cantón_1_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(XX, 1)
          matriz_1 = matriz_1 + 1
        End If
        XX = XX + 1
      Next
    Loop
    'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To Cantón_1_n_vanos 'Hasta 50 vanos
      Cantón_1_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_1_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_1_Vanos(matriz_1, 2))
      matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
    'Características del Cantón N°1
    Cantón_1_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
    Cantón_1_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(0, 3) 'Conductor
    Cantón_1_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
    Cantón_1_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
    Cantón_1_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
    'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°1

```

```

    Cantón_1_Coeficientes(1, 1) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(0,
7) 'Valor de partida tense
    Cantón_1_Coeficientes(1, 2) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(0,
11) 'Coeficiente EDS
    'Datos del conductor
    Cantón_1_Conductor() = TCM_021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_1_Características(1, 1),
Cantón_1_Características(1, 2))
    'PESOS
    Cantón_1_Pesos() = PESOS(Cantón_1_Conductor(), Cantón_1_Características())
    'Cálculo V.I.R.
    VIR(1, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_1_Vanos(), Cantón_1_n_vanos)
End If
'CANTÓN N°2 vanos-desniveles
If Cantón_2_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
    'FIN DE LA APLICACIÓN. Términa el programa, no hay nada que calcular
Else
    'Dimensionamos la matriz dinámica
    ReDim Cantón_2_Vanos(Cantón_2_n_vanos, 18) As Double
    ReDim Cantón_2_Características(1, 5) As String
    ReDim Cantón_2_Coeficientes(1, 2) As Double
    ReDim Cantón_2_Conductor(1, 35) As Double
    ReDim Cantón_2_Pesos(1, 16) As Double
    'Captura de datos del cantón
    XX = 2
    matriz_1 = 1
    i = 1
    Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
        If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
            Else
                Cantón_2_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(XX, 0)
                Cantón_2_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(XX, 1)
                matriz_1 = matriz_1 + 1
            End If
            XX = XX + 1
        Loop
        'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
        matriz_1 = 1
        For i = 1 To Cantón_2_n_vanos 'Hasta 50 vanos
            Cantón_2_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_2_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_2_Vanos(matriz_1, 2))
            matriz_1 = matriz_1 + 1
        Next
        'Características del Cantón N°2
        Cantón_2_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
        Cantón_2_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(0, 3) 'Conductor
        Cantón_2_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
        Cantón_2_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
        Cantón_2_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
        'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°2
        Cantón_2_Coeficientes(1, 1) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(0,
7) 'Valor de partida tense
        Cantón_2_Coeficientes(1, 2) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(0,
11) 'Coeficiente EDS
        'Datos del conductor
        Cantón_2_Conductor() = TCM_021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_2_Características(1, 1),
Cantón_2_Características(1, 2))
        'PESOS
        Cantón_2_Pesos() = PESOS(Cantón_2_Conductor(), Cantón_2_Características())
        'Cálculo V.I.R.
        VIR(2, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_2_Vanos(), Cantón_2_n_vanos)
    End If
'CANTÓN N°3 vanos-desniveles
If Cantón_3_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
    'FIN DE LA APLICACIÓN. Términa el programa, no hay nada que calcular
Else
    'Dimensionamos la matriz dinámica
    ReDim Cantón_3_Vanos(Cantón_3_n_vanos, 18) As Double

```

```

ReDim Cantón_3_Características(1, 5) As String
ReDim Cantón_3_Coeficientes(1, 2) As Double
ReDim Cantón_3_Conductor(1, 35) As Double
ReDim Cantón_3_Pesos(1, 16) As Double
'Captura de datos del cantón
XX = 2
matriz_1 = 1
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
Else
Cantón_3_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(XX, 0)
Cantón_3_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(XX, 1)
matriz_1 = matriz_1 + 1
End If
XX = XX + 1
'Next
Loop
'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
matriz_1 = 1
For i = 1 To Cantón_3_n_vanos 'Hasta 50 vanos
Cantón_3_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_3_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_3_Vanos(matriz_1, 2))
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'Características del Cantón N°3
Cantón_3_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
Cantón_3_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(0, 3) 'Conductor
Cantón_3_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
Cantón_3_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
Cantón_3_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°3
Cantón_3_Coeficientes(1, 1) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(0,
7) 'Valor de partida tense
Cantón_3_Coeficientes(1, 2) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(0,
11) 'Coeficiente EDS
'Datos del conductor
Cantón_3_Conductor() = TCM_021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_3_Características(1, 1),
Cantón_3_Características(1, 2))
'PESOS
Cantón_3_Pesos() = PESOS(Cantón_3_Conductor(), Cantón_3_Características())
'Cálculo V.I.R.
VIR(3, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_3_Vanos(), Cantón_3_n_vanos)
End If
'CANTÓN N°4 vanos-desniveles
If Cantón_4_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
'FIN DE LA APLICACIÓN. Termina el programa, no hay nada que calcular
Else
'Dimensionamos la matriz dinámica
ReDim Cantón_4_Vanos(Cantón_4_n_vanos, 18) As Double
ReDim Cantón_4_Características(1, 5) As String
ReDim Cantón_4_Coeficientes(1, 2) As Double
ReDim Cantón_4_Conductor(1, 35) As Double
ReDim Cantón_4_Pesos(1, 16) As Double
'Captura de datos del cantón
XX = 2
matriz_1 = 1
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
Else

```

```

        Cantón_4_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(XX, 0)
        Cantón_4_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(XX, 1)
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    End If
    XX = XX + 1
Next
Loop
'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
matriz_1 = 1
For i = 1 To Cantón_4_n_vanos 'Hasta 50 vanos
    Cantón_4_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_4_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_4_Vanos(matriz_1, 2))
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'Características del Cantón N°4
Cantón_4_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
Cantón_4_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(0, 3) 'Conductor
Cantón_4_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
Cantón_4_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
Cantón_4_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°4
Cantón_4_Coeficientes(1, 1) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(0,
7) 'Valor de partida tense
Cantón_4_Coeficientes(1, 2) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(0,
11) 'Coeficiente EDS
'Datos del conductor
Cantón_4_Conductor() = TCM_021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_4_Características(1, 1),
Cantón_4_Características(1, 2))
'PESOS
Cantón_4_Pesos() = PESOS(Cantón_4_Conductor(), Cantón_4_Características())
'Cálculo V.I.R.
VIR(4, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_4_Vanos(), Cantón_4_n_vanos)
End If
'CANTÓN N°5 vanos-desniveles
If Cantón_5_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
    'FIN DE LA APLICACIÓN. Termina el programa, no hay nada que calcular
Else
    'Dimensionamos la matriz dinámica
    ReDim Cantón_5_Vanos(Cantón_5_n_vanos, 18) As Double
    ReDim Cantón_5_Características(1, 5) As String
    ReDim Cantón_5_Coeficientes(1, 2) As Double
    ReDim Cantón_5_Conductor(1, 35) As Double
    ReDim Cantón_5_Pesos(1, 16) As Double
    'Captura de datos del cantón
    XX = 2
    matriz_1 = 1
    i = 1
    Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
        'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
            If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
                Else
                    Cantón_5_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(XX, 0)
                    Cantón_5_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(XX, 1)
                    matriz_1 = matriz_1 + 1
                End If
                XX = XX + 1
            Next
        Loop
        'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
        matriz_1 = 1
        For i = 1 To Cantón_5_n_vanos 'Hasta 50 vanos
            Cantón_5_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_5_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_5_Vanos(matriz_1, 2))
            matriz_1 = matriz_1 + 1
        Next
    End If

```

```

'Características del Cantón N°5
Cantón_5_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(0, 1) 'Tipo conductor =
Cantón_5_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(0, 3) 'Conductor =
Cantón_5_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida =
Cantón_5_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio =
Cantón_5_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas =
'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°5
Cantón_5_Coeficientes(1, 1) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(0,
7) 'Valor de partida tense
Cantón_5_Coeficientes(1, 2) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(0,
11) 'Coeficiente EDS
'Datos del conductor
Cantón_5_Conductor() = TCM__021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_5_Características(1, 1),
Cantón_5_Características(1, 2))
'PESOS
Cantón_5_Pesos() = PESOS(Cantón_5_Conductor(), Cantón_5_Características())
'Cálculo V.I.R.
VIR(5, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_5_Vanos(), Cantón_5_n_vanos)
End If
'CANTÓN N°6 vanos-desniveles
If Cantón_6_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
'FIN DE LA APLICACIÓN. Termina el programa, no hay nada que calcular
Else
'Dimensionamos la matriz dinámica
ReDim Cantón_6_Vanos(Cantón_6_n_vanos, 18) As Double
ReDim Cantón_6_Características(1, 5) As String
ReDim Cantón_6_Coeficientes(1, 2) As Double
ReDim Cantón_6_Conductor(1, 35) As Double
ReDim Cantón_6_Pesos(1, 16) As Double
'Captura de datos del cantón
XX = 2
matriz_1 = 1
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
Else
Cantón_6_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(XX, 0)
Cantón_6_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(XX, 1)
matriz_1 = matriz_1 + 1
End If
XX = XX + 1
'Next
Loop
'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
matriz_1 = 1
For i = 1 To Cantón_6_n_vanos 'Hasta 50 vanos
Cantón_6_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_6_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_6_Vanos(matriz_1, 2))
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'Características del Cantón N°6
Cantón_6_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(0, 1) 'Tipo conductor =
Cantón_6_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(0, 3) 'Conductor =
Cantón_6_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida =
Cantón_6_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio =
Cantón_6_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas =
'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°6
Cantón_6_Coeficientes(1, 1) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(0,
7) 'Valor de partida tense
Cantón_6_Coeficientes(1, 2) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(0,
11) 'Coeficiente EDS

```



```

'Datos del conductor
Cantón_6_Conductor() = TCM_021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_6_Características(1, 1),
Cantón_6_Características(1, 2))
'PESOS
Cantón_6_Pesos() = PESOS(Cantón_6_Conductor(), Cantón_6_Características())
'Cálculo V.I.R.
VIR(6, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_6_Vanos(), Cantón_6_n_vanos)
End If
'CANTÓN N°7 vanos-desniveles
If Cantón_7_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
'FIN DE LA APLICACIÓN. Termina el programa, no hay nada que calcular
Else
'Dimensionamos la matriz dinámica
ReDim Cantón_7_Vanos(Cantón_7_n_vanos, 18) As Double
ReDim Cantón_7_Características(1, 5) As String
ReDim Cantón_7_Coeficientes(1, 2) As Double
ReDim Cantón_7_Conductor(1, 35) As Double
ReDim Cantón_7_Pesos(1, 16) As Double
'Captura de datos del cantón
XX = 2
matriz_1 = 1
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
Else
Cantón_7_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(XX, 0)
Cantón_7_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(XX, 1)
matriz_1 = matriz_1 + 1
End If
XX = XX + 1
'Next
Loop
'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
matriz_1 = 1
For i = 1 To Cantón_7_n_vanos 'Hasta 50 vanos
Cantón_7_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_7_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_7_Vanos(matriz_1, 2))
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'Características del Cantón N°7
Cantón_7_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
Cantón_7_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(0, 3) 'Conductor
Cantón_7_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
Cantón_7_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
Cantón_7_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°7
Cantón_7_Coeficientes(1, 1) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(0,
7) 'Valor de partida tense
Cantón_7_Coeficientes(1, 2) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(0,
11) 'Coeficiente EDS
'Datos del conductor
Cantón_7_Conductor() = TCM_021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_7_Características(1, 1),
Cantón_7_Características(1, 2))
'PESOS
Cantón_7_Pesos() = PESOS(Cantón_7_Conductor(), Cantón_7_Características())
'Cálculo V.I.R.
VIR(7, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_7_Vanos(), Cantón_7_n_vanos)
End If
'CANTÓN N°8 vanos-desniveles
If Cantón_8_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
'FIN DE LA APLICACIÓN. Termina el programa, no hay nada que calcular
Else
'Dimensionamos la matriz dinámica
ReDim Cantón_8_Vanos(Cantón_8_n_vanos, 18) As Double
ReDim Cantón_8_Características(1, 5) As String
ReDim Cantón_8_Coeficientes(1, 2) As Double

```

```

ReDim Cantón_8_Conductor(1, 35) As Double
ReDim Cantón_8_Pesos(1, 16) As Double
'Captura de datos del cantón
XX = 2
matriz_1 = 1
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacios
Else
Cantón_8_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(XX, 0)
Cantón_8_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(XX, 1)
matriz_1 = matriz_1 + 1
End If
XX = XX + 1
'Next
Loop
'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
matriz_1 = 1
For i = 1 To Cantón_8_n_vanos 'Hasta 50 vanos
Cantón_8_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_8_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_8_Vanos(matriz_1, 2))
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'Características del Cantón N°8
Cantón_8_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
Cantón_8_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(0, 3) 'Conductor
Cantón_8_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
Cantón_8_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
Cantón_8_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°8
Cantón_8_Coeficientes(1, 1) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(0,
7) 'Valor de partida tense
Cantón_8_Coeficientes(1, 2) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(0,
11) 'Coeficiente EDS
'Datos del conductor
Cantón_8_Conductor() = TCM_021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_8_Características(1, 1),
Cantón_8_Características(1, 2))
'PESOS
Cantón_8_Pesos() = PESOS(Cantón_8_Conductor(), Cantón_8_Características())
'Cálculo V.I.R.
VIR(8, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_8_Vanos(), Cantón_8_n_vanos)
End If
'CANTÓN N°9 vanos-desniveles
If Cantón_9_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
'FIN DE LA APLICACIÓN. Términa el programa, no hay nada que calcular
Else
'Dimensionamos la matriz dinámica
ReDim Cantón_9_Vanos(Cantón_9_n_vanos, 18) As Double
ReDim Cantón_9_Características(1, 5) As String
ReDim Cantón_9_Coeficientes(1, 2) As Double
ReDim Cantón_9_Conductor(1, 35) As Double
ReDim Cantón_9_Pesos(1, 16) As Double
'Captura de datos del cantón
XX = 2
matriz_1 = 1
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacios
Else
Cantón_9_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(XX, 0)

```

```

                Cantón_9_Vanos(matriz_1,                2)                =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(XX, 1)
                matriz_1 = matriz_1 + 1
                End If
                XX = XX + 1
            'Next
        Loop
        'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
        matriz_1 = 1
        For i = 1 To Cantón_9_n_vanos 'Hasta 50 vanos
            Cantón_9_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_9_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_9_Vanos(matriz_1, 2))
            matriz_1 = matriz_1 + 1
        Next
        'Características del Cantón N°9
        Cantón_9_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
        Cantón_9_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(0, 3) 'Conductor
        Cantón_9_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
        Cantón_9_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
        Cantón_9_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
        'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°9
        Cantón_9_Coeficientes(1, 1) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(0,
7) 'Valor de partida tense
        Cantón_9_Coeficientes(1, 2) = TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(0,
11) 'Coeficiente EDS
        'Datos del conductor
        Cantón_9_Conductor() = TCM_021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_9_Características(1, 1),
Cantón_9_Características(1, 2))
        'PESOS
        Cantón_9_Pesos() = PESOS(Cantón_9_Conductor(), Cantón_9_Características())
        'Cálculo V.I.R.
        VIR(9, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_9_Vanos(), Cantón_9_n_vanos)
    End If
    'CANTÓN N°10 vanos-desniveles
    If Cantón_10_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
        'FIN DE LA APLICACIÓN. Términa el programa, no hay nada que calcular
    Else
        'Dimensionamos la matriz dinámica
        ReDim Cantón_10_Vanos(Cantón_10_n_vanos, 18) As Double
        ReDim Cantón_10_Características(1, 5) As String
        ReDim Cantón_10_Coeficientes(1, 2) As Double
        ReDim Cantón_10_Conductor(1, 35) As Double
        ReDim Cantón_10_Pesos(1, 16) As Double
        'Captura de datos del cantón
        XX = 2
        matriz_1 = 1
        i = 1
        Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
            'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
                If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
                    Else
                        Cantón_10_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(XX, 0)
                        Cantón_10_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(XX, 1)
                        matriz_1 = matriz_1 + 1
                    End If
                    XX = XX + 1
                'Next
            Loop
            'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
            matriz_1 = 1
            For i = 1 To Cantón_10_n_vanos 'Hasta 50 vanos
                Cantón_10_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_10_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_10_Vanos(matriz_1, 2))
                matriz_1 = matriz_1 + 1
            Next
            'Características del Cantón N°10

```

```

    Cantón_10_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
    Cantón_10_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(0, 3) 'Conductor
    Cantón_10_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
    Cantón_10_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
    Cantón_10_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
    'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°10
    Cantón_10_Coeficientes(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(0, 7) 'Valor de partida tense
    Cantón_10_Coeficientes(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(0, 11) 'Coeficiente EDS
    'Datos del conductor
    Cantón_10_Conductor() = TCM_021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_10_Características(1, 1),
Cantón_10_Características(1, 2))
    'PESOS
    Cantón_10_Pesos() = PESOS(Cantón_10_Conductor(), Cantón_10_Características())
    'Cálculo V.I.R.
    VIR(10, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_10_Vanos(), Cantón_10_n_vanos)
End If
'CANTÓN N°11 vanos-desniveles
If Cantón_11_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
'FIN DE LA APLICACIÓN. Términa el programa, no hay nada que calcular
Else
'Dimensionamos la matriz dinámica
ReDim Cantón_11_Vanos(Cantón_11_n_vanos, 18) As Double
ReDim Cantón_11_Características(1, 5) As String
ReDim Cantón_11_Coeficientes(1, 2) As Double
ReDim Cantón_11_Conductor(1, 35) As Double
ReDim Cantón_11_Pesos(1, 16) As Double

'Captura de datos del cantón
XX = 2
matriz_1 = 1
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
Else
    Cantón_11_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(XX, 0)
    Cantón_11_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(XX, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
End If
XX = XX + 1
'Next
Loop
'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
matriz_1 = 1
For i = 1 To Cantón_11_n_vanos 'Hasta 50 vanos
    Cantón_11_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_11_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_11_Vanos(matriz_1, 2))
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'Características del Cantón N°11
Cantón_11_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
    Cantón_11_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(0, 3) 'Conductor
    Cantón_11_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
    Cantón_11_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
    Cantón_11_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
    'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°11
    Cantón_11_Coeficientes(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(0, 7) 'Valor de partida tense
    Cantón_11_Coeficientes(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(0, 11) 'Coeficiente EDS

```

```

'Datos del conductor
Cantón_11_Conductor() = TCM__021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_11_Características(1, 1),
Cantón_11_Características(1, 2))
'PESOS
Cantón_11_Pesos() = PESOS(Cantón_11_Conductor(), Cantón_11_Características())
'Cálculo V.I.R.
VIR(11, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_11_Vanos(), Cantón_11_n_vanos)
End If
'CANTÓN N°12 vanos-desniveles
If Cantón_12_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
'FIN DE LA APLICACIÓN. Términa el programa, no hay nada que calcular
Else
'Dimensionamos la matriz dinámica
ReDim Cantón_12_Vanos(Cantón_12_n_vanos, 18) As Double
ReDim Cantón_12_Características(1, 5) As String
ReDim Cantón_12_Coeficientes(1, 2) As Double
ReDim Cantón_12_Conductor(1, 35) As Double
ReDim Cantón_12_Pesos(1, 16) As Double
'Captura de datos del cantón
XX = 2
matriz_1 = 1
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
Else
Cantón_12_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(XX, 0)
Cantón_12_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(XX, 1)
matriz_1 = matriz_1 + 1
End If
XX = XX + 1
'Next
Loop
'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
matriz_1 = 1
For i = 1 To Cantón_12_n_vanos 'Hasta 50 vanos
Cantón_12_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_12_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_12_Vanos(matriz_1, 2))
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'Características del Cantón N°12
Cantón_12_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
Cantón_12_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(0, 3) 'Conductor
Cantón_12_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
Cantón_12_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
Cantón_12_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°12
Cantón_12_Coeficientes(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(0, 7) 'Valor de partida tense
Cantón_12_Coeficientes(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(0, 11) 'Coeficiente EDS
'Datos del conductor
Cantón_12_Conductor() = TCM__021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_12_Características(1, 1),
Cantón_12_Características(1, 2))
'PESOS
Cantón_12_Pesos() = PESOS(Cantón_12_Conductor(), Cantón_12_Características())
'Cálculo V.I.R.
VIR(12, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_12_Vanos(), Cantón_12_n_vanos)
End If
'CANTÓN N°13 vanos-desniveles
If Cantón_13_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
'FIN DE LA APLICACIÓN. Términa el programa, no hay nada que calcular
Else
'Dimensionamos la matriz dinámica
ReDim Cantón_13_Vanos(Cantón_13_n_vanos, 18) As Double
ReDim Cantón_13_Características(1, 5) As String
ReDim Cantón_13_Coeficientes(1, 2) As Double

```

```

ReDim Cantón_13_Conductor(1, 35) As Double
ReDim Cantón_13_Pesos(1, 16) As Double
'Captura de datos del cantón
XX = 2
matriz_1 = 1
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
Else
Cantón_13_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(XX, 0)
Cantón_13_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(XX, 1)
matriz_1 = matriz_1 + 1
End If
XX = XX + 1
'Next
Loop
'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
matriz_1 = 1
For i = 1 To Cantón_13_n_vanos 'Hasta 50 vanos
Cantón_13_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_13_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_13_Vanos(matriz_1, 2))
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'Características del Cantón N°13
Cantón_13_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
Cantón_13_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(0, 3) 'Conductor
Cantón_13_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
Cantón_13_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
Cantón_13_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°13
Cantón_13_Coeficientes(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(0, 7) 'Valor de partida tense
Cantón_13_Coeficientes(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(0, 11) 'Coeficiente EDS
'Datos del conductor
Cantón_13_Conductor() = TCM_021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_13_Características(1, 1),
Cantón_13_Características(1, 2))
'PESOS
Cantón_13_Pesos() = PESOS(Cantón_13_Conductor(), Cantón_13_Características())
'Cálculo V.I.R.
VIR(13, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_13_Vanos(), Cantón_13_n_vanos)
End If
'CANTÓN N°14 vanos-desniveles
If Cantón_14_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
'FIN DE LA APLICACIÓN. Términa el programa, no hay nada que calcular
Else
'Dimensionamos la matriz dinámica
ReDim Cantón_14_Vanos(Cantón_14_n_vanos, 18) As Double
ReDim Cantón_14_Características(1, 5) As String
ReDim Cantón_14_Coeficientes(1, 2) As Double
ReDim Cantón_14_Conductor(1, 35) As Double
ReDim Cantón_14_Pesos(1, 16) As Double
'Captura de datos del cantón
XX = 2
matriz_1 = 1
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
Else
Cantón_14_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(XX, 0)

```

```

                Cantón_14_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(XX, 1)
                matriz_1 = matriz_1 + 1
            End If
            XX = XX + 1
        Next
    Loop
    'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To Cantón_14_n_vanos 'Hasta 50 vanos
        Cantón_14_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_14_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_14_Vanos(matriz_1, 2))
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
    'Características del Cantón N°14
    Cantón_14_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
    Cantón_14_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(0, 3) 'Conductor
    Cantón_14_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
    Cantón_14_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
    Cantón_14_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
    'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°14
    Cantón_14_Coeficientes(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(0, 7) 'Valor de partida tense
    Cantón_14_Coeficientes(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(0, 11) 'Coeficiente EDS
    'Datos del conductor
    Cantón_14_Conductor() = TCM_021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_14_Características(1, 1),
Cantón_14_Características(1, 2))
    'PESOS
    Cantón_14_Pesos() = PESOS(Cantón_14_Conductor(), Cantón_14_Características())
    'Cálculo V.I.R.
    VIR(14, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_14_Vanos(), Cantón_14_n_vanos)
    End If
    'CANTÓN N°15 vanos-desniveles
    If Cantón_15_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
        'FIN DE LA APLICACIÓN. Términa el programa, no hay nada que calcular
    Else
        'Dimensionamos la matriz dinámica
        ReDim Cantón_15_Vanos(Cantón_15_n_vanos, 18) As Double
        ReDim Cantón_15_Características(1, 5) As String
        ReDim Cantón_15_Coeficientes(1, 2) As Double
        ReDim Cantón_15_Conductor(1, 35) As Double
        ReDim Cantón_15_Pesos(1, 16) As Double
        'Captura de datos del cantón
        XX = 2
        matriz_1 = 1
        i = 1
        Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
            'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
                If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
                    Else
                        Cantón_15_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(XX, 0)
                        Cantón_15_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(XX, 1)
                        matriz_1 = matriz_1 + 1
                    End If
                    XX = XX + 1
                Next
            Loop
            'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
            matriz_1 = 1
            For i = 1 To Cantón_15_n_vanos 'Hasta 50 vanos
                Cantón_15_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_15_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_15_Vanos(matriz_1, 2))
                matriz_1 = matriz_1 + 1
            Next
            'Características del Cantón N°15

```

```

    Cantón_15_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
    Cantón_15_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(0, 3) 'Conductor
    Cantón_15_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
    Cantón_15_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
    Cantón_15_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
    'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°15
    Cantón_15_Coeficientes(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(0, 7) 'Valor de partida tense
    Cantón_15_Coeficientes(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(0, 11) 'Coeficiente EDS
    'Datos del conductor
    Cantón_15_Conductor() = TCM_021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_15_Características(1, 1),
Cantón_15_Características(1, 2))
    'PESOS
    Cantón_15_Pesos() = PESOS(Cantón_15_Conductor(), Cantón_15_Características())
    'Cálculo V.I.R.
    VIR(15, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_15_Vanos(), Cantón_15_n_vanos)
End If
'CANTÓN N°16 vanos-desniveles
If Cantón_16_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
'FIN DE LA APLICACIÓN. Términa el programa, no hay nada que calcular
Else
'Dimensionamos la matriz dinámica
ReDim Cantón_16_Vanos(Cantón_16_n_vanos, 18) As Double
ReDim Cantón_16_Características(1, 5) As String
ReDim Cantón_16_Coeficientes(1, 2) As Double
ReDim Cantón_16_Conductor(1, 35) As Double
ReDim Cantón_16_Pesos(1, 16) As Double
'Captura de datos del cantón
XX = 2
matriz_1 = 1
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
Else
Cantón_16_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(XX, 0)
Cantón_16_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(XX, 1)
matriz_1 = matriz_1 + 1
End If
XX = XX + 1
Next
Loop
' B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
matriz_1 = 1
For i = 1 To Cantón_16_n_vanos 'Hasta 50 vanos
Cantón_16_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_16_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_16_Vanos(matriz_1, 2))
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'Características del Cantón N°16
Cantón_16_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
Cantón_16_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(0, 3) 'Conductor
Cantón_16_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
Cantón_16_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
Cantón_16_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°16
Cantón_16_Coeficientes(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(0, 7) 'Valor de partida tense
Cantón_16_Coeficientes(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(0, 11) 'Coeficiente EDS
'Datos del conductor

```



```

    Cantón_16_Conductor() = TCM__021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_16_Características(1, 1),
Cantón_16_Características(1, 2))
    'PESOS
    Cantón_16_Pesos() = PESOS(Cantón_16_Conductor(), Cantón_16_Características())
    'Cálculo V.I.R.
    VIR(16, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_16_Vanos(), Cantón_16_n_vanos)
End If
'CANTÓN N°17 vanos-desniveles
If Cantón_17_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
'FIN DE LA APLICACIÓN. Términa el programa, no hay nada que calcular
Else
'Dimensionamos la matriz dinámica
ReDim Cantón_17_Vanos(Cantón_17_n_vanos, 18) As Double
ReDim Cantón_17_Características(1, 5) As String
ReDim Cantón_17_Coeficientes(1, 2) As Double
ReDim Cantón_17_Conductor(1, 35) As Double
ReDim Cantón_17_Pesos(1, 16) As Double
'Captura de datos del cantón
XX = 2
matriz_1 = 1
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
Else
Cantón_17_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(XX, 0)
Cantón_17_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(XX, 1)
matriz_1 = matriz_1 + 1
End If
XX = XX + 1
'Next
Loop
'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
matriz_1 = 1
For i = 1 To Cantón_17_n_vanos 'Hasta 50 vanos
Cantón_17_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_17_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_17_Vanos(matriz_1, 2))
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'Características del Cantón N°17
Cantón_17_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
Cantón_17_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(0, 3) 'Conductor
Cantón_17_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
Cantón_17_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
Cantón_17_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°17
Cantón_17_Coeficientes(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(0, 7) 'Valor de partida tense
Cantón_17_Coeficientes(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(0, 11) 'Coeficiente EDS
'Datos del conductor
Cantón_17_Conductor() = TCM__021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_17_Características(1, 1),
Cantón_17_Características(1, 2))
'PESOS
Cantón_17_Pesos() = PESOS(Cantón_17_Conductor(), Cantón_17_Características())
'Cálculo V.I.R.
VIR(17, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_17_Vanos(), Cantón_17_n_vanos)
End If
'CANTÓN N°18 vanos-desniveles
If Cantón_18_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
'FIN DE LA APLICACIÓN. Términa el programa, no hay nada que calcular
Else
'Dimensionamos la matriz dinámica
ReDim Cantón_18_Vanos(Cantón_18_n_vanos, 18) As Double
ReDim Cantón_18_Características(1, 5) As String
ReDim Cantón_18_Coeficientes(1, 2) As Double
ReDim Cantón_18_Conductor(1, 35) As Double

```

```

ReDim Cantón_18_Pesos(1, 16) As Double
'Captura de datos del cantón
XX = 2
matriz_1 = 1
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
  'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
    If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
      Else
        Cantón_18_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(XX, 0)
        Cantón_18_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(XX, 1)
        matriz_1 = matriz_1 + 1
      End If
      XX = XX + 1
    'Next
  Loop
  'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
  matriz_1 = 1
  For i = 1 To Cantón_18_n_vanos 'Hasta 50 vanos
    Cantón_18_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_18_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_18_Vanos(matriz_1, 2))
    matriz_1 = matriz_1 + 1
  Next
  'Características del Cantón N°18
  Cantón_18_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
  Cantón_18_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(0, 3) 'Conductor
  Cantón_18_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
  Cantón_18_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
  Cantón_18_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
  'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°18
  Cantón_18_Coeficientes(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(0, 7) 'Valor de partida tense
  Cantón_18_Coeficientes(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(0, 11) 'Coeficiente EDS
  'Datos del conductor
  Cantón_18_Conductor() = TCM__021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_18_Características(1, 1),
Cantón_18_Características(1, 2))
  'PESOS
  Cantón_18_Pesos() = PESOS(Cantón_18_Conductor(), Cantón_18_Características())
  'Cálculo V.I.R.
  VIR(18, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_18_Vanos(), Cantón_18_n_vanos)
End If
'CANTÓN N°19 vanos-desniveles
If Cantón_19_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
'FIN DE LA APLICACIÓN. Términa el programa, no hay nada que calcular
Else
'Dimensionamos la matriz dinámica
ReDim Cantón_19_Vanos(Cantón_19_n_vanos, 18) As Double
ReDim Cantón_19_Características(1, 5) As String
ReDim Cantón_19_Coeficientes(1, 2) As Double
ReDim Cantón_19_Conductor(1, 35) As Double
ReDim Cantón_19_Pesos(1, 16) As Double
'Captura de datos del cantón
XX = 2
matriz_1 = 1
i = 1
Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
  'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
    If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
      Else
        Cantón_19_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(XX, 0)
        Cantón_19_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(XX, 1)

```

```

        matriz_1 = matriz_1 + 1
    End If
    XX = XX + 1
Next
Loop
'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
matriz_1 = 1
For i = 1 To Cantón_19_n_vanos 'Hasta 50 vanos
    Cantón_19_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_19_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_19_Vanos(matriz_1, 2))
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'Características del Cantón N°19
Cantón_19_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(0, 1) 'Tipo conductor
Cantón_19_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(0, 3) 'Conductor
Cantón_19_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
Cantón_19_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
Cantón_19_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°19
Cantón_19_Coeficientes(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(0, 7) 'Valor de partida tense
Cantón_19_Coeficientes(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(0, 11) 'Coeficiente EDS
'Datos del conductor
Cantón_19_Conductor() = TCM__021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_19_Características(1, 1),
Cantón_19_Características(1, 2))
'PESOS
Cantón_19_Pesos() = PESOS(Cantón_19_Conductor(), Cantón_19_Características())
'Cálculo V.I.R.
VIR(19, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_19_Vanos(), Cantón_19_n_vanos)
End If
'CANTÓN N°20 vanos-desniveles
If Cantón_20_n_vanos = 0 Then 'IF Por si no hay vanos que calcular
    'FIN DE LA APLICACIÓN. Termina el programa, no hay nada que calcular
Else
    'Dimensionamos la matriz dinámica
    ReDim Cantón_20_Vanos(Cantón_20_n_vanos, 18) As Double
    ReDim Cantón_20_Características(1, 5) As String
    ReDim Cantón_20_Coeficientes(1, 2) As Double
    ReDim Cantón_20_Conductor(1, 35) As Double
    ReDim Cantón_20_Pesos(1, 16) As Double
    'Captura de datos del cantón
    XX = 2
    matriz_1 = 1
    i = 1
    Do Until (i = 51) Or (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(XX, 0) =
"CANTÓN")
        'For i = 1 To 50 'hasta 50 vanos
            If IsEmpty(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(XX, 0)) Or
(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(XX, 0) = 0) Then 'IF para capturar
los datos de los vanos que no sean igual a cero o estén vacíos
                Else
                    Cantón_20_Vanos(matriz_1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(XX, 0)
                    Cantón_20_Vanos(matriz_1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(XX, 1)
                    matriz_1 = matriz_1 + 1
                End If
                XX = XX + 1
            Next
        Loop
        'B Cálculo del valor real del vano. Se almacena en la matriz vanos
        matriz_1 = 1
        For i = 1 To Cantón_20_n_vanos 'Hasta 50 vanos
            Cantón_20_Vanos(matriz_1, 3) = Bbb(Cantón_20_Vanos(matriz_1, 1),
Cantón_20_Vanos(matriz_1, 2))
            matriz_1 = matriz_1 + 1
        Next
        'Características del Cantón N°20
        Cantón_20_Características(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(0, 1) 'Tipo conductor

```

```

    Cantón_20_Características(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(0, 3) 'Conductor
    Cantón_20_Características(1, 3) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(0, 5) 'Tipo de Partida
    Cantón_20_Características(1, 4) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(0, 9) 'Tipo de Fenómeno vibratorio
    Cantón_20_Características(1, 5) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(0, 12) 'Equilibrio Poleas
    'Coeficientes Tensión de partida y EDS Cantón N°20
    Cantón_20_Coeficientes(1, 1) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(0, 7) 'Valor de partida tense
    Cantón_20_Coeficientes(1, 2) =
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(0, 11) 'Coeficiente EDS
    'Datos del conductor
    Cantón_20_Conductor() = TCM_021_CONDUCTOR_CABLES(Cantón_20_Características(1, 1),
Cantón_20_Características(1, 2))
    'PESOS
    Cantón_20_Pesos() = PESOS(Cantón_20_Conductor(), Cantón_20_Características())
    'Cálculo V.I.R.
    VIR(20, 1) = CALCULAR_VIR(Cantón_20_Vanos(), Cantón_20_n_vanos)
End If
Exit Sub
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo: MsgBox ("Error en la macro DATOS")
Resume Next
End Sub

'FUNCIÓN PARA CALCULAR EL VALOR B. Valor real del vano
Public Function Bbb(a As Double, d As Double) As Double
    Dim b As Double
    b = (a ^ 2 + d ^ 2) ^ (1 / 2)
    Bbb = b
End Function

'FUNCIÓN PARA CALCULAR EL VIR CON EL MÉTODO DE TRUXA

Public Function CALCULAR_VIR(conductor() As Double, n_vanos As Integer)
Dim virr As Double
Dim landa As Double
Dim Suma_a_cubo As Double
Dim Suma_b_cuadrado_a As Double
Dim Suma_b_cubo_a_cuadrado As Double
'Dim Suma_b_cuadrado_a As Double
Dim i As Integer
Dim matriz_1 As Integer
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Suma_a_cubo = Suma_a_cubo + (conductor(matriz_1, 1) ^ 3)
    matriz_1 = 1 + matriz_1
Next
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Suma_b_cuadrado_a = Suma_b_cuadrado_a + ((conductor(matriz_1, 3) ^ 2) /
(conductor(matriz_1, 1)))
    matriz_1 = 1 + matriz_1
Next
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Suma_b_cubo_a_cuadrado = Suma_b_cubo_a_cuadrado + ((conductor(matriz_1, 3) ^ 3) /
(conductor(matriz_1, 1) ^ 2))
    matriz_1 = 1 + matriz_1
Next
landa = Suma_b_cubo_a_cuadrado / Suma_b_cuadrado_a
virr = landa * (Suma_a_cubo / Suma_b_cuadrado_a) ^ (1 / 2)
CALCULAR_VIR = virr
End Function

Option Base 1
Option Explicit

Dim Archivo_Conductor As Workbook
Dim Archivo_ruta As String
Dim Datos_Conductor() As String 'Matriz
Dim Valores_Conductor() As Double 'Matriz

Public Function TCM_021_CONDUCTOR_CABLES(Tipo_Conductor As String, conductor As String) As Double()

```

```

'VARIABLES NIVEL LOCAL=PRIVADA
Dim li As ThisWorkbook
'1-ACTIVACIÓN VARIABLES WORKBOOKS
Set li = ThisWorkbook
'2-GUARDAMOS EL DIRECTORIO
Archivo_ruta = Application.ActiveWorkbook.Path
'3-Dimensionamos las matrices
ReDim Datos_Conductor(1, 2) As String
ReDim Valores_Conductor(1, 35) As Double
'4-CAPTURA DE DATOS DE LA PANTALLA
Datos_Conductor(1, 1) = Tipo_Conductor 'Tipo de conductor
Datos_Conductor(1, 2) = conductor 'Conductor
'5-BUSCAR VALORES DEL CONDUCTOR-CABLE
If Datos_Conductor(1, 1) = "AL1-ST1A" Then
    Call Función_Conductor_AL1ST1A
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "LARL" Then Call Función_Conductor_LARL
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_1" Then Call Función_Conductor_AL_1
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL_3" Then Call Función_Conductor_AL_3
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AL3-ST1A" Then Call Función_Conductor_AL3-ST1A
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "ACERO" Then Call Función_Conductor_ACERO
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "COBRE" Then Call Función_Conductor_COBRE
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "AISLADOS_HAZ" Then Call Función_Conductor_HAZ
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "RECUBIERTOS" Then Call Función_Conductor_RECUBIERTOS
    ElseIf Datos_Conductor(1, 1) = "FIBRA_ÓPTICA" Then Call Función_Conductor_FIBRA
End If
TCM_021_CONDUCTOR_CABLES = Valores_Conductor
End Function
'CONDUCTORES AL1/ST1A
Public Sub Función_Conductor_AL1ST1A()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim m As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "\\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL1-ST1A-00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "27-AL1/4-ST1A LA 30" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "47-AL1/8-ST1A LA 56" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "67-AL1/11-ST1A LA 78" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "100-AL1/17-ST1A" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "94-AL1/22-ST1A LA 110" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "119-AL1/28-ST1A LA 145" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "107-AL1/18-ST1A LA 125 PENGUIN" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "152-AL1/25-ST1A LA 175 OSTRICH" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "147-AL1/34-ST1A LA 180" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "242-AL1/39-ST1A LA 280 HAWK" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "337-AL1/44-ST1A LA 380 GULL" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "402-AL1/52-ST1A LA 455 CONDOR" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "483-AL1/33-ST1A LA 510 RAIL" Then fila = 19
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "485-AL1/63-ST1A LA 545 CARDINAL" Then fila = 20
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "806-AL1/56-ST1A LA 860 LAPWING" Then fila = 21
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "565-AL1/72-ST1A LA 635 FINCH" Then fila = 22
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LA-9506" Then fila = 23
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 24
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For m = 3 To 45
    If (m <> 6 And m <> 19 And m <> 20 And m <> 34 And m <> 35 And m <> 39 And m <> 40
And m <> 43) Then
        Valores_Conductor(1,
                                N)
        Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, m)
        N = N + 1
    End If
Next m
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES LARL
Public Sub Función_Conductor_LARL()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim m As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores

```

```

Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_LARL_00.xlsm")
'FILa según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 30" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 56" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 78" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 125 PENGUIN" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 145" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 175 OSTRICH" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 180" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL HAWK" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL GULL" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL CONDOR" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 510 RAIL" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL CARDINAL" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 600 (BLUEJAY)" Then fila = 19
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL FINCH" Then fila = 20
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "LARL 820 (PLOVER)" Then fila = 21
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 22
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For m = 3 To 45
    If (m <> 6 And m <> 19 And m <> 20 And m <> 34 And m <> 35 And m <> 39 And m <> 40
And m <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, m)
        N = N + 1
    End If
Next m
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL1
Public Sub Función_Conductor_AL_1()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim m As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL1_00.xlsm")
'FILa según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "28-AL1 (L 28)" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "43-AL1 (L 40)" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "55-AL1 (L 56)" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "76-AL1 (L 80)" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "117-AL1 (L 110)" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "148-AL1 (L 145)" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "188-AL1 (L 180)" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "279-AL1 (L 280)" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "381-AL1 (L 400)" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "454-AL1 (L 450)" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "547-AL1 (L 550)" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "638-AL1 (L 630)" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 19
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For m = 3 To 45
    If (m <> 6 And m <> 19 And m <> 20 And m <> 34 And m <> 35 And m <> 39 And m <> 40
And m <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, m)
        N = N + 1
    End If
Next m
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL3
Public Sub Función_Conductor_AL_3()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer

```

```

Dim m As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL3_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "28-AL3 (D 28)" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "43-AL3 (D 40)" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "55-AL3 (D 56)" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "76-AL3 (D 80)" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "117-AL3 (D 110)" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "148-AL3 (D 145)" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "188-AL3 (D 180)" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "279-AL3 (D 280)" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "381-AL3 (D 400)" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "454-AL3 (D 450)" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "547-AL3 (D 550)" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "638-AL3 (D 630)" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 19
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For m = 3 To 45
    If (m <> 6 And m <> 19 And m <> 20 And m <> 34 And m <> 35 And m <> 39 And m <> 40
And m <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, m)
        N = N + 1
    End If
Next m
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AL3/ST1A
Public Sub Función_Conductor_AL3_ST1A()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim m As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Al_AL3-ST1A_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "27-AL3/4-ST1A (DA 30)" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "47-AL3/8-ST1A (DA 56)" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "67-AL3/11-ST1A (DA 78)" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "94-AL3/22-ST1A (DA 110)" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "119-AL3/28-ST1A (DA 145)" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "147-AL3/34-ST1A (DA 180)" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "226-AL3/53-ST1A (DA 280)" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 14
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For m = 3 To 45
    If (m <> 6 And m <> 19 And m <> 20 And m <> 34 And m <> 35 And m <> 39 And m <> 40
And m <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, m)
        N = N + 1
    End If
Next m
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES ACERO
Public Sub Función_Conductor_ACERO()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim m As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_ACERO_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "6,3-S1A-7" Then

```

```

    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "10-S1A-7" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 8,9 (1+6) 2,97 A" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 9,8 (3+9) 2,37 A" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 11,8 (1+6+12) 2,37 A" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "Ac 6 (1+6) 2,0 A" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "16-SA1A-7" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "25-SA1A-7" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.9" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.8" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW-7.7" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "ARLE 53" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "ARLE 83" Then fila = 19
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "T 50 (1+6)" Then fila = 20
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "T 70 (1+6)" Then fila = 21
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AW 60 (1+6)" Then fila = 22
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "50-ST1A (AC-50)" Then fila = 23
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 24
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For m = 3 To 45
    If (m <> 6 And m <> 19 And m <> 20 And m <> 34 And m <> 35 And m <> 39 And m <> 40
And m <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, m)
        N = N + 1
    End If
Next m
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES COBRE
Public Sub Función_Conductor_COBRE()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer
Dim m As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\ConductoresDesnudos_Cu_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "C 10" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 16" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 25" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 35" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 50" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 70" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 95" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 120" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 150" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 185" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 235" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 300" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 400" Then fila = 19
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "C 500" Then fila = 20
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 21
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
N = 1
For m = 3 To 45
    If (m <> 6 And m <> 19 And m <> 20 And m <> 34 And m <> 35 And m <> 39 And m <> 40
And m <> 43) Then
        Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, m)
        N = N + 1
    End If
Next m
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES AISLADOS_HAZ
Public Sub Función_Conductor_HAZ()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
Dim N As Integer

```



```

Dim m As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "\\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\CablesAislados_HAZ_00.xlsm")
'FILA según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X50 K Al + H16/50 Ac" Then
    fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X95 K Al + H16/50 Ac" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 12/20 kV 3X150 K Al + H16/50 Ac" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 18/30 kV 3X95 K Al + H25/50 Ac" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "RHVS 18/30 kV 3X150 K Al + H25/50 Ac" Then fila =
11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 12
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
Valores_Conductor(1, 1) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 3)
'CARGA DE ROTURA
Valores_Conductor(1, 2) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 4)
'DIÁMETRO
Valores_Conductor(1, 3) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 5)
'SECCIÓN
Valores_Conductor(1, 4) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 7)
'PESO
Valores_Conductor(1, 5) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 8)
'ALFA
Valores_Conductor(1, 6) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 9)
'E
Valores_Conductor(1, 7) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 10)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 8) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 11)
'ALTURA H>1500 M
Valores_Conductor(1, 9) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 12)
'VIENTO 120
Valores_Conductor(1, 10) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
'VIENTO MITAD ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 11) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 12) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 14)
'HIELO B
Valores_Conductor(1, 13) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 15)
'HIELO C
Valores_Conductor(1, 14) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 16)
'HIELO C H>1500 m
Valores_Conductor(1, 15) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'VIENTO 140 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 16) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'HIELO B + VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 17) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'e HB ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 18) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'HIELO C + VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 19) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 24)
'e HC+VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 20) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 25)
'HC H>1500 + VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 21) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'e HC H>1500 + VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 22) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 17)
'C VIENTO 120
Valores_Conductor(1, 23) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 28)
'C VIENTO MITAD ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 24) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'C VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 25) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 19)
'C HB
Valores_Conductor(1, 26) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 20)
'C HC
Valores_Conductor(1, 27) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'C HC >1500 m
Valores_Conductor(1, 28) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 33)
'C VIENTO 140 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 29) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 36)
'C HB + V 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 30) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 37)
'C HC + V 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 31) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 38)
'C HC >1500 m + V 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA

```

```

'Valores_Conductor(1, 32) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 41)
'K T Y H U>30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 33) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 42)
'K T Y H U<30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 34) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 44)
'K V U>30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 35) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 45)
'K V U<30 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'CERRAMOS el archivo de datos conductores
Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES RECUERTOS
Public Sub Función_Conductor_RECUBIERTOS()
'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim fila As Integer
'ABRIMOS el archivo de datos conductores
Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\CablesAislados_RECUBIERTOS_00.xlsm")
'FILAS según el conductor que sea
If Datos_Conductor(1, 2) = "PAS-50 (CCX 50-AL3 K 20 kV)" Then
fila = 7
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "PAS-120 (CCX 120-AL3 K 20 kV)" Then fila = 8
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "CCX-AL3-56" Then fila = 9
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "CCX-AL3-110" Then fila = 10
ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 11
End If
'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
Valores_Conductor(1, 1) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 3)
'CARGA DE ROTURA
Valores_Conductor(1, 2) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 4)
'DIÁMETRO
Valores_Conductor(1, 3) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 5)
'SECCIÓN
Valores_Conductor(1, 4) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 7)
'PESO
Valores_Conductor(1, 5) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 8)
'ALFA
Valores_Conductor(1, 6) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 9)
'E
Valores_Conductor(1, 7) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 10)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 8) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 11)
'ALTURA H>1500 M
Valores_Conductor(1, 9) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 12)
'VIENTO 120
Valores_Conductor(1, 10) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 13)
'VIENTO MITAD
Valores_Conductor(1, 11) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 14)
'VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 12) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 15)
'HIELO B
Valores_Conductor(1, 13) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 16)
'HIELO C
Valores_Conductor(1, 14) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 17)
'HIELO C H>1500 m
'Valores_Conductor(1, 15) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'VIENTO 140 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 16) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'HIELO B + VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 17) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'e HB ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 18) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'HIELO C + VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 19) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 24)
'e HC+VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 20) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 25)
'HC H>1500 + VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
'Valores_Conductor(1, 21) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'e HC H>1500 + VIENTO 60 ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 22) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 18)
'C VIENTO 120
Valores_Conductor(1, 23) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 19)
'C VIENTO MITAD ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
Valores_Conductor(1, 24) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 20)
'C VIENTO EXCEPCIONAL
Valores_Conductor(1, 25) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 21)
'C HB

```

```

    Valores_Conductor(1, 26) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 22)
'C HC
    Valores_Conductor(1, 27) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 23)
'C HC >1500 m
    'Valores_Conductor(1, 28) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 33)
'C VIENTO 140     ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 29) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 36)
'C HB + V 60     ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 30) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 37)
'C HC + V 60     ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 31) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 38)
'C HC >1500 m + V 60     ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 32) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 41)
'K T Y H U>30    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 33) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 26)
'K T Y H U<30    ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'Valores_Conductor(1, 34) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 44)
'K V U>30       ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    Valores_Conductor(1, 35) = Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, 28)
'K V U<30       ESTE VALOR NO ESTÁ INCLUIDO EN LA TABLA
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub
'CONDUCTORES FIBRA ÓPTICA
Public Sub Función_Conductor_FIBRA()
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
    Dim fila As Integer
    Dim m As Integer
    Dim N As Integer
    'ABRIMOS el archivo de datos conductores
    Set Archivo_Conductor = Workbooks.Open(Archivo_ruta & "..\..\..\..\DATOS\Conductores y
Cables\Cables_FibraÓptica_00.xlsm")
    'FILA según el conductor que sea
    If Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24 (57/24) 12" Then
        fila = 7
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24 (66/32) 15" Then fila = 8
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 48-96 (82/32) 17" Then fila = 9
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 24-48-96 (106/62) 26" Then fila = 10
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (53/32) 15" Then fila = 11
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (74/34) 17" Then fila = 12
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 4a16 (106/63) 25" Then fila = 13
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-12-24/0" Then fila = 14
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-24/0" Then fila = 15
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-48/0 OPGW-16-36/12" Then fila = 16
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-80/0 OPGW-16-64/16" Then fila = 17
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW-16-90/0 OPGW-16-72/18" Then fila = 18
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-24" Then fila = 19
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-48/0 FOADK-36/12" Then fila = 20
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-80/0 FOADK-64/16" Then fila = 21
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "FOADK-90/0 FOADK-72/18" Then fila = 22
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..24" Then fila = 23
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..48" Then fila = 24
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OPGW 2..64" Then fila = 25
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..24 F" Then fila = 26
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..48 F" Then fila = 27
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "AUT 4..64 F" Then fila = 28
    ElseIf Datos_Conductor(1, 2) = "OTRO CONDUCTOR" Then fila = 29
    End If
    'TOMAMOS LOS VALORES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE
    N = 1
    For m = 3 To 45
        If (m <> 6 And m <> 19 And m <> 20 And m <> 34 And m <> 35 And m <> 39 And m <> 40
And m <> 43) Then
            Valores_Conductor(1, N) =
Archivo_Conductor.Worksheets("CONDUCTORES").Cells(fila, m)
            N = N + 1
        End If
    Next m
    'CERRAMOS el archivo de datos conductores
    Archivo_Conductor.Close
End Sub

Option Base 1
Option Explicit
'DECLARACIÓN DE VARIABLES GLOBALES
Public Temperatura_H1 As Double
Public Temperatura_H2 As Double

```

```

Public Temperatura_Fmax_V As Double
Public Temperatura_Fmax_T As Double
Public Temperatura_Fmax_H As Double
Public Temperatura_Fmin As Double
Public Temperatura_Vmitad As Double
Public Temperatura_1 As Double
Public Temperatura_2 As Double
Public Temperatura_3 As Double
Public Temperatura_4 As Double
Public Temperatura_5 As Double
Public Temperatura_6 As Double
Public Temperatura_7 As Double
Public Temperatura_8 As Double
Public Temperatura_9 As Double
Public Temperatura_10 As Double
Public Temperatura_11 As Double

```

Public Sub TCM_03 TEMPERATURAS()

```

'Fijos
'Temperatura_Fmax_V = -5
Temperatura_Fmax_V = 15
Temperatura_Fmax_H = 0
'Condicionados por zona
If Zona = "A" Then
    Temperatura_H1 = (-5)
    'Temperatura_H2
    Temperatura_Fmin = (-5)
    Temperatura_Vmitad = (-5)
    ElseIf Zona = "B" Then
        Temperatura_H1 = (-10)
        Temperatura_H2 = (-15)
        Temperatura_Fmin = (-15)
        Temperatura_Vmitad = (-10)
    ElseIf Zona = "C" Then
        Temperatura_H1 = (-15)
        Temperatura_H2 = (-20)
        Temperatura_Fmin = (-20)
        Temperatura_Vmitad = (-15)
End If
If Temp_fmax < 50 Then 'if por si el valor es menor de 50°
    Temperatura_Fmax_T = 50
Else
    Temperatura_Fmax_T = Temp_fmax
End If
'Temperaturas de tabla de tendido
Temperatura_1 = (-5) - Fluencia_Inicial
Temperatura_2 = (0) - Fluencia_Inicial
Temperatura_3 = (5) - Fluencia_Inicial
Temperatura_4 = (10) - Fluencia_Inicial
Temperatura_5 = (15) - Fluencia_Inicial
Temperatura_6 = (20) - Fluencia_Inicial
Temperatura_7 = (25) - Fluencia_Inicial
Temperatura_8 = (30) - Fluencia_Inicial
Temperatura_9 = (35) - Fluencia_Inicial
Temperatura_10 = (40) - Fluencia_Inicial
Temperatura_11 = (45) - Fluencia_Inicial
End Sub

```

```

Option Base 1
Option Explicit

```

Public Function PESOS(conductor() As Double, características() As String)

```

Dim PesoS_Aparente() As Double
'Dim Pesos_V() As Double
ReDim PesoS_Aparente(1, 16) As Double
'ReDim Pesos_1_V(1, 8) As Double
'p_H1
If Vv = 120 Then
    PesoS_Aparente(1, 1) = conductor(1, 9)
    ElseIf Vv = 140 And características(1, 1) <> "AISLADOS_HAZ" And características(1, 1)
<> "RECUBIERTOS" Then
        PesoS_Aparente(1, 1) = conductor(1, 15)
    Else
        PesoS_Aparente(1, 1) = conductor(1, 11)
End If
'pv_H1
PesoS_Aparente(1, 2) = ((PesoS_Aparente(1, 1) ^ 2) - (conductor(1, 4)) ^ 2) ^ (1 / 2)

```

```

'p_H2
If Zona = "B" And HV = "NO" Then
    PesoS_Aparente(1, 3) = conductor(1, 12)
ElseIf Zona = "C" And HV = "NO" Then
    PesoS_Aparente(1, 3) = conductor(1, 13)
ElseIf Zona = "C" And Altitud > 1500 And HV = "NO" Then
    PesoS_Aparente(1, 3) = conductor(1, 14)
ElseIf Zona = "B" And HV = "SI" Then
    PesoS_Aparente(1, 3) = conductor(1, 16)
ElseIf Zona = "C" And HV = "SI" Then
    PesoS_Aparente(1, 3) = conductor(1, 18)
ElseIf Zona = "C" And Altitud > 1500 And HV = "SI" Then
    PesoS_Aparente(1, 3) = conductor(1, 20)
End If
'pv_H2
If Zona = "B" And HV = "NO" Then
    PesoS_Aparente(1, 4) = 0
ElseIf Zona = "C" And HV = "NO" Then
    PesoS_Aparente(1, 4) = 0
ElseIf Zona = "C" And Altitud > 1500 And HV = "NO" Then
    PesoS_Aparente(1, 4) = 0
ElseIf Zona = "B" And HV = "SI" And características(1, 1) <> "AISLADOS_HAZ" And
características(1, 1) <> "RECUBIERTOS" Then
    PesoS_Aparente(1, 4) = (conductor(1, 16) ^ 2) - ((conductor(1, 12)) ^ 2)
ElseIf Zona = "C" And HV = "SI" And características(1, 1) <> "AISLADOS_HAZ"
And características(1, 1) <> "RECUBIERTOS" Then
    PesoS_Aparente(1, 4) = (conductor(1, 18) ^ 2) - ((conductor(1, 13)) ^
2)
ElseIf Zona = "C" And Altitud > 1500 And HV = "SI" And
características(1, 1) <> "AISLADOS_HAZ" And características(1, 1) <> "RECUBIERTOS" Then
    PesoS_Aparente(1, 4) = (conductor(1, 20) ^ 2) - ((conductor(1, 14))
^ 2)
End If
'p_Fenómenos_Vibratorios
PesoS_Aparente(1, 5) = conductor(1, 4)
'pv_Fenómenos_Vibratorios
PesoS_Aparente(1, 6) = 0
'p_Fmax_V
PesoS_Aparente(1, 7) = conductor(1, 9)
'pv_Fmax_V
PesoS_Aparente(1, 8) = ((PesoS_Aparente(1, 7) ^ 2) - (conductor(1, 4) ^ 2)) ^ (1 / 2)
'p_Fmax_T
PesoS_Aparente(1, 9) = conductor(1, 4)
'pv_Fmax_T
PesoS_Aparente(1, 10) = 0
'p_Fmax_H
If Zona = "B" Then
    PesoS_Aparente(1, 11) = conductor(1, 12)
ElseIf Zona = "C" Then
    PesoS_Aparente(1, 11) = conductor(1, 13)
ElseIf Zona = "C" And Altitud > 1500 Then
    PesoS_Aparente(1, 11) = conductor(1, 14)
End If
'pv_Fmax_H
PesoS_Aparente(1, 12) = 0
'p_Fmin
PesoS_Aparente(1, 13) = conductor(1, 4)
'pv_Fmin
PesoS_Aparente(1, 14) = 0
'p_Vmitad
If características(1, 1) <> "AISLADOS_HAZ" Then
    PesoS_Aparente(1, 15) = conductor(1, 10)
End If
'pv_Vmitad
If características(1, 1) <> "AISLADOS_HAZ" Then
    PesoS_Aparente(1, 16) = ((conductor(1, 10) ^ 2) - (conductor(1, 4) ^ 2)) ^ (1 / 2)
End If
PESOS = PesoS_Aparente
End Function

```

```

Option Base 1
Option Explicit

```

```

'RESULTADOS CÁLCULO MECÁNICO
Public Cantón_1_CM_TT() As Double
Public Cantón_2_CM_TT() As Double
Public Cantón_3_CM_TT() As Double

```

```

Public Cantón_4_CM_TT() As Double
Public Cantón_5_CM_TT() As Double
Public Cantón_6_CM_TT() As Double
Public Cantón_7_CM_TT() As Double
Public Cantón_8_CM_TT() As Double
Public Cantón_9_CM_TT() As Double
Public Cantón_10_CM_TT() As Double
Public Cantón_11_CM_TT() As Double
Public Cantón_12_CM_TT() As Double
Public Cantón_13_CM_TT() As Double
Public Cantón_14_CM_TT() As Double
Public Cantón_15_CM_TT() As Double
Public Cantón_16_CM_TT() As Double
Public Cantón_17_CM_TT() As Double
Public Cantón_18_CM_TT() As Double
Public Cantón_19_CM_TT() As Double
Public Cantón_20_CM_TT() As Double

```

Public Sub TCM_05_BUCLE_CANTONES()

```

If Cantón_1_n_vanos = 0 Then
    'Nada
Else
    ReDim Cantón_1_CM_TT(Cantón_1_n_vanos, 35) As Double
    Cantón_1_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_1_Vanos(), Cantón_1_n_vanos,
Cantón_1_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_1_Características(), Cantón_1_Coeficientes(),
Cantón_1_Pesos())
End If
If Cantón_2_n_vanos = 0 Then
    'Nada
Else
    ReDim Cantón_2_CM_TT(Cantón_2_n_vanos, 35) As Double
    Cantón_2_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_2_Vanos(), Cantón_2_n_vanos,
Cantón_2_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_2_Características(), Cantón_2_Coeficientes(),
Cantón_2_Pesos())
End If
If Cantón_3_n_vanos = 0 Then
    'Nada
Else
    ReDim Cantón_3_CM_TT(Cantón_3_n_vanos, 35) As Double
    Cantón_3_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_3_Vanos(), Cantón_3_n_vanos,
Cantón_3_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_3_Características(), Cantón_3_Coeficientes(),
Cantón_3_Pesos())
End If
If Cantón_4_n_vanos = 0 Then
    'Nada
Else
    ReDim Cantón_4_CM_TT(Cantón_4_n_vanos, 35) As Double
    Cantón_4_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_4_Vanos(), Cantón_4_n_vanos,
Cantón_4_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_4_Características(), Cantón_4_Coeficientes(),
Cantón_4_Pesos())
End If
If Cantón_5_n_vanos = 0 Then
    'Nada
Else
    ReDim Cantón_5_CM_TT(Cantón_5_n_vanos, 35) As Double
    Cantón_5_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_5_Vanos(), Cantón_5_n_vanos,
Cantón_5_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_5_Características(), Cantón_5_Coeficientes(),
Cantón_5_Pesos())
End If
If Cantón_6_n_vanos = 0 Then
    'Nada
Else
    ReDim Cantón_6_CM_TT(Cantón_6_n_vanos, 35) As Double
    Cantón_6_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_6_Vanos(), Cantón_6_n_vanos,
Cantón_6_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_6_Características(), Cantón_6_Coeficientes(),
Cantón_6_Pesos())
End If
If Cantón_7_n_vanos = 0 Then
    'Nada
Else
    ReDim Cantón_7_CM_TT(Cantón_7_n_vanos, 35) As Double
    Cantón_7_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_7_Vanos(), Cantón_7_n_vanos,
Cantón_7_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_7_Características(), Cantón_7_Coeficientes(),
Cantón_7_Pesos())
End If
If Cantón_8_n_vanos = 0 Then
    'Nada

```

```

Else
  ReDim Cantón_8_CM_TT(Cantón_8_n_vanos, 35) As Double
  Cantón_8_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_8_Vanos(), Cantón_8_n_vanos,
Cantón_8_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_8_Características(), Cantón_8_Coeficientes(),
Cantón_8_Pesos())
End If
If Cantón_9_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ReDim Cantón_9_CM_TT(Cantón_9_n_vanos, 35) As Double
  Cantón_9_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_9_Vanos(), Cantón_9_n_vanos,
Cantón_9_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_9_Características(), Cantón_9_Coeficientes(),
Cantón_9_Pesos())
End If
If Cantón_10_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ReDim Cantón_10_CM_TT(Cantón_10_n_vanos, 35) As Double
  Cantón_10_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_10_Vanos(), Cantón_10_n_vanos,
Cantón_10_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_10_Características(), Cantón_10_Coeficientes(),
Cantón_10_Pesos())
End If
If Cantón_11_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ReDim Cantón_11_CM_TT(Cantón_11_n_vanos, 35) As Double
  Cantón_11_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_11_Vanos(), Cantón_11_n_vanos,
Cantón_11_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_11_Características(), Cantón_11_Coeficientes(),
Cantón_11_Pesos())
End If
If Cantón_12_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ReDim Cantón_12_CM_TT(Cantón_12_n_vanos, 35) As Double
  Cantón_12_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_12_Vanos(), Cantón_12_n_vanos,
Cantón_12_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_12_Características(), Cantón_12_Coeficientes(),
Cantón_12_Pesos())
End If
If Cantón_13_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ReDim Cantón_13_CM_TT(Cantón_13_n_vanos, 35) As Double
  Cantón_13_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_13_Vanos(), Cantón_13_n_vanos,
Cantón_13_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_13_Características(), Cantón_13_Coeficientes(),
Cantón_13_Pesos())
End If
If Cantón_14_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ReDim Cantón_14_CM_TT(Cantón_14_n_vanos, 35) As Double
  Cantón_14_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_14_Vanos(), Cantón_14_n_vanos,
Cantón_14_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_14_Características(), Cantón_14_Coeficientes(),
Cantón_14_Pesos())
End If
If Cantón_15_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ReDim Cantón_15_CM_TT(Cantón_15_n_vanos, 35) As Double
  Cantón_15_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_15_Vanos(), Cantón_15_n_vanos,
Cantón_15_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_15_Características(), Cantón_15_Coeficientes(),
Cantón_15_Pesos())
End If
If Cantón_16_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ReDim Cantón_16_CM_TT(Cantón_16_n_vanos, 35) As Double
  Cantón_16_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_16_Vanos(), Cantón_16_n_vanos,
Cantón_16_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_16_Características(), Cantón_16_Coeficientes(),
Cantón_16_Pesos())
End If
If Cantón_17_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ReDim Cantón_17_CM_TT(Cantón_17_n_vanos, 35) As Double
  Cantón_17_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_17_Vanos(), Cantón_17_n_vanos,
Cantón_17_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_17_Características(), Cantón_17_Coeficientes(),
Cantón_17_Pesos())

```

```

End If
If Cantón_18_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ReDim Cantón_18_CM_TT(Cantón_18_n_vanos, 35) As Double
  Cantón_18_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_18_Vanos(), Cantón_18_n_vanos,
Cantón_18_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_18_Características(), Cantón_18_Coeficientes(),
Cantón_18_Pesos())
End If
If Cantón_19_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ReDim Cantón_19_CM_TT(Cantón_19_n_vanos, 35) As Double
  Cantón_19_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_19_Vanos(), Cantón_19_n_vanos,
Cantón_19_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_19_Características(), Cantón_19_Coeficientes(),
Cantón_19_Pesos())
End If
If Cantón_20_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ReDim Cantón_20_CM_TT(Cantón_20_n_vanos, 35) As Double
  Cantón_20_CM_TT() = TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Cantón_20_Vanos(), Cantón_20_n_vanos,
Cantón_20_Conductor(), Ecuaciones, Cantón_20_Características(), Cantón_20_Coeficientes(),
Cantón_20_Pesos())
End If
End Sub

```

```

Option Base 1
Option Explicit

```

```

Public Th_Fenómenos_Vibratorios As Double
Public Temperatura_Fenómenos_Vibratorios As Double

```

```

Public Function TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT(Vanos() As Double, n_vanos As Integer, conductor()
As Double, método As String, características() As String, Coeficientes() As Double,
PesosS() As Double)

```

```

'1-DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim Th_H1 As Double
Dim p_H1 As Double
Dim pv_H1 As Double
'Public Temperatura_H1 As Double
Dim Th_H2 As Double
Dim p_H2 As Double
Dim pv_H2 As Double
'Public Temperatura_H2 As Double
'Dim Th_Fenómenos_Vibratorios As Double
Dim p_Fenómenos_Vibratorios As Double
Dim pv_Fenómenos_Vibratorios As Double
'Dim Temperatura_Fenómenos_Vibratorios As Double
Dim Th_Fmax_V As Double
Dim p_Fmax_V As Double
Dim pv_Fmax_V As Double
'Public Temperatura_Fmax_V As Double
Dim Flechas_Fmax_V() As Double
Dim Th_Fmax_T As Double
Dim p_Fmax_T As Double
Dim pv_Fmax_T As Double
'Public Temperatura_Fmax_T As Double
Dim Flechas_Fmax_T() As Double
Dim Flechas_Fmax_T_fef() As Double
Dim Flechas_Fmax_T_fef_2() As Double
Dim Temperaturas_Fmax_T_fef() As Double
Dim Th_Fmax_H As Double
Dim p_Fmax_H As Double
Dim pv_Fmax_H As Double
'Public Temperatura_Fmax_H As Double
Dim Flechas_Fmax_H() As Double
Dim Th_Fmin As Double
Dim p_Fmin As Double
Dim pv_Fmin As Double
'Public Temperatura_Fmin As Double
Dim Flechas_Fmin() As Double
Dim Th_Vmitad As Double
Dim p_Vmitad As Double
Dim pv_Vmitad As Double
'Public Temperatura_Vmitad As Double

```



```

Dim h_Fmax As Double
Dim h_Fmim As Double
Dim Resultado_CM() As Double
Dim Tipo_Partida As String
Dim Tensión_Partida As Double
Dim T_max_extremo As Double
Dim CS As Double
Dim Th_cantón() As Double
Dim T_menor_Horizontales As Double
Dim Porcentaje As Double
Dim i As Integer
Dim matriz_1 As Integer
Dim Temperatura_Media As Double
Dim Aa() As Double
Dim Desnivel() As Double
'DECLARACIÓN DE VARIABLES GLOBALES
Dim Th_1 As Double
'Dim Temperatura_1 As Double
Dim flecha_1() As Double
Dim Th_2 As Double
'Dim Temperatura_2 As Double
Dim flecha_2() As Double
Dim Th_3 As Double
'Dim Temperatura_3 As Double
Dim flecha_3() As Double
Dim Th_4 As Double
'Dim Temperatura_4 As Double
Dim flecha_4() As Double
Dim Th_5 As Double
'Dim Temperatura_5 As Double
Dim flecha_5() As Double
Dim Th_6 As Double
'Dim Temperatura_6 As Double
Dim flecha_6() As Double
Dim Th_7 As Double
'Dim Temperatura_7 As Double
Dim flecha_7() As Double
Dim Th_8 As Double
'Dim Temperatura_8 As Double
Dim flecha_8() As Double
Dim Th_9 As Double
'Dim Temperatura_9 As Double
Dim flecha_9() As Double
Dim Th_10 As Double
'Dim Temperatura_10 As Double
Dim flecha_10() As Double
Dim Th_11 As Double
'Dim Temperatura_11 As Double
Dim flecha_11() As Double
Dim pv1 As Double
Dim pv2 As Double
Dim Pvertical_1 As Double
Dim Pvertical_2 As Double
Dim ángulo_1 As Double
Dim ángulo_2 As Double
Dim T_Extremo As Double
Dim Pp As Double
Dim Aaa As Double
Dim Ddd As Double
Dim Bbb As Double
Dim T_max_extremo_FV As Double
'2-REDIMENSIONAMOS MATRIZ
ReDim Resultado_CM(n_vanos, 35)
ReDim Th_cantón(n_vanos, 1)
ReDim Flechas_Fmax_V(n_vanos, 1)
ReDim Flechas_Fmax_T(n_vanos, 1)
ReDim Flechas_Fmax_T_fef(n_vanos, 1)
ReDim Flechas_Fmax_T_fef_2(n_vanos, 1)
ReDim Temperaturas_Fmax_T_fef(n_vanos, 1)
ReDim Flechas_Fmax_H(n_vanos, 1)
ReDim Flechas_Fmin(n_vanos, 1)
ReDim Aa(n_vanos, 1)
ReDim Desnivel(n_vanos, 1)
ReDim flecha_1(n_vanos, 1)
ReDim flecha_2(n_vanos, 1)
ReDim flecha_3(n_vanos, 1)
ReDim flecha_4(n_vanos, 1)

```

```

ReDim flecha_5(n_vanos, 1)
ReDim flecha_6(n_vanos, 1)
ReDim flecha_7(n_vanos, 1)
ReDim flecha_8(n_vanos, 1)
ReDim flecha_9(n_vanos, 1)
ReDim flecha_10(n_vanos, 1)
ReDim flecha_11(n_vanos, 1)
ReDim Textremos_FV(n_vanos, 18) 'solo vamos a utilizar 2, pero es para dimensionarla como
Vanos, y así no cambiar la aplicación Textremo
'Se guardarán los valores en el 8 y 9 (de 18), por cada vano.
'3-PESOS APARENTES Y VERTICALES
p_H1 = PesosS(1, 1)
pv_H1 = PesosS(1, 2)
p_H2 = PesosS(1, 3)
pv_H2 = PesosS(1, 4)
p_Fenómenos_Vibratorios = PesosS(1, 5)
pv_Fenómenos_Vibratorios = PesosS(1, 6)
p_Fmax_V = PesosS(1, 7)
pv_Fmax_V = PesosS(1, 8)
p_Fmax_T = PesosS(1, 9)
pv_Fmax_T = PesosS(1, 10)
p_Fmax_H = PesosS(1, 11)
pv_Fmax_H = PesosS(1, 12)
p_Fmin = PesosS(1, 13)
pv_Fmin = PesosS(1, 14)
p_Vmitad = PesosS(1, 15)
pv_Vmitad = PesosS(1, 16)
'4-TEMPERATURA HIPÓTESIS FENÓMENOS VIBRATORIOS. Por cantón
If características(1, 4) = "EDS [%]" Then
    Temperatura_Fenómenos_Vibratorios = 15
Else
    Temperatura_Fenómenos_Vibratorios = (-5)
End If
'5-TENSIÓN DE PARTIDA
Tipo_Partida = características(1, 3)
Tensión_Partida = Coeficientes(1, 1)
'6-HIPÓTESIS DE PARTIDA (H1) VIENTO
If Zona = "A" Then
    'Cálculos de av y dv. HIPÓTESIS 1ª VIENTO DE PARTIDA
    'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av y dv
    If viento = "SI" Then
        pv1 = pv_H1
        pv2 = pv_H1
        Pvertical_1 = ((p_H1 ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
        Pvertical_2 = ((p_H1 ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
        ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
        ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
        'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
        matriz_1 = 1
        For i = 1 To n_vanos
            Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
            Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16)) ^ 2) ^
(1 / 2)
            Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
            Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18)) ^ 2) ^
(1 / 2)
            Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 15)
            Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 16)
            matriz_1 = matriz_1 + 1
        Next
    Else
        'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
        matriz_1 = 1
        For i = 1 To n_vanos
            Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
            Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
            Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
            Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
            Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
            Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
            matriz_1 = matriz_1 + 1
        Next
    End If
    If Tipo_Partida = "TENSIÓN HORIZONTAL" Then
        Th_H1 = Tensión_Partida
        'Comprobamos la tensión en el extremo para lanzar una alarma
        Vanos = Cálculo_Textremo(método, Vanos(), p_H1, Th_H1, n_vanos, Aa(), Desnivel())
    End If
End If

```

```

    T_max_extremo = Máximo(Vanos(), n_vanos)
    CS = conductor(1, 1) / T_max_extremo 'carga de rotura / Textremo
Else
    T_Extremo = conductor(1, 1) / Tensión_Partida
    Th_cantón = Cálculo_Th(método, Vanos(), T_Extremo, p_H1, n_vanos, conductor(1, 1),
Desnivel(), Aa())
    T_menor_Horizontales = Mínimo(Th_cantón(), n_vanos)
    Th_H1 = T_menor_Horizontales
    T_max_extremo = T_Extremo
    CS = conductor(1, 1) / T_Extremo
    'Calculamos el resto de Textremos de cada vano para escribir en tabla
    Vanos = Cálculo_Textremo(método, Vanos(), p_H1, Th_H1, n_vanos, Aa(), Desnivel())
End If
'HIPÓTESIS DE PARTIDA (H2) HIELO O HIELO+VIENTO
Else
    'Cálculos de av y dv. HIPÓTESIS 2ª DE PARTIDA
    'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av y dv
    If viento = "SI" Then
        pv1 = pv_H2
        pv2 = pv_H2
        Pvertical_1 = ((p_H2 ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
        Pvertical_2 = ((p_H2 ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
        ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
        ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
        'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
        matriz_1 = 1
        For i = 1 To n_vanos
            Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
            Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16)) ^ 2) ^
(1 / 2)
            Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
            Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18)) ^ 2) ^
(1 / 2)
            Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 15)
            Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 16)
            matriz_1 = matriz_1 + 1
        Next
    Else
        'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
        matriz_1 = 1
        For i = 1 To n_vanos
            Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
            Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
            Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
            Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
            Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
            Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
            matriz_1 = matriz_1 + 1
        Next
    End If
    If Tipo_Partida = "TENSIÓN HORIZONTAL" Then
        Th_H2 = Tensión_Partida
        'Comprobamos la tensión en el extremo para lanzar una alarma
        Vanos = Cálculo_Textremo(método, Vanos(), p_H2, Th_H2, n_vanos, Aa(), Desnivel())
        T_max_extremo = Máximo(Vanos(), n_vanos)
        CS = conductor(1, 1) / T_max_extremo 'carga de rotura / Textremo
    Else
        T_Extremo = conductor(1, 1) / Tensión_Partida
        Th_cantón = Cálculo_Th(método, Vanos(), T_Extremo, p_H2, n_vanos, conductor(1, 1),
Desnivel(), Aa())
        T_menor_Horizontales = Mínimo(Th_cantón(), n_vanos)
        Th_H2 = T_menor_Horizontales
        T_max_extremo = T_Extremo
        CS = conductor(1, 1) / T_Extremo
        'Calculamos el resto de Textremos de cada vano para escribir en tabla
        Vanos = Cálculo_Textremo(método, Vanos(), p_H2, Th_H2, n_vanos, Aa(), Desnivel())
    End If
End If
'HIPÓTESIS 1ª SI SE PARTE ZONA B O C
If Zona = "B" Or Zona = "C" Then
    'Cálculos de av y dv. PARTIENDO DE HIPÓTESIS 2ª A HIPÓTESIS 1ª
    'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av y dv
    If viento = "SI" Then
        pv1 = pv_H2
        pv2 = pv_H1
        Pvertical_1 = ((p_H2 ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
        Pvertical_2 = ((p_H1 ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)

```

```

ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
  Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
  Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16)) ^ 2) ^
(1 / 2)
  Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
  Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18)) ^ 2) ^
(1 / 2)
  'Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 15)
  'Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 16)
  'matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Else
'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
  Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
  Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
  Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
  Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
  'Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
  'Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
  'matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
End If
Th_H1 = Cálculo_ECC(método, Th_H2, p_H2, p_H1, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H2, Temperatura_H1)
If Th_H1 > Th_H2 Then
'Cálculos de av y dv. PARTIENDO DE HIPÓTESIS 1ª A HIPÓTESIS 2ª
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av
y dv
If viento = "SI" Then
  pv1 = pv_H1
  pv2 = pv_H2
  Pvertical_1 = ((p_H1 ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
  Pvertical_2 = ((p_H2 ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
  ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
  ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
  Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
  Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16)) ^
2) ^ (1 / 2)
  Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
  Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18)) ^
2) ^ (1 / 2)
  Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 15) 'Como TH_H1>TH_H2, entonces los
valores que necesitamos para Textremo son los de la Hipótesis 1ª, o sea 15 y 16
  Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 16)
  matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Else
'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
  Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
  Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
  Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
  Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
  Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
  Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
  matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
End If
'Recalculamos TH
Th_H1 = Th_H2
Th_H2 = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, p_H2, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_H2)
'Comprobamos la tensión en el extremo para lanzar una alarma. En la hipótesis 1ª,
porque es mayor TH_H1>TH_H2
Vanos = Cálculo_Textremo(método, Vanos(), p_H1, Th_H1, n_vanos, Aa(), Desnivel())
T_max_extremo = Máximo(Vanos(), n_vanos)
CS = conductor(1, 1) / T_max_extremo 'carga de rotura / Textremo

```

```

'Calculamos el resto de Textremos de cada vano para escribir en tabla
Vanos = Cálculo_Textremo(método, Vanos(), p_H1, Th_H1, n_vanos, Aa(), Desnivel())
End If
End If
'HIPÓTESIS FENÓMENOS VIBRATORIOS
'Cálculos de av y dv. PARTIENDO DE HIPÓTESIS 1ª A HIPÓTESIS FENÓMENOS VIBRATORIOS
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av
y dv
If viento = "SI" Then
    pv1 = pv_H1
    pv2 = pv_Fenómenos_Vibratorios
    Pvertical_1 = ((p_H1 ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
    Pvertical_2 = ((p_Fenómenos_Vibratorios ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
    ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
    ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
    'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos
        Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
        Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16)) ^
2) ^ (1 / 2)
        Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
        Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18)) ^
2) ^ (1 / 2)
        Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 15)
        Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 16)
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
Else
    'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos
        Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
        Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
        Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
        Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
        Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
        Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
End If
Th_Fenómenos_Vibratorios = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, p_Fenómenos_Vibratorios,
n_vanos, Vanos(), conductor(), Temperatura_H1, Temperatura_Fenómenos_Vibratorios)
'ATENCIÓN, EDS O CHS EN EL Textremo, no en la Thorizontal
'Calculamos los esfuerzos en Textremo FENÓMENOS VIBRATORIOS
Vanos = Cálculo_Textremo(método, Vanos(), p_Fenómenos_Vibratorios,
Th_Fenómenos_Vibratorios, n_vanos, Aa(), Desnivel())
T_max_extremo_FV = Máximo(Vanos(), n_vanos)
Porcentaje = (T_max_extremo_FV / conductor(1, 1)) * 100
If Porcentaje > Coeficientes(1, 2) Then
    'SE RECALCULA TODO
    'Valores de partida
    T_max_extremo_FV = (conductor(1, 1) * Coeficientes(1, 2)) / 100
    'Th_Fenómenos_Vibratorios = (conductor(1, 1) * Cantón_1_Coeficientes(1, 2)) / 100
ESTO ERA UN ERROR, HAY QUE PARTIR DEL T_extremo
Porcentaje = (T_max_extremo_FV / conductor(1, 1)) * 100
Th_cantón = Cálculo_Th(método, Vanos(), T_max_extremo_FV, p_Fenómenos_Vibratorios,
n_vanos, conductor(1, 1), Desnivel(), Aa())
Th_Fenómenos_Vibratorios = Mínimo(Th_cantón(), n_vanos)
'Hipótesis 1ª
'Cálculos de av y dv. PARTIENDO DE HIPÓTESIS FENÓMENOS VIBRATORIOS A HIPÓTESIS 1ª
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av
y dv
If viento = "SI" Then
    pv1 = pv_Fenómenos_Vibratorios
    pv2 = pv_H1
    Pvertical_1 = ((p_Fenómenos_Vibratorios ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
    Pvertical_2 = ((p_H1 ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
    ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
    ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
    'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos
        Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
        Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16)) ^
2) ^ (1 / 2)
        Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)

```

```

Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18)) ^
2) ^ (1 / 2)
'Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 15)
'Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 16)
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Else
'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
'Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
'Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
End If
Th_H1 = Cálculo_ECC(método, Th_Fenómenos_Vibratorios, p_Fenómenos_Vibratorios,
p_H1, n_vanos, Vanos(), conductor(), Temperatura_Fenómenos_Vibratorios, Temperatura_H1)
'Calculamos CS y Textremo, aunque posteriormente calcularemos lo volveremos a
calcular si es zona C o B
'Cálculos de av y dv. PARTIENDO DE HIPÓTESIS FENÓMENOS VIBRATORIOS A HIPÓTESIS 1ª
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de
av y dv
If viento = "SI" Then
pv1 = pv_Fenómenos_Vibratorios
pv2 = pv_H1
Pvertical_1 = ((p_Fenómenos_Vibratorios ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
Pvertical_2 = ((p_H1 ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16))
^ 2) ^ (1 / 2)
Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18))
^ 2) ^ (1 / 2)
Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 17)
Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 18)
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Else
'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
End If
Vanos = Cálculo_Textremo(método, Vanos(), p_H1, Th_H1, n_vanos, Aa(),
Desnivel())
T_max_extremo = Máximo(Vanos(), n_vanos)
CS = conductor(1, 1) / T_max_extremo 'carga de rotura / Textremo
'Hipótesis 2ª
If Zona = "B" Or Zona = "C" Then
'Calculos de av y dv. PARTIENDO DE HIPÓTESIS FENÓMENOS VIBRATORIOS A HIPÓTESIS
2ª
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de
av y dv
If viento = "SI" Then
pv1 = pv_Fenómenos_Vibratorios
pv2 = pv_H2
Pvertical_1 = ((p_Fenómenos_Vibratorios ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
Pvertical_2 = ((p_H2 ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2

```

```

matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
  Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
  Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16))
^ 2) ^ (1 / 2)
  Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
  Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18))
^ 2) ^ (1 / 2)
  'Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 15)
  'Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 16)
  matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Else
  'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
  matriz_1 = 1
  For i = 1 To n_vanos
    Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
    Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
    Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
    Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
    'Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
    'Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
  Next
End If
Th_H2 = Cálculo_ECC(método, Th_Fenómenos_Vibratorios, p_Fenómenos_Vibratorios,
p_H2, n_vanos, Vanos(), conductor(), Temperatura_Fenómenos_Vibratorios, Temperatura_H2)
'Calculamos Textremo y Coeficiente de Seguridad
If Th_H1 > Th_H2 Then
  'Cálculos de av y dv. PARTIENDO DE HIPÓTESIS FENÓMENOS VIBRATORIOS A HIPÓTESIS
1ª
  'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de
av y dv
  If viento = "SI" Then
    pv1 = pv_Fenómenos_Vibratorios
    pv2 = pv_H1
    Pvertical_1 = ((p_Fenómenos_Vibratorios ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
    Pvertical_2 = ((p_H1 ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
    ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
    ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
    'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos
      Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
      Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16))
^ 2) ^ (1 / 2)
      Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
      Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18))
^ 2) ^ (1 / 2)
      Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 17)
      Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 18)
      matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
  Else
    'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos
      Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
      Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
      Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
      Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
      Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
      Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
      matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
  End If
  Vanos = Cálculo_Textremo(método, Vanos(), p_H1, Th_H1, n_vanos, Aa(),
Desnivel())
  T_max_extremo = Máximo(Vanos(), n_vanos)
  CS = conductor(1, 1) / T_max_extremo 'carga de rotura / Textremo
Else 'If Th_H1 > Th_H2 Then
  'Cálculos de av y dv. PARTIENDO DE HIPÓTESIS FENÓMENOS VIBRATORIOS A HIPÓTESIS 2ª
  'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de
av y dv
  If viento = "SI" Then
    pv1 = pv_Fenómenos_Vibratorios
    pv2 = pv_H2

```

```

Pvertical_1 = ((p_Fenómenos_Vibratorios ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
Pvertical_2 = ((p_H2 ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
  Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
  Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16))
^ 2) ^ (1 / 2)
  Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
  Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18))
^ 2) ^ (1 / 2)
  Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 17)
  Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 18)
  matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Else
'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
  Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
  Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
  Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
  Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
  Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
  Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
  matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
End If
Vanos = Cálculo_Textremo(método, Vanos(), p_H2, Th_H2, n_vanos, Aa(),
Desnivel())
T_max_extremo = Máximo(Vanos(), n_vanos)
CS = conductor(1, 1) / T_max_extremo 'carga de rotura / Textremo
End If 'If Th_H1 > Th_H2 Then
End If ' if zona="B" or zona="C"
Else 'if %fv> coeficiente
'AL CALCULAR LOS Textremo EN FENÓMENOS VIBRATORIOS, SI % VALE, TENEMOS QUE VOLVER A
CALCULAR LOS Textremo, PARA QUE SE QUEDEN GUARDADOS EN LA MATRIZ VANOS()
'SE COPIA EL BUCLE IF TH_H1>TH_H2, JUSTO ARRIBA
'Calculamos Textremo y Coeficiente de Seguridad
If Th_H1 > Th_H2 Then
1ª
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de
av y dv
If viento = "SI" Then
  pv1 = pv_Fenómenos_Vibratorios
  pv2 = pv_H1
  Pvertical_1 = ((p_Fenómenos_Vibratorios ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
  Pvertical_2 = ((p_H1 ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
  ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
  ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
  'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
  matriz_1 = 1
  For i = 1 To n_vanos
    Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
    Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16))
^ 2) ^ (1 / 2)
    Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
    Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18))
^ 2) ^ (1 / 2)
    Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 17)
    Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 18)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
  Next
Else
'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
  Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
  Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
  Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
  Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
  Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
  Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
  matriz_1 = matriz_1 + 1

```



```

        Next
    End If
    Vanos = Cálculo_Textremo(método, Vanos(), p_H1, Th_H1, n_vanos, Aa()),
Desnivel()
    T_max_extremo = Máximo(Vanos(), n_vanos)
    CS = conductor(1, 1) / T_max_extremo 'carga de rotura / Textremo
Else 'If Th_H1 > Th_H2 Then
'Cálculos de av y dv. PARTIENDO DE HIPÓTESIS FENÓMENOS VIBRATORIOS A HIPÓTESIS 2ª
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de
av y dv
    If viento = "SI" Then
        pv1 = pv_Fenómenos_Vibratorios
        pv2 = pv_H2
        Pvertical_1 = ((p_Fenómenos_Vibratorios ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
        Pvertical_2 = ((p_H2 ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
        ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
        ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
        'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
        matriz_1 = 1
        For i = 1 To n_vanos
            Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
            Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16))
^ 2) ^ (1 / 2)
            Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
            Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18))
^ 2) ^ (1 / 2)
            Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 17)
            Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 18)
            matriz_1 = matriz_1 + 1
        Next
    Else
        'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
        matriz_1 = 1
        For i = 1 To n_vanos
            Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
            Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
            Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
            Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
            Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
            Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
            matriz_1 = matriz_1 + 1
        Next
    End If
    Vanos = Cálculo_Textremo(método, Vanos(), p_H2, Th_H2, n_vanos, Aa()),
Desnivel()
    T_max_extremo = Máximo(Vanos(), n_vanos)
    CS = conductor(1, 1) / T_max_extremo 'carga de rotura / Textremo
End If 'If Th_H1 > Th_H2 Then
End If 'if %fv> coeficiente
'FLECHAS MÁXIMA VIENTO
'Cálculos de av y dv. PARTIENDO DE HIPÓTESIS 1ª A HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMA VIENTO
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av
y dv
    If viento = "SI" Then
        pv1 = pv_H1
        pv2 = pv_Fmax_V
        Pvertical_1 = ((p_H1 ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
        Pvertical_2 = ((p_Fmax_V ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
        ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
        ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
        'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
        matriz_1 = 1
        For i = 1 To n_vanos
            Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
            Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16))
2) ^ (1 / 2)
            Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
            Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18))
2) ^ (1 / 2)
            Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 17)
            Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 18)
            matriz_1 = matriz_1 + 1
        Next
    Else
        'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
        matriz_1 = 1
        For i = 1 To n_vanos

```

```

        Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
        Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
        Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
        Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
        Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
        Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
End If
Th_Fmax_V = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, p_Fmax_V, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_Fmax_V)
Flechas_Fmax_V() = Cálculo_Flechas(método, (Th_Fmax_V / p_Fmax_V), n_vanos, Aa(),
Desnivel(), Vanos(), p_Fmax_V)
'FLECHA MÁXIMA TEMPERATURA
'Cálculos de av y dv. PARTIENDO DE HIPÓTESIS 1ª A HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMA TEMPERATURA
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av
y dv
If viento = "SI" Then
    pv1 = pv_H1
    pv2 = pv_Fmax_T
    Pvertical_1 = ((p_H1 ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
    Pvertical_2 = ((p_Fmax_T ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
    ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
    ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
    'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos
        Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
        Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16)) ^
2) ^ (1 / 2)
        Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
        Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18)) ^
2) ^ (1 / 2)
        Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 17)
        Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 18)
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
Else
    'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos
        Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
        Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
        Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
        Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
        Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
        Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
End If
Th_Fmax_T = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, p_Fmax_T, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_Fmax_T)
Flechas_Fmax_T() = Cálculo_Flechas(método, (Th_Fmax_T / p_Fmax_T), n_vanos, Aa(),
Desnivel(), Vanos(), p_Fmax_T)
'FLUENCIA Y ERRORES FORTUITOS. Para calcular la temperatura teniendo en cuenta fluencia
y errores fortuitos, calcularemos la temperatura para cada flecha, y haremos una media de
las temperaturas
If Creep = 0 And Errores_Fortuitos = 0 Then
    'No hacemos nada
Else
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos
        Temperaturas_Fmax_T_fef(matriz_1, 1) = Temperatura_Fmax_T
        Flechas_Fmax_T_fef(matriz_1, 1) = Flechas_Fmax_T(matriz_1, 1) +
Errores_Fortuitos + (Flechas_Fmax_T(matriz_1, 1) * Creep / 100)
        Aaa = Aa(matriz_1, 1)
        Ddd = Desnivel(matriz_1, 1)
        Bbb = (Aaa ^ 2 + Ddd ^ 2) ^ (1 / 2)
        Do
            Temperaturas_Fmax_T_fef(matriz_1, 1) = Temperaturas_Fmax_T_fef(matriz_1, 1)
+ 1
            Th_Fmax_T = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, p_Fmax_T, n_vanos, Vanos(),
conductor(), Temperatura_H1, Temperaturas_Fmax_T_fef(matriz_1, 1))
            If método = "CATENARIA" Then
                Flechas_Fmax_T_fef_2(matriz_1, 1) = FLECHA_Catenaria(Aaa, Ddd,
(Th_Fmax_T / p_Fmax_T))
            ElseIf método = "MÉTODO DE TRUXA" Then

```

```

Flechas_Fmax_T_fef_2(matriz_1, 1) = FLECHA_Truxa(Aaa, Bbb,
p_Fmax_T, Th_Fmax_T)
ElseIf método = "PARÁBOLA" Then
    Flechas_Fmax_T_fef_2(matriz_1, 1) = FLECHA_Parábola(Aaa,
(Th_Fmax_T / p_Fmax_T))
End If
Loop While ((Flechas_Fmax_T_fef(matriz_1, 1) - Flechas_Fmax_T_fef_2(matriz_1,
1)) > 0)
    matriz_1 = 1 + matriz_1
Next
'Calculamos el valor medio de las temperaturas calculadas
matriz_1 = 1
Temperatura_Media = 1000
For i = 1 To n_vanos
    If Temperatura_Media > Temperaturas_Fmax_T_fef(matriz_1, 1) Then
        Temperatura_Media = Temperaturas_Fmax_T_fef(matriz_1, 1)
    End If
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'Temperatura_Fmax_T = CInt(Temperatura_Media / n_vanos)
Temperatura_Fmax_T = Temperatura_Media
'Guardamos los valores de flecha nuevos
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Flechas_Fmax_T(matriz_1, 1) = Flechas_Fmax_T_fef_2(matriz_1, 1)
    matriz_1 = 1 + matriz_1
Next
End If
'FLECHA FLECHA MÁXIMA HIELO
If Zona = "B" Or Zona = "C" Then
'FLECHA MÁXIMA HIELO
'Cálculos de av y dv. PARTIENDO DE HIPÓTESIS 1ª A HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMA HIELO
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av
y dv
If viento = "SI" Then
    pv1 = pv_H1
    pv2 = pv_Fmax_H
    Pvertical_1 = ((p_H1 ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
    Pvertical_2 = ((p_Fmax_H ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
    ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
    ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
    'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos
        Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
        Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16)) ^
2) ^ (1 / 2)
        Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
        Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18)) ^
2) ^ (1 / 2)
        Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 17)
        Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 18)
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
Else
    'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos
        Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
        Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
        Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
        Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
        Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
        Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
End If
Th_Fmax_H = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, p_Fmax_H, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_Fmax_H)
Flechas_Fmax_H() = Cálculo_Flechas(método, (Th_Fmax_H / p_Fmax_H), n_vanos, Aa(),
Desnivel(), Vanos(), p_Fmax_H)
End If
'FLECHA MÍNIMA
'Cálculos de av y dv. PARTIENDO DE HIPÓTESIS 1ª A HIPÓTESIS FLECHAS MÍNIMA
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av
y dv
If viento = "SI" Then

```

```

pv1 = pv_H1
pv2 = pv_Fmin
Pvertical_1 = ((p_H1 ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
Pvertical_2 = ((p_Fmin ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
    Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16)) ^
2) ^ (1 / 2)
    Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
    Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18)) ^
2) ^ (1 / 2)
    Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 17)
    Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 18)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Else
'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
    Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
    Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
    Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
    Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
    Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
End If
Th_Fmin = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, p_Fmin, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_Fmin)
Flechas_Fmin( ) = Cálculo_Flechas(método, (Th_Fmin / p_Fmin), n_vanos, Aa(), Desnivel(),
Vanos(), p_Fmin)
'HIPÓTESIS VIENTO MITAD
'Cálculos de av y dv. PARTIENDO DE HIPÓTESIS 1ª A HIPÓTESIS VIENTO-MITAD
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av
y dv
If viento = "SI" Then
    pv1 = pv_H1
    pv2 = pv_Vmitad
    Pvertical_1 = ((p_H1 ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
    Pvertical_2 = ((p_Vmitad ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
    ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
    ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
    'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos
        Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
        Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16)) ^
2) ^ (1 / 2)
        Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
        Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18)) ^
2) ^ (1 / 2)
        'Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 17)
        'Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 18)
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
Else
'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
    Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
    Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
    Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
    'Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
    'Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
End If
Th_Vmitad = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, p_Vmitad, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_Vmitad)
'CÁLCULO DE PARÁMETROS
h_Fmax = Th_Fmax_T / p_Fmax_T

```

```

h_Fmim = Th_Fmin / p_Fmin
'TABLA DE TENDIDO
' PESO PROPIO
Pp = conductor(1, 4)
' Cálculos de av y dv. PARTIENDO DE HIPÓTESIS 1ª A TABLA DE TENDIDO
'Si tenemos en cuenta el desplazamiento del viento, completamos los cálculos de av
y dv
If viento = "SI" Then
  pv1 = pv_H1
  pv2 = 0
  Pvertical_1 = ((p_H1 ^ 2) - (pv1 ^ 2)) ^ (1 / 2)
  Pvertical_2 = ((Pp ^ 2) - (pv2 ^ 2)) ^ (1 / 2)
  ángulo_1 = Atn(pv1 / Pvertical_1)
  ángulo_2 = Atn(pv2 / Pvertical_2)
  'Rellenamos la matriz con los valores av1,dv1,av2 y dv2
  matriz_1 = 1
  For i = 1 To n_vanos
    Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_1)
    Vanos(matriz_1, 15) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 16)) ^
2) ^ (1 / 2)
    Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2) * Cos(ángulo_2)
    Vanos(matriz_1, 17) = ((Vanos(matriz_1, 3)) ^ 2 - (Vanos(matriz_1, 18)) ^
2) ^ (1 / 2)
    Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 17)
    Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 18)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
  Next
Else
  'Rellenamos las posiciones 15,16,17 y 18 con ai y di
  matriz_1 = 1
  For i = 1 To n_vanos
    Vanos(matriz_1, 15) = Vanos(matriz_1, 1)
    Vanos(matriz_1, 16) = Vanos(matriz_1, 2)
    Vanos(matriz_1, 17) = Vanos(matriz_1, 1)
    Vanos(matriz_1, 18) = Vanos(matriz_1, 2)
    Aa(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 1)
    Desnivel(matriz_1, 1) = Vanos(matriz_1, 2)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
  Next
End If
'TEMPERATURA 1
Th_1 = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, Pp, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_1)
flecha_1() = Cálculo_Flechas(método, (Th_1 / Pp), n_vanos, Aa(), Desnivel(), Vanos(),
Pp)
'TEMPERATURA 2
Th_2 = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, Pp, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_2)
flecha_2() = Cálculo_Flechas(método, (Th_2 / Pp), n_vanos, Aa(), Desnivel(), Vanos(),
Pp)
'TEMPERATURA 3
Th_3 = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, Pp, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_3)
flecha_3() = Cálculo_Flechas(método, (Th_3 / Pp), n_vanos, Aa(), Desnivel(), Vanos(),
Pp)
'TEMPERATURA 4
Th_4 = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, Pp, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_4)
flecha_4() = Cálculo_Flechas(método, (Th_4 / Pp), n_vanos, Aa(), Desnivel(), Vanos(),
Pp)
'TEMPERATURA 5
Th_5 = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, Pp, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_5)
flecha_5() = Cálculo_Flechas(método, (Th_5 / Pp), n_vanos, Aa(), Desnivel(), Vanos(),
Pp)
'TEMPERATURA 6
Th_6 = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, Pp, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_6)
flecha_6() = Cálculo_Flechas(método, (Th_6 / Pp), n_vanos, Aa(), Desnivel(), Vanos(),
Pp)
'TEMPERATURA 7
Th_7 = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, Pp, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_7)
flecha_7() = Cálculo_Flechas(método, (Th_7 / Pp), n_vanos, Aa(), Desnivel(), Vanos(),
Pp)
'TEMPERATURA 8

```

```

Th_8 = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, Pp, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_8)
flecha_8() = Cálculo_Flechas(método, (Th_8 / Pp), n_vanos, Aa(), Desnivel(), Vanos(),
Pp)
'TEMPERATURA 9
Th_9 = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, Pp, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_9)
flecha_9() = Cálculo_Flechas(método, (Th_9 / Pp), n_vanos, Aa(), Desnivel(), Vanos(),
Pp)
'TEMPERATURA 10
Th_10 = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, Pp, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_10)
flecha_10() = Cálculo_Flechas(método, (Th_10 / Pp), n_vanos, Aa(), Desnivel(), Vanos(),
Pp)
'TEMPERATURA 11
Th_11 = Cálculo_ECC(método, Th_H1, p_H1, Pp, n_vanos, Vanos(), conductor(),
Temperatura_H1, Temperatura_11)
flecha_11() = Cálculo_Flechas(método, (Th_11 / Pp), n_vanos, Aa(), Desnivel(), Vanos(),
Pp)
'MATRIZ RESULTADO
Resultado_CM(1, 1) = CS
'ERROR EN TEXTREMO
'Resultado_CM(1, 2) = T_max_extremo
'For i = 1 To n_vanos
'    Resultado_CM(matriz_1, 2) = Vanos(matriz_1, 1)
'    matriz_1 = matriz_1 + 1
'Next
Resultado_CM(1, 3) = Th_H1
If Zona = "B" Or Zona = "C" Then
    Resultado_CM(1, 4) = Th_H2
End If
Resultado_CM(1, 5) = Th_Fenómenos_Vibratorios
Resultado_CM(1, 6) = Porcentaje
'Resultado_CM(1, 7)
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Resultado_CM(matriz_1, 7) = Flechas_Fmax_V(matriz_1, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'Resultado_CM(1, 8)
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Resultado_CM(matriz_1, 8) = Flechas_Fmax_T(matriz_1, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'Resultado_CM(1, 9)
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Resultado_CM(matriz_1, 9) = Flechas_Fmax_H(matriz_1, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'Resultado_CM(1, 10)
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Resultado_CM(matriz_1, 10) = Flechas_Fmin(matriz_1, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Resultado_CM(1, 11) = Th_Vmitad
Resultado_CM(1, 12) = h_Fmax
Resultado_CM(1, 13) = h_Fmim
Resultado_CM(1, 14) = Th_1
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Resultado_CM(matriz_1, 15) = flecha_1(matriz_1, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Resultado_CM(1, 16) = Th_2
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Resultado_CM(matriz_1, 17) = flecha_2(matriz_1, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Resultado_CM(1, 18) = Th_3
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Resultado_CM(matriz_1, 19) = flecha_3(matriz_1, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1

```

```

Next
Resultado_CM(1, 20) = Th_4
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Resultado_CM(matriz_1, 21) = flecha_4(matriz_1, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Resultado_CM(1, 22) = Th_5
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Resultado_CM(matriz_1, 23) = flecha_5(matriz_1, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Resultado_CM(1, 24) = Th_6
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Resultado_CM(matriz_1, 25) = flecha_6(matriz_1, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Resultado_CM(1, 26) = Th_7
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Resultado_CM(matriz_1, 27) = flecha_7(matriz_1, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Resultado_CM(1, 28) = Th_8
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Resultado_CM(matriz_1, 29) = flecha_8(matriz_1, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Resultado_CM(1, 30) = Th_9
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Resultado_CM(matriz_1, 31) = flecha_9(matriz_1, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Resultado_CM(1, 32) = Th_10
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Resultado_CM(matriz_1, 33) = flecha_10(matriz_1, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Resultado_CM(1, 34) = Th_11
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    Resultado_CM(matriz_1, 35) = flecha_11(matriz_1, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
TCM_06_CÁLCULO_TCM_TT = Resultado_CM
End Function

```

```

Option Base 1
Option Explicit

```

```

Public Function Cálculo_ECC(método As String, Tensión_Inicial As Double, p1 As Double, p2  

As Double, n_vanos As Integer, Vanos() As Double, conductor() As Double,  

Temperatura_Inicial As Double, Temperatura_Final As Double)

```

```

    Dim ECC_Finales As Double
    If método = "CATENARIA" Then
        ECC_Finales = ECC_CATENARIA(Tensión_Inicial, p1, p2, n_vanos, Vanos(), conductor(),
        Temperatura_Inicial, Temperatura_Final)
    ElseIf método = "MÉTODO DE TRUXA" Then
        ECC_Finales = ECC_TRUXA(Tensión_Inicial, p1, p2, n_vanos, Vanos(), conductor(),
        Temperatura_Inicial, Temperatura_Final)
    ElseIf método = "PARÁBOLA" Then
        ECC_Finales = ECC_PARÁBOLA(Tensión_Inicial, p1, p2, n_vanos, Vanos(),
        conductor(), Temperatura_Inicial, Temperatura_Final)
    End If
    Cálculo_ECC = ECC_Finales
End Function

```

```

'FUNCIÓN para calcular la TENSIÓN EN EL ESTADO FINAL con las ECUACIONES DE LA CATENARIA
Public Function ECC_CATENARIA(Tensión_Inicial As Double, p1 As Double, p2 As Double,
n_vanos As Integer, Vanos() As Double, conductor() As Double, Temperatura_Inicial As
Double, Temperatura_Final As Double) As Double

```

```

'DECLARACIÓN DE VARIABLES LOCALES
Dim matriz_1 As Integer
Dim i As Integer
Dim h1 As Double
Dim Sección As Double
Dim Modulo_Elasticidad As Double
Dim Coeficiente_Dilatación As Double
Dim T2_Catenaria As Double
'CONTROL DE ERRORES
On Error GoTo ErrorCálculo
'Datos conductor
Sección = conductor(1, 3)
Modulo_Elasticidad = conductor(1, 6)
Coeficiente_Dilatación = conductor(1, 5)
'Calculo del parámetro inicial
h1 = Tensión_Inicial / p1
'Li_1. Calcula la longitud del vano en el estado 1. Se almacena en la matriz vanos
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos 'Hasta 50 vanos
    Vanos(matriz_1, 4) = Longitud(Vanos(matriz_1, 15), Vanos(matriz_1, 16), h1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'CALCULAMOS EL VALOR DE LA TENSIÓN EN EL ESTADO FINAL
T2_Catenaria = Bisección_Catenaria(Vanos, Sección, Modulo_Elasticidad,
Coeficiente_Dilatación, Temperatura_Inicial, Temperatura_Final, Tensión_Inicial, p2,
n_vanos)
ECC_CATENARIA = T2_Catenaria
Exit Function
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo:
    MsgBox ("Error en la macro CATENARIA")
    Resume Next
End Function
'FUNCIÓN DE LA BISECCIÓN. Calcula el valor de la tensión en el estado FINAL
Public Function Bisección_Catenaria(Vanos() As Double, Sección As Double,
Modulo_Elasticidad As Double, Coeficiente_Dilatación As Double, Temperatura_Inicial As
Double, Temperatura_Final As Double, Tensión_Inicial As Double, p2 As Double, n_vanos As
Integer) As Double
'Declaración de variables locales
Dim t2 As Double
Dim L1_2 As Double
Dim T2_1 As Double
Dim T2_2 As Double
Dim EcuaciónSuma As Double
Dim matriz_1 As Double
Dim i As Integer
Dim pepe As Double
Dim h2_Catenaria As Double
EcuaciónSuma = 0
T2_1 = 0
T2_2 = 20000
t2 = (T2_1 + T2_2) / 2
h2_Catenaria = t2 / p2
'Calculamos por primera vez el la ecuación de la catanaria
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos '50 vanos en la aplicación definitiva
    'Longitud hilo en estado 2
    Vanos(matriz_1, 5) = Longitud(Vanos(matriz_1, 17), Vanos(matriz_1, 18),
h2_Catenaria)
    'Ecuación de la catanaria
    Vanos(matriz_1, 6) = Ecuación(Vanos(matriz_1, 15), Vanos(matriz_1, 3),
Vanos(matriz_1, 4), Vanos(matriz_1, 5), Coeficiente_Dilatación, Temperatura_Final,
Temperatura_Inicial, t2, Tensión_Inicial, Sección, Modulo_Elasticidad)
    EcuaciónSuma = EcuaciónSuma + Vanos(matriz_1, 6)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Do While Not (Abs(EcuaciónSuma) < 0.0000001)
    t2 = (T2_1 + T2_2) / 2
    h2_Catenaria = t2 / p2
    matriz_1 = 1
    EcuaciónSuma = 0
    For i = 1 To n_vanos 'Hasta 50 vanos
        'Longitud hilo en estado 2
        Vanos(matriz_1, 5) = Longitud(Vanos(matriz_1, 17), Vanos(matriz_1, 18),
h2_Catenaria)

```



```

        Vanos(matriz_1, 6) = Ecuación(Vanos(matriz_1, 1), Vanos(matriz_1, 3),
Vanos(matriz_1, 4), Vanos(matriz_1, 5), Coeficiente_Dilatación, Temperatura_Final,
Temperatura_Inicial, t2, Tensión_Inicial, Sección, Modulo_Elasticidad)
        'Pasamos el valor a, en vez de av1 y av2, porque será menor que estos, y nos
interesa Tm sea elevado, y como Tm=T*b/a, "a" interesa a bajo. Esto puede crear diferencias
con otras aplicaciones diferentes.
        EcuaciónSuma = EcuaciónSuma + Vanos(matriz_1, 6)
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
    If EcuaciónSuma < 0 Then
        T2_1 = t2
    Else
        T2_2 = t2
    End If
Loop
Bisección_Catenaria = t2
End Function
'FUNCIÓN PARA CALCULAR LA ECUACIÓN ECC DE LA CATENARIA
Public Function Ecuación(a As Double, b As Double, L_1 As Double, L_2 As Double,
Coeficiente_Dilatación As Double, Temperatura_Final As Double, Temperatura_Inicial As
Double, t2 As Double, t1 As Double, Sección As Double, Modulo_Elasticidad As Double) As
Double
    Ecuación = L_1 - L_2 + (Coeficiente_Dilatación * (Temperatura_Final -
Temperatura_Inicial) * L_1) + ((t2 - t1) * (b / a)) * L_1 / (Sección * Modulo_Elasticidad)
End Function

'FUNCIÓN PARA CALCULAR LA LONGITUD DEL CONDUCTOR EN UN VANO
Public Function Longitud(a As Double, d As Double, h As Double) As Double
    Longitud = (d ^ 2 + (h ^ 2) * 2 * (Application.WorksheetFunction.Cosh(a / h) - 1)) ^ (1
/ 2)
End Function

'Macro para calcular la TENSIÓN EN EL ESTADO FINAL con las ECUACIONES DE TRUXA
Public Function ECC_TRUXA(Tensión_Inicial As Double, p1 As Double, p2 As Double, n_vanos As
Integer, Vanos() As Double, conductor() As Double, Temperatura_Inicial As Double,
Temperatura_Final As Double) As Double
    'DECLARACIÓN DE VARIABLES
    Dim W As Double
    Dim m1 As Double
    Dim m2 As Double
    Dim t1 As Double
    Dim ar_TRUXA_1 As Double
    Dim ar_TRUXA_2 As Double 'Para tener en cuenta el viento
    Dim Landa_1 As Double
    Dim Landa_2 As Double 'Para tener en cuenta el viento
    Dim b As Double
    Dim k As Double
    Dim a As Double
    Dim t2 As Double
    Dim Tensión_Final As Double
    Dim Tau_1 As Double
    Dim Tau_2 As Double
    Dim libro As ThisWorkbook
    Dim dividendo As Double
    Dim divisor As Double
    Dim matriz_1 As Integer
    Dim i As Integer
    Dim Pp As Double
    Dim Sección As Double
    Dim Modulo_Elasticidad As Double
    Dim Coeficiente_Dilatación As Double
    Dim T2_Truxa As Double
    'ACTIVACIÓN VARIABLES WORKBOOKS
    Set libro = ThisWorkbook
    'CONTROL DE ERRORES
    On Error GoTo ErrorCálculo
    'Datos conductor
    Pp = conductor(1, 4)
    Sección = conductor(1, 3)
    Modulo_Elasticidad = conductor(1, 6)
    Coeficiente_Dilatación = conductor(1, 5)
    'CÁLCULOS PREVIOS
    'El cálculo de vano real (b) de cada vano ha sido calculado en el módulo
m3_ECC_Catenaria
    W = Pp / Sección
    m1 = p1 / Pp
    m2 = p2 / Pp

```

```

t1 = Tensión_Inicial / Sección
'VANO DE REGULACIÓN ESTADO INICIAL
'Calculamos Landa_1 ESTADO INICIAL
dividendo = 0
divisor = 0
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    dividendo = dividendo + ((Vanos(matriz_1, 3) ^ 3) / (Vanos(matriz_1, 15) ^ 2))
    divisor = divisor + ((Vanos(matriz_1, 3) ^ 2) / (Vanos(matriz_1, 15)))
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Landa_1 = dividendo / divisor
'Calculamos el siguiente factor para calcular el vano de regulación
dividendo = 0
divisor = 0
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    dividendo = dividendo + (Vanos(matriz_1, 15) ^ 3)
    divisor = divisor + ((Vanos(matriz_1, 3) ^ 2) / (Vanos(matriz_1, 15)))
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
ar_TRUXA_1 = Landa_1 * ((dividendo / divisor) ^ (1 / 2))
Tau_1 = t1 * Landa_1
'VANO DE REGULACIÓN ESTADO FINAL
'Calculamos Landa_2 ESTADO FINAL
dividendo = 0
divisor = 0
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    dividendo = dividendo + ((Vanos(matriz_1, 3) ^ 3) / (Vanos(matriz_1, 17) ^ 2))
    divisor = divisor + ((Vanos(matriz_1, 3) ^ 2) / (Vanos(matriz_1, 17)))
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
Landa_2 = dividendo / divisor
'Calculamos el siguiente factor para calcular el vano de regulación
dividendo = 0
divisor = 0
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    dividendo = dividendo + (Vanos(matriz_1, 17) ^ 3)
    divisor = divisor + ((Vanos(matriz_1, 3) ^ 2) / (Vanos(matriz_1, 17)))
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
ar_TRUXA_2 = Landa_2 * ((dividendo / divisor) ^ (1 / 2))
'Cálculos ECC TRUXA
b = (ar_TRUXA_2 ^ 2 * Modulo_Elasticidad * W ^ 2 * m2 ^ 2) / (24)
k = ((ar_TRUXA_1 ^ 2 * Modulo_Elasticidad * W ^ 2 * m1 ^ 2) / (24 * Tau_1 ^ 2)) - Tau_1
a = Coeficiente_Dilatación * Modulo_Elasticidad * (Temperatura_Final -
Temperatura_Inicial) + k
Tau_2 = Bisección_Truxa(a, b)
t2 = Tau_2 / Landa_2
T2_Truxa = t2 * Sección
ECC_TRUXA = T2_Truxa
Exit Function
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo:
    MsgBox ("Error en la macro TRUXA")
    Resume Next
End Function

Public Function Bisección_Truxa(a As Double, b As Double) As Double
    Dim t2 As Double
    Dim T2_1 As Double
    Dim T2_2 As Double
    T2_1 = 0
    T2_2 = 20000
    t2 = (T2_1 + T2_2) / 2
    Do While Not (Abs(t2 * t2 * (t2 + a) - b) < 0.00001)
        t2 = (T2_1 + T2_2) / 2
        If ((t2 * t2 * (t2 + a) - b) < 0) Then
            T2_1 = t2
        Else
            T2_2 = t2
        End If
    Loop
    Bisección_Truxa = t2
End Function

```

```

'Macro para calcular la TENSIÓN EN EL ESTADO FINAL con las ECUACIONES DE LA PARÁBOLA
Public Function ECC_PARÁBOLA(Tensión_Inicial As Double, p1 As Double, p2 As Double, n_vanos
As Integer, Vanos() As Double, conductor() As Double, Temperatura_Inicial As Double,
Temperatura_Final As Double) As Double
'DECLARACIÓN DE VARIABLES
Dim W As Double 'Cálculos previos
Dim m1 As Double
Dim m2 As Double
Dim t1 As Double
Dim ar_PARÁBOLA As Double 'Cálculos PARÁBOLA
Dim b As Double
Dim k As Double
Dim a As Double
Dim t2 As Double
Dim Tensión_Final As Double
Dim libro As ThisWorkbook
Dim dividendo As Double
Dim divisor As Double
Dim matriz_1 As Integer
Dim i As Integer
Dim Pp As Double
Dim Sección As Double
Dim Modulo_Elasticidad As Double
Dim Coeficiente_Dilatación As Double
Dim T2_Parábola As Double
'ACTIVACIÓN VARIABLES WORKBOOKS
Set libro = ThisWorkbook
'CONTROL DE ERRORES
On Error GoTo ErrorCálculo
'Datos conductor
Pp = conductor(1, 4)
Sección = conductor(1, 3)
Modulo_Elasticidad = conductor(1, 6)
Coeficiente_Dilatación = conductor(1, 5)
'CÁLCULOS PREVIOS
W = Pp / Sección
m1 = p1 / Pp
m2 = p2 / Pp
t1 = Tensión_Inicial / Sección
'VANO DE REGULACIÓN
dividendo = 0
divisor = 0
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    dividendo = dividendo + (Vanos(matriz_1, 1)) ^ 3
    divisor = divisor + Vanos(matriz_1, 1)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
ar_PARÁBOLA = (dividendo / divisor) ^ (1 / 2)
'Cálculos ECC Parábola
b = (ar_PARÁBOLA ^ 2 * Modulo_Elasticidad * W ^ 2 * m2 ^ 2) / (24)
k = ((ar_PARÁBOLA ^ 2 * Modulo_Elasticidad * W ^ 2 * m1 ^ 2) / (24 * t1 ^ 2)) - t1
a = Coeficiente_Dilatación * Modulo_Elasticidad * (Temperatura_Final -
Temperatura_Inicial) + k
t2 = Bisección_Parábola(a, b)
T2_Parábola = t2 * Sección
ECC_PARÁBOLA = T2_Parábola
Exit Function
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo:
MsgBox ("Error en la macro PARÁBOLA")
Resume Next
End Function
'FUNCIÓN DE LA BISECCIÓN PARA LAS ECUACIONES DE LA PARÁBOLA
Public Function Bisección_Parábola(a As Double, b As Double) As Double
Dim t2 As Double
Dim T2_1 As Double
Dim T2_2 As Double
T2_1 = 0
T2_2 = 20000
t2 = (T2_1 + T2_2) / 2
Do While Not (Abs(t2 * t2 * (t2 + a) - b) < 0.0000001)
    t2 = (T2_1 + T2_2) / 2
    If ((t2 * t2 * (t2 + a) - b) < 0) Then
        T2_1 = t2
    Else

```

```

        T2_2 = t2
    End If
Loop
Bisección_Parábola = t2
End Function

```

```

Option Base 1
Option Explicit

```

```

Public Function Cálculo_Flechas(método As String, h As Double, n_vanos As Integer, Aa() As Double, Desnivel() As Double, Vanos() As Double, p As Double)

```

```

    Dim Flechas_Finales() As Double
    ReDim Flechas_Finales(n_vanos, 1)
    Dim i As Integer
    Dim matriz_1 As Integer
    Dim a As Double
    Dim d As Double
    Dim b As Double
    Dim Th As Double
    Th = h * p
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos
        a = Aa(matriz_1, 1)
        d = Desnivel(matriz_1, 1)
        b = Vanos(matriz_1, 3)
        If método = "CATENARIA" Then
            Flechas_Finales(matriz_1, 1) = FLECHA_Catenaria(a, d, h)
        ElseIf método = "MÉTODO DE TRUXA" Then
            Flechas_Finales(matriz_1, 1) = FLECHA_Truxa(a, b, p, Th)
        ElseIf método = "PARÁBOLA" Then
            Flechas_Finales(matriz_1, 1) = FLECHA_Parábola(a, h)
        End If
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
    Cálculo_Flechas = Flechas_Finales
End Function

```

```

Public Function FLECHA_Catenaria(a As Double, d As Double, h As Double) As Double

```

```

    'Declaración de variables
    Dim z As Double
    Dim Xm As Double
    Dim X2 As Double
    Dim Y2 As Double
    Dim Xf As Double
    Dim Yf As Double
    Dim Flecha As Double
    'Cálculos previos
    z = d / (2 * h * (Application.WorksheetFunction.Sinh(a / (2 * h))))
    Xm = h * (Log(z + (z ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) 'Respecto los ejes
de la curva
    X2 = Xm + a / 2 'Respecto los ejes
de la curva
    Y2 = h * (Application.WorksheetFunction.Cosh(X2 / h)) 'Respecto los ejes de la curva
    Xf = h * (Log(d / a + ((d / a) ^ 2 + 1) ^ (1 / 2))) 'Respecto los ejes
de la curva
    Yf = h * (Application.WorksheetFunction.Cosh(Xf / h)) 'Respecto los ejes de la curva
    'Cálculo de la flecha
    FLECHA_Catenaria = Y2 - Yf - (X2 - Xf) * (d / a)
End Function

```

```

Public Function FLECHA_Truxa(a As Double, b As Double, p As Double, Th As Double)
    FLECHA_Truxa = ((a * p * b) / (8 * Th)) * (1 + ((a ^ 2 * (p ^ 2)) / (48 * (Th ^ 2))))
End Function

```

```

Public Function FLECHA_Parábola(a As Double, h As Double)
    FLECHA_Parábola = (a ^ 2) / (8 * h)
End Function

```

```

Option Base 1
Option Explicit

```

```

Public Function Cálculo_Textremo(método As String, Vanos() As Double, p As Double, THORIZONTAL As Double, n_vanos As Integer, Aa() As Double, Desnivel() As Double)

```

```

    Dim Vanos_Finales() As Double
    ReDim Vanos_Finales(n_vanos, 18)
    If método = "CATENARIA" Then

```

```

        Vanos_Finales = Textremo_CATENARIA(Vanos(), p, THORIZONTAL, n_vanos, Aa(),
Desnivel())
    ElseIf método = "MÉTODO DE TRUXA" Then
        Vanos_Finales = Textremo_TRUXA(Vanos(), p, THORIZONTAL, n_vanos, Aa(),
Desnivel())
    ElseIf método = "PARÁBOLA" Then
        Vanos_Finales = Textremo_PARÁBOLA(Vanos(), p, THORIZONTAL, n_vanos, Aa())
    End If
    Cálculo_Textremo = Vanos_Finales
End Function

Public Function Textremo_CATENARIA(Vanos() As Double, p As Double, THORIZONTAL As Double,
n_vanos As Integer, Aa() As Double, Desnivel() As Double)
'DECLARACIÓN DE VARIABLES
    Dim d As Double
    Dim a As Double
    Dim h As Double
    Dim T_extremo_IZQ As Double
    Dim T_extremo_DER As Double
    Dim b As Double
    Dim matriz_1 As Integer
    Dim i As Integer
'CONTROL DE ERRORES
    On Error GoTo ErrorCálculo
'INICIO BUCLE. Cálculo de vanos
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos 'Hasta 50 vanos
        d = Desnivel(matriz_1, 1)
        a = Aa(matriz_1, 1)
        b = Vanos(matriz_1, 3)
        'CÁLCULO DE LA TENSIÓN EN LOS EXTREMOS
        h = THORIZONTAL / p
        T_extremo_IZQ = p * h * (WorksheetFunction.Cosh((h * WorksheetFunction.Ln((d / (2 *
h * WorksheetFunction.Sinh(a / (2 * h)))) + (((d / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(a / (2
* h)))) ^ 2) + 1) ^ (1 / 2))) - (a / 2) / h)
        T_extremo_DER = p * h * (WorksheetFunction.Cosh((h * WorksheetFunction.Ln((d / (2 *
h * WorksheetFunction.Sinh(a / (2 * h)))) + (((d / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(a / (2
* h)))) ^ 2) + 1) ^ (1 / 2))) + (a / 2) / h)
        'Resultados a la matriz Vanos()
        Vanos(matriz_1, 8) = T_extremo_IZQ
        Vanos(matriz_1, 9) = T_extremo_DER
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
'ReSULTADO
    Textremo_CATENARIA = Vanos
    Exit Function
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo: MsgBox ("ERROR EN EL CÁLCULO DE LA TENSIÓN EN LOS EXTREMOS")
    Resume Next
End Function

Public Function Textremo_TRUXA(Vanos() As Double, p As Double, THORIZONTAL As Double,
n_vanos As Integer, Aa() As Double, Desnivel() As Double)
'DECLARACIÓN DE VARIABLES
    Dim d As Double
    Dim a As Double
    Dim h As Double
    Dim T_extremo_IZQ As Double
    Dim T_extremo_DER As Double
    Dim b As Double
    Dim matriz_1 As Integer
    Dim i As Integer
'CONTROL DE ERRORES
    On Error GoTo ErrorCálculo
'INICIO BUCLE. Cálculo de vanos
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos 'Hasta 50 vanos
        d = Desnivel(matriz_1, 1)
        a = Aa(matriz_1, 1)
        b = Vanos(matriz_1, 3)
        h = THORIZONTAL / p
        T_extremo_IZQ = THORIZONTAL * (b / a) + p * ((a * b / (8 * h)) * (1 + (a ^ 2 / (48
* h ^ 2))) - d / 2)
        T_extremo_DER = THORIZONTAL * (b / a) + p * ((a * b / (8 * h)) * (1 + (a ^ 2 / (48
* h ^ 2))) + d / 2)
        'Resultados a la matriz Vanos()
        Vanos(matriz_1, 8) = T_extremo_IZQ

```

```

        Vanos(matriz_1, 9) = T_extremo_DER
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
'ReSULTADO
    Textremo_TRUXA = Vanos
    Exit Function
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo: MsgBox ("ERROR EN EL CÁLCULO DE LA TENSIÓN EN LOS EXTREMOS")
    Resume Next
End Function

Public Function Textremo_PARÁBOLA(Vanos() As Double, p As Double, THORIZONTAL As Double,
n_vanos As Integer, Aa() As Double)
'DECLARACIÓN DE VARIABLES
    'Dim d As Double
    Dim a_parábola As Double
    'Dim h As Double
    Dim T_extremo_IZQ As Double
    Dim T_extremo_DER As Double
    'Dim b As Double
    Dim matriz_1 As Integer
    Dim i As Integer
'CONTROL DE ERRORES
    On Error GoTo ErrorCálculo
'INICIO BUCLE. Cálculo de vanos
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos 'Hasta 50 vanos
        a_parábola = Aa(matriz_1, 1)
        'FÓRMULAS DE LA PARÁBOLA. VANO A NIVEL
        T_extremo_IZQ = THORIZONTAL + ((a_parábola ^ 2) * (p ^ 2)) / (8 * THORIZONTAL)
        T_extremo_DER = T_extremo_IZQ
        'Resultados a la matriz Vanos()
        Vanos(matriz_1, 8) = T_extremo_IZQ
        Vanos(matriz_1, 9) = T_extremo_IZQ
        matriz_1 = matriz_1 + 1
    Next
'ReSULTADO
    Textremo_PARÁBOLA = Vanos
    Exit Function
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo: MsgBox ("ERROR EN EL CÁLCULO DE LA TENSIÓN EN LOS EXTREMOS")
    Resume Next
End Function

```

```

Option Base 1
Option Explicit

```

Public Function Cálculo_Th(método As String, Vanos() As Double, T_límite As Double, p As Double, n_vanos As Integer, CargaRotura As Double, Desnivel() As Double, Aa() As Double)

```

    Dim Th_Finales() As Double
    ReDim Th_Finales(n_vanos, 1)

    If método = "CATENARIA" Then
        Th_Finales() = TH_CATENARIA(Vanos(), T_límite, p, n_vanos, CargaRotura, Desnivel(),
Aa())
    ElseIf método = "MÉTODO DE TRUXA" Then
        Th_Finales() = TH_TRUXA(Vanos(), T_límite, p, n_vanos, CargaRotura, Desnivel(),
Aa())
    ElseIf método = "PARÁBOLA" Then
        Th_Finales() = TH_PARÁBOLA(Vanos(), T_límite, p, n_vanos)
    End If
    Cálculo_Th = Th_Finales
End Function

```

Public Function TH_CATENARIA(Vanos() As Double, T_límite As Double, p As Double, n_vanos As Integer, CargaRotura As Double, Desnivel() As Double, Aa() As Double)

```

'DECLARACIÓN DE VARIABLES
    Dim RESULTADO() As Double
    Dim matriz_1 As Integer
    Dim i As Integer
    Dim CoefSeguridad As Double
    Dim d As Double
    Dim vano As Double
    Dim h_max As Integer
    Dim hh_max As Double
    Dim z As Double
    'Dim Xm As Double

```

```

'Dim X_extremo As Double
Dim THORIZONTAL As Double
Dim h_cálculo As Double
Dim T_extremo_inferior As Double
Dim bb As Double
Dim conta As Double
'CONTROL DE ERRORES
  On Error GoTo ErrorCálculo
  ReDim RESULTADO(n_vanos, 1)
'CÁLCULOS PREVIOS
'CargaRotura = li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("B2").Value
  CoefSeguridad = 2.5
  hh_max = ((CargaRotura / CoefSeguridad) / p) + 300      'Añadimos 300 porque puede dar
error cuando Thorizontal está muy cerca de T_max (osea h muy próximo a hh_max) puede dar
error
  h_max = Fix(hh_max)
'INICIO BUCLE. Cálculo de vanos
  matriz_1 = 1
  For i = 1 To n_vanos      'Hasta 50 vanos
    hh_max = ((CargaRotura / CoefSeguridad) / p) + 300
    d = Desnivel(matriz_1, 1)
    vano = Aa(matriz_1, 1)      'Existe un límite en 1419 m para un d determinado. Debido
a límite del cálculo del senh por parte del excel 2010. Con la calculadora de windows se
puede aumentar los metros
    bb = Vanos(matriz_1, 3)
    'Calculamos el número de RAÍCES (Ceros)
    conta = Raíces(d, vano, p, T_límite, h_max)
    'Cálculo de la TENSIÓN HORIZONTAL. FÓRMULAS DE LA CATENARIA
    If conta > 0 Then      'Este IF es por que puede que no haya raíces, osea que no haya
solución
      h_cálculo = Bisección_H(conta, hh_max, d, vano, p, T_límite)
      THORIZONTAL = h_cálculo * p
      'Cálculo de la TENSIÓN EN EL EXTREMO OPUESTO      ¡MENOR!
      T_extremo_inferior = T_límite - Abs(d) * p
    Else
      'li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("D2").Value = "NO EXISTE SOLUCIÓN"
      'Range("D6:G6").Select      'Borramos las celdas de números
      'Selection.ClearContents
    End If
    RESULTADO(matriz_1, 1) = THORIZONTAL
    matriz_1 = matriz_1 + 1
  Next
'RESULTADO
  TH_CATENARIA = RESULTADO
Exit Function
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo:      MsgBox ("ERROR EN EL CÁLCULO DE LA TENSIÓN HORIZONTAL. PUEDE QUE NO
EXISTA SOLUCIÓN")
  Resume Next
End Function

Public Function Bisección_H(a As Double, b As Double, d As Double, vano As Double, p As
Double, T_límite As Double) As Double
  Dim xr As Double
  xr = ((a + b) / 2)
  Do While Not (Abs(Función_H(d, xr, vano, p, T_límite)) < 0.01)
    xr = ((a + b) / 2)
    If ((Función_H(d, a, vano, p, T_límite) * Función_H(d, xr, vano, p, T_límite)) < 0)
Then
      b = xr
    Else
      a = xr
    End If
  Loop
  Bisección_H = xr
End Function
Public Function Función_H(d As Double, h As Double, vano As Double, p As Double, T_límite
As Double) As Double
  Dim z As Double
  Dim Xm As Double
  Dim X_extremo As Double
  z = d / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(vano / (2 * h)))
  Xm = h * WorksheetFunction.Ln(z + ((z ^ 2 + 1) ^ (1 / 2)))
  If d = 0 Or d < 0 Then
    X_extremo = Xm - vano / 2
  Else
    X_extremo = Xm + vano / 2
  End If
End Function

```

```

    End If
    Función_H = (h * WorksheetFunction.Cosh(X_extremo / h) * p) - T_límite
End Function
Public Function Raíces(d As Double, vano As Double, p As Double, T_límite As Double, h_max
As Integer) As Double
    Dim m As Integer
    Dim k As Integer
    Dim contador1 As Integer
    k = 1
    m = 1
    contador1 = Sgn(FunciónCONTA(d, k, vano, p, T_límite))
    For k = 2 To h_max
        If Sgn(FunciónCONTA(d, k, vano, p, T_límite)) = 0 Then
            ElseIf Sgn(FunciónCONTA(d, k, vano, p, T_límite)) <> contador1 Then
                contador1 = Sgn(FunciónCONTA(d, k, vano, p, T_límite))
                m = k
            End If
        Next k
        Raíces = m - 1
    End Function
';;;;Utilizamos otra función para calcular porque h debe ser integer para buscar las
raíces, y en el cálculo de h, h debe ser double!!!!!!!
Public Function FunciónCONTA(d As Double, h As Integer, vano As Double, p As Double,
T_límite As Double) As Double
    Dim z As Double
    Dim Xm As Double
    Dim X_extremo As Double
    z = (d / (2 * h * WorksheetFunction.Sinh(vano / (2 * h))))
    Xm = h * WorksheetFunction.Ln(z + ((z ^ 2 + 1) ^ (1 / 2)))
    If d = 0 Or d < 0 Then
        X_extremo = Xm - vano / 2
    Else
        X_extremo = Xm + vano / 2
    End If
    FunciónCONTA = (h * WorksheetFunction.Cosh(X_extremo / h) * p) - T_límite
End Function

Public Function TH_TRUXA(Vanos() As Double, T_límite As Double, p As Double, n_vanos As
Integer, CargaRotura As Double, Desnivel() As Double, Aa() As Double)
'DECLARACIÓN DE VARIABLES
    Dim RESULTADO() As Double
    Dim matriz_1 As Integer
    Dim i As Integer
    Dim CoefSeguridad As Double
    Dim d As Double
    Dim vano As Double
    'Dim h As Double
    'Dim Xm As Double
    'Dim X_extremo As Doule
    Dim THORIZONTAL As Double
    Dim h_cálculo As Double
    'Dim T_extremo_inferior As Double
    'Dim bb As Double
    Dim conta As Double
    Dim T_extremo_inferior As Double
    Dim bb As Double
    Dim T_maxTR As Integer
    Dim TT_maxTR As Double
    Dim T_cálculo As Double
    Dim T_límiteTR As Double
    Dim THOR_Truxa As Double
    Dim contaTR As Double
'CONTROL DE ERRORES
    On Error GoTo ErrorCálculo
    ReDim RESULTADO(n_vanos, 1)
'CÁLCULOS PREVIOS
    CargaRotura = li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("B2").Value
    CoefSeguridad = 2.5
    TT_maxTR = ((CargaRotura / CoefSeguridad)) + 300 'Añadimos 300 porque puede dar
error cuando Thorizortal está muy cerca de T_max (osea h muy próximo a hh_max) puede dar
error
    T_maxTR = Fix(TT_maxTR)
    T_límiteTR = T_límite
'INICIO BUCLE. Cálculo de vanos
    matriz_1 = 1
    For i = 1 To n_vanos 'Hasta 50 vanos
        T_límiteTR = T_límite
    
```



```

    d = Desnivel(matriz_1, 1)
    vano = Aa(matriz_1, 1) 'Existe un límite en 1419 m para un d determinado. Debido
a límite del cálculo del senh por parte del excel 2010. Con la calculadora de windows se
puede aumentar los metros
    bb = Vanos(matriz_1, 3)
    d = Abs(d)
    'Calculamos el número de RAÍCES (Ceros)
    contaTR = RaícesTR(d, vano, p, T_límiteTR, T_maxTR, bb)
    'Cálculo de la TENSIÓN HORIZONTAL. FÓRMULAS DE LA TRUXA
    If contaTR > 0 Then 'Este IF es por que puede que no haya raíces, osea que no
haya solución
        T_cálculo = Bisección_H_TR(contaTR, T_límiteTR, d, vano, p, T_límite, bb)
        'Cálculo de la TENSIÓN EN EL EXTREMO OPUESTO ;MENOR!
        T_extremo_inferior = T_límite - Abs(d) * p
    Else
        'li.Worksheets("TENSIÓN HORIZONTAL").Range("D11").Value = "NO EXISTE SOLUCIÓN"
        'Range("D15:G15").Select 'Borramos las celdas de números
        'Selection.ClearContents
    End If
    RESULTADO(matriz_1, 1) = T_cálculo
    matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'RESULTADO
TH_TRUXA = RESULTADO
Exit Function
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo: MsgBox ("ERROR EN EL CÁLCULO DE LA TENSIÓN HORIZONTAL. PUEDE QUE NO
EXISTA SOLUCIÓN")
Resume Next
End Function

Public Function Bisección_H_TR(a As Double, b As Double, d As Double, vano As Double, p As
Double, T_límite As Double, bb As Double)
    Dim xr As Double
    xr = ((a + b) / 2)
    Do While Not (Abs(Función_H_TR(d, xr, vano, p, T_límite, bb)) < 1010000)
        xr = ((a + b) / 2)
        If ((Función_H_TR(d, a, vano, p, T_límite, bb) * Función_H_TR(d, xr, vano, p,
T_límite, bb)) < 0) Then
            b = xr
            'T_límite = CargaRotura / CoefSeguridad
        Else
            a = xr
        End If
    Loop
    Bisección_H_TR = xr
End Function
Public Function Función_H_TR(d As Double, T As Double, vano As Double, p As Double,
T_límite As Double, bb As Double) As Double
    Función_H_TR = (T ^ 4) * (48 * 8 * bb) + (T ^ 3) * (4 * 48 * d * p * vano - T_límite *
vano * 8 * 48) + (T ^ 2) * ((vano ^ 2) * bb * (p ^ 2) * 48) + ((vano ^ 4) * bb * (p ^ 4))
End Function
Public Function RaícesTR(d As Double, vano As Double, p As Double, T_límite As Double,
T_maxTR As Integer, bb As Double) As Double
    Dim m As Integer
    Dim k As Integer
    Dim contador1_TR As Integer
    k = 1
    m = 1
    contador1_TR = Sgn(FunciónCONTA_TR(d, k, vano, p, T_límite, bb))
    For k = 2 To T_maxTR
        If Sgn(FunciónCONTA_TR(d, k, vano, p, T_límite, bb)) = 0 Then
            ElseIf Sgn(FunciónCONTA_TR(d, k, vano, p, T_límite, bb)) <> contador1_TR Then
                contador1_TR = Sgn(FunciónCONTA_TR(d, k, vano, p, T_límite, bb))
                m = k
            End If
        End If
    Next k
    RaícesTR = m - 1
End Function
';;;;;Utilizamos otra función para calcular porque h debe ser integer para buscar las
raíces, y en el cálculo de h, h debe ser double!!!!!!!!!!
Public Function FunciónCONTA_TR(d As Double, T As Integer, vano As Double, p As Double,
T_límite As Double, bb As Double) As Double
    FunciónCONTA_TR = (T ^ 4) * (48 * 8 * bb) + (T ^ 3) * (4 * 48 * d * p * vano - T_límite
* vano * 8 * 48) + (T ^ 2) * ((vano ^ 2) * bb * (p ^ 2) * 48) + ((vano ^ 4) * bb * (p ^ 4))
End Function

```

```

Public Function TH_PARÁBOLA(Vanos() As Double, T_límite As Double, p As Double, n_vanos As Integer)
'DECLARACIÓN DE VARIABLES
  Dim d As Double
  Dim THOR_Para As Double
  Dim h_cálculo_Para As Double
  Dim a_parábola As Double
  Dim RESULTADO() As Double
  Dim matriz_1 As Integer
  Dim i As Integer
'CONTROL DE ERRORES
  On Error GoTo ErrorCálculo
  ReDim RESULTADO(n_vanos, 1)
'INICIO BUCLE. Cálculo de vanos
  matriz_1 = 1
  For i = 1 To n_vanos 'Hasta 50 vanos
  'TOMA DE DATOS
    'd = Vanos(matriz_1, 2)
    a_parábola = Vanos(matriz_1, 1) 'Existe un límite en 1419 m para un
d determinado. Debido a límite del cálculo del senh por parte del excel 2010. Con la
calculadora de windows se puede aumentar los metros
    'Cálculo de la TENSÓN HORIZONTAL. FÓRMULAS DE LA PARÁBOLA
    If ((T_límite ^ 2) - ((a_parábola ^ 2) * (p ^ 2)) / 2)) >= 0 Then 'IF
para que la raíz cuadrada no de error
      THOR_Para = (T_límite + (((T_límite ^ 2) - ((a_parábola ^ 2) * (p ^ 2)) / 2))
^ (1 / 2))) / (2)
      h_cálculo_Para = THOR_Para / p
    End If
    RESULTADO(matriz_1, 1) = THOR_Para
    matriz_1 = matriz_1 + 1
  Next
'ReSULTADO
  TH_PARÁBOLA = RESULTADO
  Exit Function
'CONTROL DE ERRORES
ErrorCálculo: MsgBox ("ERROR EN EL CÁLCULO DE LA TENSIÓN HORIZONTAL")
  Resume Next
End Function

```

```

Option Base 1
Option Explicit

```

```

'Localiza el máximo valor de un grupo de valores
Public Function Máximo(Vanos() As Double, n_vanos As Integer) As Double
  Dim i As Integer
  Dim matriz_1 As Integer
  Dim valor_máximo As Double
  valor_máximo = 0
  matriz_1 = 1
  For i = 1 To n_vanos
    If valor_máximo < Vanos(matriz_1, 8) Then
      valor_máximo = Vanos(matriz_1, 8)
    End If
    If valor_máximo < Vanos(matriz_1, 9) Then
      valor_máximo = Vanos(matriz_1, 9)
    End If
    matriz_1 = matriz_1 + 1
  Next
  Máximo = valor_máximo
End Function

'Localiza el máximo valor de un grupo de valores
Public Function Mínimo(Vanos() As Double, n_vanos As Integer) As Double
  Dim i As Integer
  Dim matriz_1 As Integer
  Dim valor_mínimo As Double
  valor_mínimo = 10000000
  matriz_1 = 1
  For i = 1 To n_vanos
    If valor_mínimo > Vanos(matriz_1, 1) Then
      valor_mínimo = Vanos(matriz_1, 1)
    End If
    matriz_1 = matriz_1 + 1
  Next
  Mínimo = valor_mínimo
End Function

```

```
Option Base 1
Option Explicit
```

```
*
_
```

```
Dim XX As Integer
Dim J As Integer
Dim i As Integer
Dim matriz_1 As Integer
Dim otro_i As Integer
Dim Tmayor As Double
Dim Guarda_XX As Integer
Dim ccantón As Integer 'Variable para pasar de que cantón se trata. Primero para el VIR
Dim Tenemos_vanos As Integer
XX = 1
J = 1 'Número de cantón, pero referido a los válidos, no a los 20.
Guarda_XX = XX
Tenemos_vanos = 0
'CANTÓN N°1
If Cantón_1_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ccantón = 1
  Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_1_n_vanos, Cantón_1_Vanos(), Cantón_1_CM_TT(),
Cantón_1_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
  J = J + 1
  XX = Guarda_XX + Cantón_1_n_vanos
  Guarda_XX = XX
  Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_1_n_vanos
End If
'CANTÓN N°2
If Cantón_2_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ccantón = 2
  Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_2_n_vanos, Cantón_2_Vanos(), Cantón_2_CM_TT(),
Cantón_2_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
  J = J + 1
  XX = Guarda_XX + Cantón_2_n_vanos
  Guarda_XX = XX
  Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_2_n_vanos
End If
'CANTÓN N°3
If Cantón_3_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ccantón = 3
  Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_3_n_vanos, Cantón_3_Vanos(), Cantón_3_CM_TT(),
Cantón_3_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
  J = J + 1
  XX = Guarda_XX + Cantón_3_n_vanos
  Guarda_XX = XX
  Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_3_n_vanos
End If
'CANTÓN N°4
If Cantón_4_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ccantón = 4
  Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_4_n_vanos, Cantón_4_Vanos(), Cantón_4_CM_TT(),
Cantón_4_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
  J = J + 1
  XX = Guarda_XX + Cantón_4_n_vanos
  Guarda_XX = XX
  Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_4_n_vanos
End If
'CANTÓN N°5
If Cantón_5_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ccantón = 5
  Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_5_n_vanos, Cantón_5_Vanos(), Cantón_5_CM_TT(),
Cantón_5_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
  J = J + 1
  XX = Guarda_XX + Cantón_5_n_vanos
  Guarda_XX = XX
  Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_5_n_vanos
```

```

End If
'CANTÓN N°6
If Cantón_6_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ccantón = 6
  Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_6_n_vanos, Cantón_6_Vanos(), Cantón_6_CM_TT(),
Cantón_6_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
  J = J + 1
  XX = Guarda_XX + Cantón_6_n_vanos
  Guarda_XX = XX
  Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_6_n_vanos
End If
'CANTÓN N°7
If Cantón_7_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ccantón = 7
  Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_7_n_vanos, Cantón_7_Vanos(), Cantón_7_CM_TT(),
Cantón_7_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
  J = J + 1
  XX = Guarda_XX + Cantón_7_n_vanos
  Guarda_XX = XX
  Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_7_n_vanos
End If
'CANTÓN N°8
If Cantón_8_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ccantón = 8
  Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_8_n_vanos, Cantón_8_Vanos(), Cantón_8_CM_TT(),
Cantón_8_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
  J = J + 1
  XX = Guarda_XX + Cantón_8_n_vanos
  Guarda_XX = XX
  Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_8_n_vanos
End If
'CANTÓN N°9
If Cantón_9_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ccantón = 9
  Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_9_n_vanos, Cantón_9_Vanos(), Cantón_9_CM_TT(),
Cantón_9_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
  J = J + 1
  XX = Guarda_XX + Cantón_9_n_vanos
  Guarda_XX = XX
  Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_9_n_vanos
End If
'CANTÓN N°10
If Cantón_10_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ccantón = 10
  Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_10_n_vanos, Cantón_10_Vanos(), Cantón_10_CM_TT(),
Cantón_10_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
  J = J + 1
  XX = Guarda_XX + Cantón_10_n_vanos
  Guarda_XX = XX
  Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_10_n_vanos
End If
'CANTÓN N°11
If Cantón_11_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else
  ccantón = 11
  Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_11_n_vanos, Cantón_11_Vanos(), Cantón_11_CM_TT(),
Cantón_11_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
  J = J + 1
  XX = Guarda_XX + Cantón_11_n_vanos
  Guarda_XX = XX
  Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_11_n_vanos
End If
'CANTÓN N°12
If Cantón_12_n_vanos = 0 Then
  'Nada
Else

```

```

        ccantón = 12
        Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_12_n_vanos, Cantón_12_Vanos(), Cantón_12_CM_TT(),
Cantón_12_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
        J = J + 1
        XX = Guarda_XX + Cantón_12_n_vanos
        Guarda_XX = XX
        Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_12_n_vanos
    End If
'CANTÓN N°13
    If Cantón_13_n_vanos = 0 Then
        'Nada
    Else
        ccantón = 13
        Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_13_n_vanos, Cantón_13_Vanos(), Cantón_13_CM_TT(),
Cantón_13_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
        J = J + 1
        XX = Guarda_XX + Cantón_13_n_vanos
        Guarda_XX = XX
        Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_13_n_vanos
    End If
'CANTÓN N°14
    If Cantón_14_n_vanos = 0 Then
        'Nada
    Else
        ccantón = 14
        Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_14_n_vanos, Cantón_14_Vanos(), Cantón_14_CM_TT(),
Cantón_14_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
        J = J + 1
        XX = Guarda_XX + Cantón_14_n_vanos
        Guarda_XX = XX
        Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_14_n_vanos
    End If
'CANTÓN N°15
    If Cantón_15_n_vanos = 0 Then
        'Nada
    Else
        ccantón = 15
        Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_15_n_vanos, Cantón_15_Vanos(), Cantón_15_CM_TT(),
Cantón_15_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
        J = J + 1
        XX = Guarda_XX + Cantón_15_n_vanos
        Guarda_XX = XX
        Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_15_n_vanos
    End If
'CANTÓN N°16
    If Cantón_16_n_vanos = 0 Then
        'Nada
    Else
        ccantón = 16
        Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_16_n_vanos, Cantón_16_Vanos(), Cantón_16_CM_TT(),
Cantón_16_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
        J = J + 1
        XX = Guarda_XX + Cantón_16_n_vanos
        Guarda_XX = XX
        Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_16_n_vanos
    End If
'CANTÓN N°17
    If Cantón_17_n_vanos = 0 Then
        'Nada
    Else
        ccantón = 17
        Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_17_n_vanos, Cantón_17_Vanos(), Cantón_17_CM_TT(),
Cantón_17_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
        J = J + 1
        XX = Guarda_XX + Cantón_17_n_vanos
        Guarda_XX = XX
        Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_17_n_vanos
    End If
'CANTÓN N°18
    If Cantón_18_n_vanos = 0 Then
        'Nada
    Else
        ccantón = 18
        Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_18_n_vanos, Cantón_18_Vanos(), Cantón_18_CM_TT(),
Cantón_18_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
        J = J + 1
        XX = Guarda_XX + Cantón_18_n_vanos

```

```

        Guarda_XX = XX
        Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_18_n_vanos
    End If
'CANTÓN N°19
    If Cantón_19_n_vanos = 0 Then
        'Nada
    Else
        ccantón = 19
        Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_19_n_vanos, Cantón_19_Vanos(), Cantón_19_CM_TT(),
Cantón_19_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
        J = J + 1
        XX = Guarda_XX + Cantón_19_n_vanos
        Guarda_XX = XX
        Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_19_n_vanos
    End If
'CANTÓN N°20
    If Cantón_20_n_vanos = 0 Then
        'Nada
    Else
        ccantón = 20
        Call ESCRIBIR(J, XX, Cantón_20_n_vanos, Cantón_20_Vanos(), Cantón_20_CM_TT(),
Cantón_20_Características(), ccantón, Tenemos_vanos)
        J = J + 1
        XX = Guarda_XX + Cantón_20_n_vanos
        Guarda_XX = XX
        Tenemos_vanos = Tenemos_vanos + Cantón_20_n_vanos
    End If
'TEXTOS TABLA CÁLCULO MECÁNICO
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("DESCRIPCIÓN") = Línea_1
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TM") = Línea_2
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TÍTULO") = "TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("ZONA") = "ZONA " & Zona
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("ECUACIONES") = "Tipo de ecuaciones
utilizadas: " & Ecuaciones
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("CONSIDERACIÓN_VIENTO") = "¿Consideración
del desvío de la curva por la acción del viento?: " & viento
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("Vv") = "Vv= " & Vv & " km/h"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("T_H1") = Temperatura_H1 & " °C"
If HV = "SI" Then
    TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("HIPÓTESIS_SEGUNDA") = "HIPÓTESIS DE
HIELO+VIENTO"
Else
    TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("HIPÓTESIS_SEGUNDA") = "HIPÓTESIS DE
HIELO"
End If
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("T_H2") = Temperatura_H2 & " °C"
If HV = "SI" Then
    TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("m_H2") = "m = Hielo + V60"
Else
    TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("m_H2") = "m = Hielo"
End If
If Cantón_1_Características(1, 4) = "EDS [%]" Then
    TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("EDS_CHS") = "EDS"
Else
    TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("EDS_CHS") = "CHS"
End If
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("T_FENÓMENOS") =
Temperatura_Fenómenos_Vibratorios & " °C"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("T_FLECHA_TEMPERATURA") =
Temperatura_Fmax_T & " °C"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("FLUENCIA") = "Fluencia= " & Creep & " %"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("ERROR") = "Error fort.= " &
Errores_Fortuitos & " m"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("T_FLECHA_MÍNIMA") = Temperatura_Fmin & "
°C"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("T_VMITAD") = Temperatura_Vmitad & " °C"
'TEXTOS TABLA DE TENDIDO
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("DESCRIPCIÓN") = Línea_1
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TM") = Línea_2
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TÍTULO") = "TABLA DE TENDIDO"
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("ZONA") = "ZONA " & Zona
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("ECUACIONES_TT") = "Tipo de ecuaciones utilizadas:
" & Ecuaciones
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("FLUENCIA_TT") = "FLUENCIA: " & Fluencia_Inicial &
" °C MENOS"
'ZONA DE IMPRESIÓN TABLA CÁLCULO MECÁNICO
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Select

```

```

ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(-9, 0),
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XX - 1, 18)).Select
'ZONA DE IMPRESIÓN TABLA TENDIDO
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Select
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(-9, 0),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XX - 1, 27)).Select
'TERMINAMOS EN LA TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Select
End Sub

Public Function ESCRIBIR(JJ As Integer, XXX As Integer, n_vanos As Integer, Vanos() As
Double, CM_TT() As Double, características() As String, cc As Integer, Tramo As Integer)
Dim otro_i As Integer
Dim i As Integer
Dim matriz_1 As Integer
Dim Tmayor As Double
Dim Guarda_J As Integer
Dim Guarda_XXX As Integer
Dim n_vanos_tt As Integer
Dim n_cantón As Integer
Dim JJj As Integer
'FORMATO DE CELDAS EN EL TRAMO--- TABLA CÁLCULO MECÁNICO. HAY QUE HACERLO ANTES DE
ESCRIBIR
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Select
'DESBLOQUEAMOS
ActiveSheet.Unprotect
'Cantón
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 0),
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + (n_vanos), 0)).Select
Selection.NumberFormat = "General"
'TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO
'Cantón
Guarda_J = JJ
n_cantón = JJ
Guarda_XXX = XXX
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 1) = n_cantón
'Tramo
For i = 1 To n_vanos
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 0) = "" &
Tramo + i & "-" & Tramo + i + 1
'Tramo = Tramo + 1
XXX = XXX + 1
Next
JJj = Guarda_J
XXX = Guarda_XXX
'Vano y Desnivel
otro_i = 0
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + otro_i,
2) = Vanos(matriz_1, 1)
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + otro_i,
3) = Vanos(matriz_1, 2)
otro_i = otro_i + 1
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'VIR
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 4) = VIR(cc,
1)
'Coeficiente de Seguridad
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 5) = CM_TT(1,
1)
'Tensión en los extremos
otro_i = 0
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
If Vanos(matriz_1, 8) > Vanos(matriz_1, 9) Then
Tmayor = Vanos(matriz_1, 8)
Else
Tmayor = Vanos(matriz_1, 9)
End If
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 6) =
Tmayor
otro_i = otro_i + 1
matriz_1 = matriz_1 + 1
XXX = XXX + 1

```

```

Next
XXX = Guarda_XXX
'Conductor
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 7) =
características(1, 2)
'Th_H1
3) TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 8) = CM_TT(1,
'Th_H2
'If Zona = "B" Or Zona = "C" Then
CM_TT(1, 4) TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 9) =
Else
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 9) = " "
End If
'Th_Fenómenos Vibratorios
5) TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 10) = CM_TT(1,
'Porcentaje Fenómenos Vibratorios
6) TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 11) = CM_TT(1,
'Flecha máxima Viento
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 12) =
CM_TT(matriz_1, 7)
matriz_1 = matriz_1 + 1
XXX = XXX + 1
Next
XXX = Guarda_XXX

'Flecha máxima Temperatura
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
CM_TT(matriz_1, 8) TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 13) =
matriz_1 = matriz_1 + 1
XXX = XXX + 1
Next
XXX = Guarda_XXX

If Zona = "B" Or Zona = "C" Then
'Flecha máxima Hielo
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
CM_TT(matriz_1, 9) TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 14) =
matriz_1 = matriz_1 + 1
XXX = XXX + 1
Next
XXX = Guarda_XXX
Else
'Nada
End If
'Flecha mínima
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
CM_TT(matriz_1, 10) TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 15) =
matriz_1 = matriz_1 + 1
XXX = XXX + 1
Next
XXX = Guarda_XXX
'T_viento_mitad
11) TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 16) = CM_TT(1,
'h fmax
12) TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 17) = CM_TT(1,
'h fmin
13) TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 18) = CM_TT(1,
'TABLA DE TENDIDO
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Select
'DESBLOQUEAMOS
ActiveSheet.Unprotect
'n_vanos = n_vanos - 1

```



```

n_vanos_tt = n_vanos - 1
'FORMATO DE CELDAS EN EL TRAMO--- TABLA CÁLCULO MECÁNICO. HAY QUE HACERLO ANTES DE
ESCRIBIR
'Cantón
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 0),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + (n_vanos_tt), 0)).Select
Selection.NumberFormat = "General"
'Cantón
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 1) = n_cantón
'Tramo
For i = 1 To n_vanos
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 0) = "" & Tramo + i
& "-" & Tramo + i + 1
'JJj = JJj + 1
XXX = XXX + 1
Next
XXX = Guarda_XXX
'Vano y Desnivel
otro_i = 0
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + otro_i, 2) =
Vanos(matriz_1, 1)
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + otro_i, 3) =
Vanos(matriz_1, 2)
otro_i = otro_i + 1
matriz_1 = matriz_1 + 1
Next
'VIR
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 4) = VIR(cc, 1)
'Conductor
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 5) = características(1,
2)
'T1
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 6) = CM_TT(1, 14)
'Flecha 1
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 7) = CM_TT(matriz_1,
15)
matriz_1 = matriz_1 + 1
XXX = XXX + 1
Next
XXX = Guarda_XXX
'T2
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 8) = CM_TT(1, 16)
'Flecha 2
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 9) = CM_TT(matriz_1,
17)
matriz_1 = matriz_1 + 1
XXX = XXX + 1
Next
XXX = Guarda_XXX
'T3
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 10) = CM_TT(1, 18)
'Flecha 3
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 11) =
CM_TT(matriz_1, 19)
matriz_1 = matriz_1 + 1
XXX = XXX + 1
Next
XXX = Guarda_XXX
'T4
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 12) = CM_TT(1, 20)
'Flecha 4
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 13) =
CM_TT(matriz_1, 21)
matriz_1 = matriz_1 + 1
XXX = XXX + 1
Next
XXX = Guarda_XXX

```

```

'T5
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 14) = CM_TT(1, 22)
'Flecha 5
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 15) =
CM_TT(matriz_1, 23)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
    XXX = XXX + 1
Next
XXX = Guarda_XXX
'T6
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 16) = CM_TT(1, 24)
'Flecha 6
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 17) =
CM_TT(matriz_1, 25)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
    XXX = XXX + 1
Next
XXX = Guarda_XXX
'T7
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 18) = CM_TT(1, 26)
'Flecha 7
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 19) =
CM_TT(matriz_1, 27)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
    XXX = XXX + 1
Next
XXX = Guarda_XXX
'T8
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 20) = CM_TT(1, 28)
'Flecha 8
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 21) =
CM_TT(matriz_1, 29)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
    XXX = XXX + 1
Next
XXX = Guarda_XXX
'T9
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 22) = CM_TT(1, 30)
'Flecha 9
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 23) =
CM_TT(matriz_1, 31)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
    XXX = XXX + 1
Next
XXX = Guarda_XXX
'T10
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 24) = CM_TT(1, 32)
'Flecha 10
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 25) =
CM_TT(matriz_1, 33)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
    XXX = XXX + 1
Next
XXX = Guarda_XXX
'T11
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 26) = CM_TT(1, 34)
'Flecha 11
matriz_1 = 1
For i = 1 To n_vanos
    TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 27) =
CM_TT(matriz_1, 35)
    matriz_1 = matriz_1 + 1
    XXX = XXX + 1
Next
XXX = Guarda_XXX

```

```

'COMBINACIÓN DE CELDAS TABLA CÁLCULO MECÁNICO
'Cantón
'Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Select
MECÁNICO".Range("TCM").Offset(XXX, 1), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + (n_vanos_tt), 1)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
'VIR
'Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 4), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt, 4)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
'Coeficiente de seguridad
'Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 5), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt, 5)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
'Conductor
'Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 7), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt, 7)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
'Th_H1
'Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone

```

```

ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 8), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt, 8)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
'Th_H2
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 9), Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt, 9)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlBottom
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
'Th_FV
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 10), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt, 10)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlBottom
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
'%_FV
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 11), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt, 11)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlBottom
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
'T_Vmitad
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 16), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt, 16)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter

```

```

.VerticalAlignment = xlBottom
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
'h fmax
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 17), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt, 17)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlBottom
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
'h fmin
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 18), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt, 18)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlBottom
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
'COMBINACIÓN DE CELDAS TABLA TENDIDO
'Cantón
'Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Select
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 1),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + (n_vanos_tt), 1)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlBottom
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
'V.I.R.
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 4),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 4)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlBottom
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0

```

```

        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = False
    End With
    Selection.Merge
    'Conductor
    Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 5),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 5)).Select
    'Range("D3:D11").Select
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlCenter
        .VerticalAlignment = xlBottom
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = False
    End With
    Selection.Merge
    'T1
    Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 6),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 6)).Select
    'Range("D3:D11").Select
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlCenter
        .VerticalAlignment = xlBottom
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = False
    End With
    Selection.Merge
    'T2
    Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 8),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 8)).Select
    'Range("D3:D11").Select
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlCenter
        .VerticalAlignment = xlBottom
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = False
    End With
    Selection.Merge
    'T3
    Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 10),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 10)).Select
    'Range("D3:D11").Select
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlCenter
        .VerticalAlignment = xlBottom
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = False
    End With
    Selection.Merge
    'T4
    Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 12),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 12)).Select

```

```

'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlBottom
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
'T5
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 14),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 14)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlBottom
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
'T6
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 16),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 16)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlBottom
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
'T7
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 18),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 18)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlBottom
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
'T8
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 20),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 20)).Select
'Range("D3:D11").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlBottom
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False

```

```

        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = False
    End With
    Selection.Merge
    'T9
    Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 22),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 22)).Select
    'Range("D3:D11").Select
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlCenter
        .VerticalAlignment = xlBottom
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = False
    End With
    Selection.Merge
    'T10
    Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 24),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 24)).Select
    'Range("D3:D11").Select
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlCenter
        .VerticalAlignment = xlBottom
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = False
    End With
    Selection.Merge
    'T11
    Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 26),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 26)).Select
    'Range("D3:D11").Select
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlCenter
        .VerticalAlignment = xlBottom
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = False
    End With
    Selection.Merge
    'CUADRO TABLA CÁLCULO MECÁNICO
    TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Select
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX, 0), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt, 18)).Select
    'Range("B3:K11").Select
    Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
    With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = xlAutomatic
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlHairline
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeTop)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = xlAutomatic
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlHairline
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
        .LineStyle = xlContinuous

```



```

        .ColorIndex = xlAutomatic
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlHairline
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeRight)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = xlAutomatic
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlHairline
    End With
    With Selection.Borders(xlInsideVertical)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = xlAutomatic
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlHairline
    End With
    'Formato celdas, centramos textos
    With Selection.Font
        .Name = "Arial"
        .Size = 6
        .Strikethrough = False
        .Superscript = False
        .Subscript = False
        .OutlineFont = False
        .Shadow = False
        .Underline = xlUnderlineStyleNone
        .ThemeColor = xlThemeColorLight1
        .TintAndShade = 0
        .ThemeFont = xlThemeFontNone
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlCenter
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = False
    End With
    'FORMATO CONDUCTOR
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX,
7), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt,
7)).Select
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlLeft
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = False
    End With
    'DECIMALES TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX,
2), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt,
4)).Select
    Selection.NumberFormat = "0.0"
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX,
5), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt,
5)).Select
    Selection.NumberFormat = "0.00"
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX,
6), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt,
6)).Select
    Selection.NumberFormat = "0.0"
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX,
8), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt,
10)).Select
    Selection.NumberFormat = "0.0"
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX,
11), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt,
15)).Select
    Selection.NumberFormat = "0.00"

```

```

ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX,
16), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(XXX + n_vanos_tt,
18)).Select
Selection.NumberFormat = "0.0"
'BLOQUEAMOS TABLA CÁLCULO MECÁNICO
'ActiveSheet.Unprotect
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(1,
0), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(1183, 18)).Select
Selection.Locked = False
Selection.FormulaHidden = False
'ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:=True, Scenarios:=True
ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:=True, Scenarios:=True
ActiveWindow.Zoom = 150
'CUADRO TABLA TENDIDO
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Select
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 0),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 27)).Select
'Range("B3:K11").Select
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = xlAutomatic
.TintAndShade = 0
.Weight = xlHairline
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = xlAutomatic
.TintAndShade = 0
.Weight = xlHairline
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = xlAutomatic
.TintAndShade = 0
.Weight = xlHairline
End With
With Selection.Borders(xlEdgeRight)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = xlAutomatic
.TintAndShade = 0
.Weight = xlHairline
End With
With Selection.Borders(xlInsideVertical)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = xlAutomatic
.TintAndShade = 0
.Weight = xlHairline
End With
'Formato celdas, centramos textos
With Selection.Font
.Name = "Arial"
.Size = 6
.Strikethrough = False
.Superscript = False
.Subscript = False
.OutlineFont = False
.Shadow = False
.Underline = xlUnderlineStyleNone
.ThemeColor = xlThemeColorLight1
.TintAndShade = 0
.ThemeFont = xlThemeFontNone
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
End With
'FORMATO CONDUCTOR
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 5),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 5)).Select

```

```

With Selection
    .HorizontalAlignment = xlLeft
    .VerticalAlignment = xlCenter
    .WrapText = False
    .Orientation = 0
    .AddIndent = False
    .IndentLevel = 0
    .ShrinkToFit = False
    .ReadingOrder = xlContext
    .MergeCells = False
End With
'DECIMALES TABLA DE TENDIDO
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 2),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 4)).Select
Selection.NumberFormat = "0.0"
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX, 6),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(XXX + n_vanos_tt, 27)).Select
Selection.NumberFormat = "0.00"
'BLOQUEAMOS TABLA DE TENDIDO
'ActiveSheet.Unprotect
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(1, 0),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(1183, 18)).Select
Selection.Locked = False
Selection.FormulaHidden = False
'ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:=True, Scenarios:=True
ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:=True, Scenarios:=True
ActiveWindow.Zoom = 138
'MENSAJE SE CS<2,5 o 3 si son haz
If (Round(CM_TT(1, 1), 1) < 3) And características(1, 1) = "AISLADOS_HAZ" Then
MsgBox ("ATENCIÓN: COEFICIENTE DE SEGURIDAD INFERIOR AL REGLAMENTARIO. CANTÓN: " &
n_cantón)
ElseIf (Round(CM_TT(1, 1), 1) < 2.5) Then
MsgBox ("ATENCIÓN: COEFICIENTE DE SEGURIDAD INFERIOR AL REGLAMENTARIO. CANTÓN: " &
n_cantón)
End If
End Function

```

Public Sub TCM_08_LIMPIAR_DATOS()

```

Dim XX As Integer
Dim TCM As ThisWorkbook
'Eliminamos el pestañeo en el proceso
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
'ACTIVAMOS VARIABLES WORKBOOK
Set TCM = ThisWorkbook
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_ZONA"),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_FLUENCIA_INICIAL")).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_LÍNEA_1"),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_LÍNEA_2")).Select
Selection.ClearContents
' Cantón nº1
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_1").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
' Cantón nº2
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_2").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
' Cantón nº3

```

```

ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_3").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
' Cantón nº4
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_4").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
' Cantón nº5
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_5").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
' Cantón nº6
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_6").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
' Cantón nº7
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_7").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
' Cantón nº8
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2

```

```

Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_8").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
'Cantón nº9
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_9").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
'Cantón nº10
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_10").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
'Cantón nº11
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_11").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
'Cantón nº12
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_12").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
'Cantón nº13
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_13").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
'Cantón nº14

```

```

ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_14").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
' Cantón nº15
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_15").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
' Cantón nº16
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_16").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
' Cantón nº17
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_17").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
' Cantón nº18
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_18").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
' Cantón nº19
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2

```

```

Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_19").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
' Cantón nº20
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(0, 1),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(0, 7)).Select
Selection.ClearContents
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(0, 11),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(0, 13)).Select
Selection.ClearContents
XX = 2
Do While (TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(XX, 0) <> "CANTÓN")
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(XX, 0),
TCM.Worksheets("DATOS").Range("D_CANTÓN_20").Offset(XX, 1)).Select
    Selection.ClearContents
    XX = XX + 1
Loop
ActiveWorkbook.CustomViews("DATOS").Show
Range("D_ZONA").Select
' Activamos el pestañeo del proceso
Application.ScreenUpdating = True
Application.StatusBar = False
End Sub

```

Public Sub TCM_09 LIMPIAR TABLAS()

```

Dim TCM As ThisWorkbook

' Eliminamos el pestañeo en el proceso
Application.StatusBar = "Un momento, por favor, estoy procesando..."
Application.ScreenUpdating = False
' ACTIVAMOS VARIABLES WORKBOOK
Set TCM = ThisWorkbook
' TEXTOS TABLA CÁLCULO MECÁNICO
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("DESCRIPCIÓN") = "DESCRIPCIÓN DE LA
LÍNEA"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TM") = "TÉRMINO MUNICIPAL
(PROVINCIA)"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TÍTULO") = "TABLA DE CÁLCULO
MECÁNICO"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("ZONA") = "ZONA"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("ECUACIONES") = "Tipo de ecuaciones
utilizadas: "
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("CONSIDERACIÓN_VIENTO") =
"¿Consideración del desvío de la curva por la acción del viento?: "
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("Vv") = "Vv= km/h"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("T_H1") = " °C"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("HIPÓTESIS_SEGUNDA") = "HIPÓTESIS DE
HIELO+VIENTO O HIELO"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("T_H2") = " °C"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("m_H2") = "m = "
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("EDS_CHS") = "¿EDS / CHS? "
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("T_FENÓMENOS") = " °C"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("T_FLECHA_TEMPERATURA") = " °C"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("FLUENCIA") = "Fluencia= %"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("ERROR") = "Error fort.= m"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("T_FLECHA_MÍNIMA") = " °C"
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("T_VMITAD") = " °C"
' TEXTOS TABLA DE TENDIDO
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("DESCRIPCIÓN") = "DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA"
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TM") = "TÉRMINO MUNICIPAL (PROVINCIA)"
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TÍTULO") = "TABLA DE TENDIDO"
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("ZONA") = "ZONA"
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("ECUACIONES_TT") = "Tipo de ecuaciones
utilizadas: "
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("FLUENCIA_TT") = "FLUENCIA: °C MENOS"
' LIMPIAR TABLA CÁLCULO MECÁNICO
' ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(1,
0), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(1100, 18)).Select
TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Select
' DESBLOQUEAMOS
ActiveSheet.Unprotect
ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(1,
0), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(1183, 18)).Select

```

```

'Range("B18:AG33").Select
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlEdgeLeft).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlHairline
End With
Selection.Borders(xlEdgeBottom).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlEdgeRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
Selection.ClearContents
With Selection
    .HorizontalAlignment = xlGeneral
    .VerticalAlignment = xlCenter
    .WrapText = False
    .Orientation = 0
    .AddIndent = False
    .IndentLevel = 0
    .ShrinkToFit = False
    .ReadingOrder = xlContext
    .MergeCells = True
End With
With Selection
    .HorizontalAlignment = xlGeneral
    .VerticalAlignment = xlCenter
    .WrapText = False
    .Orientation = 0
    .AddIndent = False
    .IndentLevel = 0
    .ShrinkToFit = False
    .ReadingOrder = xlContext
    .MergeCells = True
End With
With Selection
    .HorizontalAlignment = xlGeneral
    .VerticalAlignment = xlCenter
    .WrapText = False
    .Orientation = 0
    .AddIndent = False
    .IndentLevel = 0
    .ShrinkToFit = False
    .ReadingOrder = xlContext
    .MergeCells = True
End With
With Selection
    .HorizontalAlignment = xlGeneral
    .VerticalAlignment = xlCenter
    .WrapText = False
    .Orientation = 0
    .AddIndent = False
    .IndentLevel = 0
    .ShrinkToFit = False
    .ReadingOrder = xlContext
    .MergeCells = True
End With
With Selection
    .HorizontalAlignment = xlGeneral
    .VerticalAlignment = xlCenter
    .WrapText = False
    .Orientation = 0
    .AddIndent = False
    .IndentLevel = 0
    .ShrinkToFit = False
    .ReadingOrder = xlContext
    .MergeCells = True
End With
With Selection
    .HorizontalAlignment = xlGeneral
    .VerticalAlignment = xlCenter
    .WrapText = False
    .Orientation = 0
    .AddIndent = False
    .IndentLevel = 0
    .ShrinkToFit = False
    .ReadingOrder = xlContext
    .MergeCells = True
End With

```



```

        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
    End With

```

```

        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With

```

```

        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    Selection.UnMerge
    'Range("A1").Select
    'BLOQUEAMOS
        'ActiveSheet.Unprotect
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(1,
0), TCM.Worksheets("TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO").Range("TCM").Offset(1183, 18)).Select
    Selection.Locked = False
    Selection.FormulaHidden = False
    'ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:=True, Scenarios:=True
    ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:=True, Scenarios:=True
    ActiveWindow.Zoom = 150
    'Range("A1").Select
    Range("A1").Select
    ActiveWindow.DisplayGridlines = False
    'LIMPIAR TABLA DE TENDIDO
    TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Select
    'DESBLOQUEAMOS
    ActiveSheet.Unprotect
    ActiveSheet.Range(TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(1, 0),
TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(1183, 27)).Select
    'Range("B18:AG33").Select
    Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlEdgeLeft).LineStyle = xlNone
    With Selection.Borders(xlEdgeTop)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlHairline
    End With
    Selection.Borders(xlEdgeBottom).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlEdgeRight).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
    Selection.ClearContents
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0

```

```
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
```

```
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
```

```

        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    With Selection
        .HorizontalAlignment = xlGeneral
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    Selection.UnMerge
    'BLOQUEAMOS
    'ActiveSheet.Unprotect
    TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(1, 0),
    TCM.Worksheets("TABLA DE TENDIDO").Range("TT").Offset(1183, 27)).Select
    Selection.Locked = False
    Selection.FormulaHidden = False
    ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:=True, Scenarios:=True
    ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:=True, Scenarios:=True
    ActiveWindow.Zoom = 138
    Range("A1").Select
    ActiveWindow.DisplayGridlines = False
    'ActiveWorkbook.CustomViews("TABLA DE TENDIDO").Show
    ActiveWorkbook.CustomViews("DATOS").Show
    Range("D_ZONA").Select
    'Activamos el pestañeo del proceso
    Application.ScreenUpdating = True
    Application.StatusBar = False
End Sub

```

11.22 CÁLCULO DEL PARÁMETRO DE CONDUCTORES EXISTENTES

En muchas ocasiones se actúa en líneas aéreas existentes, ya sea al entroncar una nueva línea, o una reforma parcial..., puede que algún vano existente se tenga que retensar. En este caso, puede interesar conocer las condiciones de tendido para no modificar los tenses. Otras veces, es necesario comprobar las distancias de seguridad de los conductores con respecto a otros dispositivos, en las condiciones más desfavorables.

Por todo lo anterior, el conocer aproximadamente el parámetro de la curva es de mucha ayuda. Hay que tener en cuenta, que este parámetro depende de la temperatura del conductor (no de la temperatura ambiente), y que a no ser de utilizar una cámara termográfica, es difícil de conocer con exactitud.

Es necesario para realizar el cálculo, obtener los puntos de amarre y un punto de la curva (lo más próximo al medio del vano), con aparatos topográficos. En esa toma de datos, habrá que intentar conseguir la temperatura aproximada del conductor. Para una mayor exactitud, habría que obtener varios puntos del vano.

11.22.1 DATOS NECESARIOS

- Punto de sujeción izquierdo. (0,0) eje de coordenadas.
- Punto de sujeción derecho (x, y) [m].
- Punto de la curva (x, y) [m].
- Zona (A, B o C).
- Temperatura del conductor.
- Conductor (LA-56, LA-110, LA-125, LA-175, LA-180, 100-A1S1A, LA-9506).
- Sobrecarga (p, p_{hb} , p_{hc} , p_v). La mayoría de las veces será p, peso propio.

11.22.2 CÓDIGO

```
Sub CALCULO()
'VARIABLES
Dim x1 As Double
Dim y1 As Double
Dim x2 As Double
Dim y2 As Double
Dim A As Double
Dim B As Double
Dim Xmedio As Double
Dim Ymedio As Double
Dim seno As Double
Dim tangente As Double
Dim flecha As Double
Dim Parametro As Double
Dim Tensión As Double
Dim peso As Double
Dim Temperatura As Double
Dim PesoInicial As Double
Dim t_buscada As Double
Dim p_buscada As Double
Dim f_buscada As Double
Dim PesoFinal As Double
Dim CargaRotura As Double
'TOMA DE VALORES VARIABLES
Sheets("DATOS").Select
x1 = Range("B6").Value
y1 = Range("C6").Value
x2 = Range("B7").Value
y2 = Range("C7").Value
Temperatura = Range("B11").Value
```

```

'CÁLCULO DE A Y B    Ax^2 + Bx + C, donde C=0
'Cálculo de A
'A = (((y2 - ((y1 * x2 * x2) / (x1 * x1))) / ((-1 * (x2 * x2 / x1)) + x2)) / x1)
A = (y1 / (x1 * x1)) - (((y2 - ((y1 * x2 * x2) / (x1 * x1))) / ((-1 * (x2 * x2 / x1)) +
x2)) / x1)
'Cálculo de B
B = ((y2) - ((y1 * x2 * x2) / (x1 * x1))) / ((-1 * (x2 * x2 / x1)) + x2)
'Cálculo de "y" PUNTO MEDIO VANO
Xmedio = x2 / 2
Ymedio = (A * Xmedio * Xmedio) + (B * Xmedio)
'Cálculo de seno
tangente = (y2 / x2)
seno = tangente * Xmedio

'Cálculo de la flecha
If seno < 0 Then
    flecha = Abs(seno) - Abs(Ymedio)
End If
If seno > 0 And Ymedio < 0 Then
    flecha = seno + Abs(Ymedio)
End If
If seno > 0 And Ymedio > 0 Then
    flecha = seno - Ymedio
End If
flecha = Abs(flecha)
'Cálculo del Parametro
Parametro = (Xmedio * Xmedio) / (2 * flecha)
'Cálculo de la Tensión y aprovechamos para coger los datos de los conductores
If Range("B14").Value = "LA-56" Then
Sheets("CONDUCTORES").Select
peso = Range("E4").Value
Range("E2:E13").Select
    Selection.Copy
    Sheets("ECC Parábola").Select
    Range("B1:B12").Select
    ActiveSheet.Paste
End If
If Range("B14").Value = "LA-110" Then
Sheets("CONDUCTORES").Select
peso = Range("F4").Value
Range("F2:F13").Select
    Selection.Copy
    Sheets("ECC Parábola").Select
    Range("B1:B12").Select
    ActiveSheet.Paste
End If
If Range("B14").Value = "LA-125" Then
Sheets("CONDUCTORES").Select
peso = Range("G4").Value
Range("G2:G13").Select
    Selection.Copy
    Sheets("ECC Parábola").Select
    Range("B1:B12").Select
    ActiveSheet.Paste
End If
If Range("B14").Value = "LA-175" Then
Sheets("CONDUCTORES").Select
peso = Range("H4").Value
Range("H2:H13").Select
    Selection.Copy
    Sheets("ECC Parábola").Select
    Range("B1:B12").Select
    ActiveSheet.Paste
End If
If Range("B14").Value = "LA-180" Then
Sheets("CONDUCTORES").Select
peso = Range("I4").Value
Range("I2:I13").Select
    Selection.Copy
    Sheets("ECC Parábola").Select
    Range("B1:B12").Select
    ActiveSheet.Paste
End If
If Range("B14").Value = "100-A1/S1A" Then
Sheets("CONDUCTORES").Select
peso = Range("J4").Value
Range("J2:J13").Select

```



```

        Selection.Copy
        Sheets("ECC Parábola").Select
        Range("B1:B12").Select
        ActiveSheet.Paste
    End If
    If Range("B14").Value = "LA-9506" Then
        Sheets("CONDUCTORES").Select
        peso = Range("K4").Value
        Range("K2:K13").Select
        Selection.Copy
        Sheets("ECC Parábola").Select
        Range("B1:B12").Select
        ActiveSheet.Paste
    End If
    Tensión = (peso * Xmedio * Xmedio) / (2 * flecha)
    'LLEVAMOS LOS RESULTADOS A LAS TABLAS
    Sheets("RESULTADOS").Select
    Range("D3").Value = x1 'PUNTO PARÁBOLA
    Range("E3").Value = y1
    Range("D4").Value = x2 'PUNTO AMARRADO
    Range("E4").Value = y2
    Range("D5").Value = "=DATOS!B9" 'ZONA
    Range("C17").Value = "=DATOS!B9"
    Range("C27").Value = "=DATOS!B9"
    Range("D6").Value = Temperatura 'TEMPERATURA
    Range("A22").Value = Temperatura
    Range("A32").Value = Temperatura
    Range("D7").Value = "=DATOS!B14" 'CONDUCTOR
    Range("E10").Value = A
    Range("E11").Value = B
    Range("E12").Value = Ymedio
    Range("E13").Value = seno
    If Range("D5").Value = "A" Then
        Range("A28").Value = "Tmax -5°v"
        Range("A18").Value = "Tmax -5°v"
    End If
    If Range("D5").Value = "B" Then
        Range("A28").Value = "Tmax -15°hB"
        Range("A18").Value = "Tmax -15°hB"
    End If
    If Range("D5").Value = "C" Then
        Range("A28").Value = "Tmax -20°hC"
        Range("A18").Value = "Tmax -20°hC"
    End If
    Range("D21").Value = Tensión
    Range("E21").Value = Parametro
    Range("F21").Value = flecha
    '-----CALCULO DE LAS HÍPOTESIS-----
    '1)DATOS GENERALES
    'peso inicial
    Sheets("DATOS").Select
    If Range("B16").Value = "P" Then
        PesoInicial = 0
    End If
    If Range("B16").Value = "PHB" Then
        PesoInicial = 1
    End If
    If Range("B16").Value = "PHC" Then
        PesoInicial = 2
    End If
    If Range("B16").Value = "PV" Then
        PesoInicial = 3
    End If
    Sheets("ECC Parábola").Select
    If PesoInicial = 0 Then
        Range("B18").Value = Range("B3").Value
        PesoInicial = Range("B18").Value
    End If
    If PesoInicial = 1 Then
        Range("B18").Value = Range("B3").Value + Range("B6").Value
        PesoInicial = Range("B18").Value
    End If
    If PesoInicial = 2 Then
        Range("B18").Value = Range("B3").Value + Range("B7").Value
        PesoInicial = Range("B18").Value
    End If

```

```

If PesoInicial = 3 Then
    Range("B18").Value = (((Range("B3").Value) ^ 2) + ((Range("B5").Value) ^ 2)) ^ (1 / 2)
    PesoInicial = Range("B18").Value
End If
' PESO INICIAL EN HOJA RESULTADOS
Sheets("RESULTADOS").Select
Range("H4").Value = PesoInicial
' CARGA DE ROTURA EN HOJA RESULTADOS
Range("H5").Value = CargaRotura
' VANO EN HOJA RESULTADOS
Range("H3").Value = x2
Sheets("ECC Parábola").Select
'temperatura inicial
Range("B16").Value = Temperatura
' vano
Range("B17").Value = x2
'tensión inicial
Range("B20").Value = Tensión
' 2) HIPOTESIS 50°C
Sheets("ECC Parábola").Select
Range("B19").Value = Range("B3").Value 'Peso Final
Range("B15").Value = 50 'Temperatura Final
Application.Run "'ECC-Parábola.xls'!ECC"
t_buscada = Range("B27").Value
p_buscada = Range("B28").Value
f_buscada = Range("B29").Value
Sheets("RESULTADOS").Select
Range("D17").Value = t_buscada
Range("E17").Value = p_buscada
Range("F17").Value = f_buscada
' 3) HIPOTESIS EDS 15°
Sheets("ECC Parábola").Select
Range("B19").Value = Range("B3").Value 'Peso Final
Range("B15").Value = 15 'Temperatura Final
Application.Run "'ECC-Parábola.xls'!ECC"
t_buscada = Range("B27").Value
p_buscada = Range("B28").Value
f_buscada = Range("B29").Value
Sheets("RESULTADOS").Select
Range("D19").Value = t_buscada
Range("E19").Value = p_buscada
Range("F19").Value = f_buscada
' 3) HIPOTESIS CHS -5°
Sheets("ECC Parábola").Select
Range("B19").Value = Range("B3").Value 'Peso Final
Range("B15").Value = -5 'Temperatura Final
Application.Run "'ECC-Parábola.xls'!ECC"
t_buscada = Range("B27").Value
p_buscada = Range("B28").Value
f_buscada = Range("B29").Value
Sheets("RESULTADOS").Select
Range("D20").Value = t_buscada
Range("E20").Value = p_buscada
Range("F20").Value = f_buscada
' 4) HIPOTESIS Tmax
Sheets("ECC Parábola").Select
Range("B19").Value = Range("B3").Value 'Peso Final
Range("B15").Value = -5
Sheets("DATOS").Select
If Range("B9").Value = "A" Then
    Sheets("ECC Parábola").Select
    PesoFinal = Range("B3").Value + Range("B5").Value
    Range("B19").Value = PesoFinal
    Range("B15").Value = -5
End If
Sheets("DATOS").Select
If Range("B9").Value = "B" Then
    Sheets("ECC Parábola").Select
    PesoFinal = Range("B3").Value + Range("B6").Value
    Range("B19").Value = PesoFinal
    Range("B15").Value = -15
End If
Sheets("DATOS").Select
If Range("B9").Value = "C" Then
    Sheets("ECC Parábola").Select
    PesoFinal = Range("B3").Value + Range("B7").Value
    Range("B19").Value = PesoFinal

```

```

Range("B15").Value = -20
End If
Application.Run "'ECC-Parábola.xls'!ECC"
t_buscada = Range("B27").Value
p_buscada = Range("B28").Value
f_buscada = Range("B29").Value
Sheets("RESULTADOS").Select
Range("D18").Value = t_buscada
Range("E18").Value = p_buscada
Range("F18").Value = f_buscada
'COEFICIENTES DE SEGURIDAD
Application.Run "'ECC-Parábola.xls'!ECC"
CargaRotura = Range("B2").Value
Sheets("RESULTADOS").Select
'CARGA DE ROTURA EN HOJA RESULTADOS
Range("H5").Value = CargaRotura
Range("G17").Value = CargaRotura / Range("D17").Value
Range("G18").Value = CargaRotura / Range("D18").Value
Range("G19").Value = CargaRotura / Range("D19").Value
Range("G20").Value = CargaRotura / Range("D20").Value
Range("G21").Value = CargaRotura / Range("D21").Value
'PORCENTAJE
Range("H17").Value = (Range("D17").Value / CargaRotura) * 100
Range("H18").Value = (Range("D18").Value / CargaRotura) * 100
Range("H19").Value = (Range("D19").Value / CargaRotura) * 100
Range("H20").Value = (Range("D20").Value / CargaRotura) * 100
Range("H21").Value = (Range("D21").Value / CargaRotura) * 100
'PARÁBOLA
Range("I17").Value = Range("E17").Value * 2
Range("I18").Value = Range("E18").Value * 2
Range("I19").Value = Range("E19").Value * 2
Range("I20").Value = Range("E20").Value * 2
Range("I21").Value = Range("E21").Value * 2
'PASO A KP
Range("E17:I22").Select
    Selection.Copy
    Range("E27").Select
    ActiveSheet.Paste
    Range("F35").Select
Range("D27").Value = Range("D17").Value / 0.981
Range("D28").Value = Range("D18").Value / 0.981
Range("D29").Value = Range("D19").Value / 0.981
Range("D30").Value = Range("D20").Value / 0.981
Range("D31").Value = Range("D21").Value / 0.981
Range("A1").Select
Selection.ClearContents
End Sub
Sub ECC()
'Creación de variables
Dim CargaROT As Double
Dim A As Double
Dim B As Double
Dim S As Double
Dim E As Double
Dim Coef As Double
Dim t_fin As Double
Dim t_ini As Double
Dim vano As Double
Dim pto As Double
Dim pt As Double
Dim Ten_ini As Double
Dim Ten_fin As Double
Dim flecha As Double
Dim Parametro As Double
Dim tau As Double
Dim tt As Double
Dim AA As Double
Dim aal As Double
Dim BB As Double
'Método de truxa. Calculamos tau
Sheets("DATOS").Select
AA = Range("B7").Value
aal = Range("C7").Value
BB = ((AA * AA) + (aal * aal)) ^ (1 / 2)
'iiiiiiiiiiii
tau = (((BB * BB * BB * BB) / (AA * AA)) / ((BB * BB) / AA))
tt = ((BB * BB) / AA) / ((BB * BB * BB) / (AA * AA))

```

```

Sheets("ECC Parábola").Select
'Damos valor a las variables
S = Range("B9").Value
E = Range("B10").Value
Coef = Range("B8").Value
t_fin = Range("B15").Value
t_ini = Range("B16").Value
vano = Range("B17").Value
pto = Range("B18").Value
pt = Range("B19").Value
'iiiiiiiiiiii
Ten_ini = (Range("B20").Value) * tau
CargaROT = Range("B2").Value

'Calculamos A
A = ((S * E) * ((Coef * (t_fin - t_ini)) + ((vano * vano * pto * pto) / (24 * Ten_ini *
Ten_ini)))) - Ten_ini
Range("B22").Value = A
'Calculamos B
B = S * E * vano * vano * ((pt * pt) / 24)
Range("B23").Value = B
'Llevamos el resultado a su sitio
Range("B27").Value = biseccion(0, CargaROT, A, B)
'iiiiiiiiiiii
Range("B27").Value = (Range("B27").Value) * tt
'Calculamos la FLECHA FINAL
flecha = (vano * vano * pt) / (8 * (Range("B27").Value))
Range("B29").Value = flecha
'Calculamos el Parámetro FINAL
Parametro = (vano * vano) / (8 * flecha)
Range("B28").Value = Parametro
End Sub
Public Function biseccion(v1 As Double, v2 As Double, A As Double, B As Double) As Double
    Dim xr As Double
    xr = ((v2 + v1) / 2)
Do While Not (Abs(func(xr, A, B)) < 0.1)
    xr = ((v2 + v1) / 2)
    If ((func(v1, A, B) * func(xr, A, B)) < 0) Then
        v2 = xr
    Else
        v1 = xr
    End If
    'If ((Abs(func(xr)) < 0.0001)) Then
    'solucion = xr
    'Else
    ' biseccion a, b
    'End If
Loop
    biseccion = xr
End Function
Public Function func(x As Double, AAA As Double, BBB As Double) As Double
    func = (x * x * (x + (AAA)) - BBB)
End Function
Sub Macro1()
    Range("K11").Select
    Application.CutCopyMode = False
    ActiveSheet.Unprotect
    Range("A1").Select
    Selection.ClearContents
    Range("A2").Select
End Sub

```

11.23 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN RÉGIMEN PERMANENTE POR TRANSFERENCIA DE CALOR

Se han desarrollado cuatro aplicaciones con Microsoft Excel 2010 en el lenguaje de programación Visual Basic (VBA). Se ha partido del código en BASIC de la [10] IEEE Std 738TM-2012 STANDARD FOR CALCULATING THE CURRENT-TEMPERATURE RELATIONSHIP OF BARE OVERHEAD CONDUCTORS.

Las cuatro aplicaciones calculan, en función de las condiciones climatológicas:

1. La temperatura del conductor en régimen permanente, en función de una corriente determinada.
2. La corriente del conductor en régimen permanente, en función de una temperatura determinada.
3. La temperatura del conductor en régimen transitorio de corta duración (no cortocircuito).
4. La corriente del conductor en régimen transitorio de corta duración (no cortocircuito).

11.23.1 DATOS

Los datos de condiciones ambientales se pueden encontrar en la página web de la Agencia Estatal de Meteorología. Existe una sección para buscar los valores extremos de cada estación meteorológica por Comunidad Autónoma.

Generalmente, en función del sistema de cálculo, los datos serán los siguientes:

- Temperatura ambiente [°C].
- Velocidad del viento [m/s]. A mayor velocidad del viento, menor temperatura del conductor.
- Ángulo entre el viento y el eje del conductor [° sexagesimal].
- Diámetro del conductor [mm].
- Resistencia eléctrica alterna a la temperatura indicada [Ω /km].
- Coeficiente de emisión solar [0,5].
- Coeficiente de absorción solar [0,23 Al brillante, hasta 0,95 en ambiente degradado industrial].
- Coeficiente de elevación sobre el nivel del mar.
- Dirección relativa al norte [°].
- Latitud en grados.
- Horas solares y días al año.
- Claridad del aire [Claro (0), Industrial (1)].

11.23.2 CÓDIGO

El código de las cuatro aplicaciones es el mismo, la única diferencia es la hoja de entrada y salida de datos.

```
Option Explicit
```

```
Sub Prueba()
Dim temperatura As Double
temperatura = RelacionCorrienteTemperatura(Range("Datos_Entrada"), Range("Datos_Salida"))
MsgBox temperatura
End Sub
```

```
Sub MuestraResultadoStr(ByRef celda As Range, dato As String)
celda.Value = dato
Set celda = celda.Offset(1, 0)
End Sub
```

```
Sub MuestraResultadoDbl(ByRef celda As Range, dato As Double)
celda.Value = dato
Set celda = celda.Offset(1, 0)
End Sub
```

```
Function RelacionCorrienteTemperatura(ByVal celdaIn As Range, ByVal celdaOut As Range) As Double
```

```
Rem -RRG: Adaptado a VBA desde:
Rem http://blog.csdn.net/w3031213101/article/details/1869970
Rem Todas las modificaciones (excepto los "MuestraResultadoStr(celdaOut, " y la
eliminación)
Rem del "." de ciertos nombres de variables) han sido marcados con "-FML:"
```

```
10 Rem *****
20 Rem * IEEE METHOD - TRANSIENT OR STEADY STATE CALCULATION
30 Rem * OF BARE OVERHEAD CONDUCTOR TEMPERATURE OR THERMAL RATING
40 Rem * LAST MODIFIED 11/7/97 BY DAD
50 Rem * PROGRAM NAME IS "IEEE738SI.BAS"
60 Rem * LANGUAGE IS "QUICK BASIC"
70 Rem * ASSUMES SI UNITS FOR INPUT FILE
80 Rem *
90 Rem *
240 Rem * IN COMPARISON WITH THE 1986 VERSION OF THIS PROGRAM, PROVIDED
250 Rem * BY THE IEEE, THE 1993 VERSION ADDED THE FOLLOWING FEATURES:
260 Rem *
290 Rem * - INITIAL CONDUCTOR TEMP OR CURRENT CAN BE USED IN
300 Rem * TRANSIENT CALCULATIONS
330 Rem * - VERY SHORT DURATION "FAULT" CURRENTS AS LARGE AS 1E6
340 Rem * AMPERES FOR TIMES AS SHORT AS 0.01 SEC CAN BE USED
350 Rem * - THE ORIGINAL NUMERICAL ITERATION METHOD HAS BEEN
360 Rem * REPLACED WITH A MUCH MORE EFFICIENT METHOD
370 Rem * - FOR ACSR CONDUCTOR, THE HEAT CAPACITY OF THE STEEL CORE
380 Rem * AND THE OUTER ALUM STRANDS ARE ENTERED SEPARATELY.
390 Rem *
392 Rem * THIS VERSION IS CONSISTENT WITH IEEE STD 738-2006
394 Rem * - THE SOLAR MODEL ALLOWS ANY HOUR AND LATITUDE
396 Rem * - THE AIR PROPERTIES ARE CALCULATED WITH CLOSED FORM EQUATIONS
398 Rem * - THIS PROGRAM AND EQUATIONS USE SI UNITS
400 Rem *****
410 Rem *****
420 Rem * INITIALIZE VARIABLES AND ARRAYS *
430 Rem *****
Rem Raúl
Dim F$
Dim FLAG1 As Integer
Dim XIDUMMY As Double, XIPRELOAD As Double, XISTEP As Double, TCDR As Double, TCDRPRELOAD
As Double
Dim TCDRMAX As Double
Dim IORTPRELOAD As Integer
Dim DELTIME As Double, FS1 As Double, FS2 As Double, FS3 As Double
Dim K As Integer, KI As Integer, KTIMEMAX As Integer
Dim NFLAG As Integer, FLAG As Integer
Dim PI As Double, PIANG As Double, SORF As Integer
Dim FOUT As String, FILENAM As String, Z As String, C As String
Dim NSELECT As Integer
Dim ET As Double
Dim NS As Integer, NSETS As Integer
Dim SUN_TIME As Double, DEG_TO_RAD As Double, CDR_LAT_DEG As Double, CDR_LAT_RAD As Double
Dim NDAY As Double
Dim DECL_DEG As Double
Dim DECL_RAD As Double
```

```

Dim Hour_ANG_DEG As Double
Dim Hour_ANG_RAD As Double
Dim H3ARG As Double
Dim H3_RAD As Double
Dim H3_DEG As Double
Dim A3 As Integer
Dim Q3 As Double
Dim sB As String, B As Double, B1 As Double
Dim DEPURANDO As Integer
Dim CHI_DENOM As Double
Dim CHI As Double
Dim CAZ As Double
Dim Z4_DEG As Double
Dim Z4_RAD As Double
Dim Z1_DEG As Double
Dim Z1_RAD As Double
Dim E1 As Double
Dim E2_RAD As Double
Dim ABSORP As Double, EMISS As Double
Dim D As Double
Dim CDR_ELEV As Double
Dim QS As Double, QR As Double, QC As Double, YC As Double, W4 As Double, AT As Double
Dim TEMP As Double
Dim TAMB As Double
Dim VWIND As Double
Dim WINDANG_DEG As Double, WINDANG_RAD As Double
Dim CDR_LAT As Double
Dim RLO As Double, RHI As Double
Dim TLO As Double, THI As Double
Dim TR As Double
Dim HNH As Integer
Dim HEATCAP As Double
Dim HEATCORE As Double
Dim HEATOUT As Double
Dim SORM As Integer, IEND As Integer, JK As Integer, I As Integer
Dim TT As Double, XL As Double, XR As Double, XLI As Double, XRI As Double, EPS As Double,
IER As Double
Dim TOL As Double, FL As Double, FR As Double, DA As Double, DX As Double, XM As Double, FM
As Double
Dim XHI As Double, XLO As Double, DIV As Double, CHA As Double, NUM As Double
Dim FO As Double, FF As Double, T3 As Double, T4 As Double, T5 As Double, U1 As Double, P1
As Double
Dim K1 As Double, Q1 As Double, Q2 As Double, QCF As Double, R5 As Double, R4 As Double
Dim Comment$

440 Dim ATCDR(1000)
450 Dim TIME(1000)
460 FLAG1 = 0
470 XIDUMMY = 0
480 XIPRELOAD = 0
490 XISTEP = 0
500 TCDR = 0
510 TCDRPRELOAD = 0
520 TCDRMAX = 0
530 IORTPRELOAD = 0
540 DELTIME = 0
550 FS1 = 0
560 FS2 = 0
570 FS3 = 0
580

Rem -FML: X$ = String$(56, 45)
Rem -FML: No entiendo por qué hacen esto, provoca un error
Rem al intentar realizar operaciones numéricas con la matriz. Además no lo usa como
matriz
Rem en ninguna parte. Fuerzo a Double que es lo lógico:
Dim X As Double: Rem -RRG:
590 Rem *****
600 Rem * START REPEAT CALCULATION HERE
610 Rem *****
620 For KI = 1 To 1000
630 ATCDR(KI) = 0
640 TIME(KI) = 0
650 Next KI
660 NFLAG = 0
670 PI = 3.141593
672 PIANG = PI / 180!

```

```

680 If FLAG1 = 99 Then GoTo 1120
690 Rem *****
700 Rem * SPECIFY DATA INPUT ASCII FILE NAME
710 Rem *****
720 Rem -RRG: CLS
730 Rem -RRG: INPUT "ENTER INPUT FILE NAME ", F$:
    Rem Raúl Open F$ For Input As #1
740 Rem *****
750 Rem * SPECIFY HOW DATA IS TO BE OUTPUT
760 Rem *****
770 Rem -RRG: Print "DO YOU WANT THE OUTPUT TO GO TO SCREEN ONLY(0), FILE ONLY(1),"
780 Rem -RRG: INPUT "          OR TO BOTH SCREEN AND FILE(2)? ", SORF
    SORF = 0
790 If SORF <> 0 And SORF <> 1 And SORF <> 2 Then GoTo 810
800 If SORF <> 0 Then
    Rem -RRG: INPUT "ENTER OUTPUT FILE NAME ", FOUT$
    FOUT$ = ActiveWorkbook.Path + "\out.txt"
    Open FOUT$ For Output As #2
    End If
810 Rem -RRG: INPUT "DO YOU WANT DEBUG CHECKS? YES (0), NO(1) ", DEBUG

820 Rem *****
830 Rem * ENTER DATA FROM INPUT FILE
840 Rem *****
850 GoSub 8000
860 Rem *****
870 Rem * CALCULATE SOLAR HEAT INPUT TO CONDUCTOR
880 Rem *****
890 GoSub 5000
900 Rem *****
910 Rem * CALCULATE THERMAL COEF OF RESISTANCE & WIND ANGLE CORRECTION
920 Rem *****
930 GoSub 9000
940 Rem *****
950 Rem * SELECT THE CALCULATION DESIRED
960 Rem *****
970 On NSELECT GoTo 1500, 1240, 1460, 1460
980 Rem *****
990 Rem *          FOR NSELECT = 2
1000 Rem * GO TO AMPACITY SUBROUTINE TO CALCULATE THE STEADY STATE
1010 Rem * CURRENT (TR) GIVEN THE STEADY STATE CONDUCTOR TEMPERATURE (TCDR)
1020 Rem * THE CONDUCTOR TEMPERATURE IS GIVEN SO ONLY ONE PASS THROUGH
1030 Rem * THE SUBROUTINE IS REQUIRED.
1040 Rem *****
1050 TCDR = TCDRPRELOAD
1060 GoSub 15000
1070 GoTo 1730
1080 Rem *****
1090 Rem
1100 Rem *****
1110 Rem *          FOR NSELECT = 1,3,OR 4
1120 Rem * GO TO AMPACITY SUBROUTINE REPEATEDLY IN ORDER TO CALCULATE
1130 Rem * THE STEADY STATE CURRENT (TR) CORRESPONDING TO TRIAL VALUES OF
1140 Rem * CONDUCTOR TEMPERATURE (TCDR). IF T=1 THEN THE OUTPUT OF THE
1150 Rem * SUBROUTINE, TR, IS THE STEADY STATE CURRENT FOR
1160 Rem * WHICH A STEADY STATE TEMPERATURE WAS TO BE FOUND.
1170 Rem * IF T=3 OR 4 AND IORTPRELOAD=1, THEN TR IS THE INITIAL PRE-STEP
1180 Rem * CHANGE CURRENT FOR WHICH AN INITIAL TEMPERATURE WAS TO BE CALCULATED.
1190 Rem *****
1200 On IORTPRELOAD GoTo 1500, 1650
1210 Rem *****
1220 Rem * CALCULATE TCDR GIVEN XIDUMMY = XIPRELOAD *
1230 Rem *****
1240 XIDUMMY = XIPRELOAD
1250 NFLAG = 0
1260 GoSub 13000
1270 TCDRPRELOAD = TCDR
1280 Rem *****
1290 Rem * FOR NSELECT = 1 THE PROGRAM HAS FOUND THE STEADY STATE CONDUCTOR
1300 Rem * TEMPERATURE (TCDRPRELOAD) CORRESPONDING TO THE GIVEN STEADY STATE
1310 Rem * CURRENT (XIPRELOAD) AND CONTROL IS PASSED TO THE PRINTOUT SECTION
1320 Rem *****
1330 If NSELECT = 1 Then GoTo 1730
1340 Rem *****
1350 Rem * FOR NSELECT = 3 OR 4, THE PROGRAM HAS DETERMINED (IORTPRELOAD=1) OR BEEN
1360 Rem * GIVEN (IORTPRELOAD=2) THE INITIAL STEADY STATE CONDUCTOR TEMPERATURE
1370 Rem * AND CONTROL PASSES TO FURTHER TRANSIENT CALCULATIONS

```



```

1640 Rem *****
1650 If NSELECT = 4 Then GoSub 10000
1660 Rem *****
1670 Rem * BEGIN CALCULATION OF CONDUCTOR TEMP AS A FUNCTION OF TIME
1680 Rem * FOR A STEP INCREASE IN ELECTRICAL CURRENT, NSELECT = 3
1690 Rem *****
1700 ET = 3600!
1710 XISTEP = XISTEP
1720 GoSub 11000
1730 Rem *****
1740 Rem * PRINT RESULTS TO SCREEN
1750 Rem *****
1760 If SORF = 0 Or SORF = 2 Then GoSub 6000
1770 Rem *****
1780 Rem * WRITE RESULTS TO FILE
1790 Rem *****
1800 If SORF = 1 Or SORF = 2 Then GoSub 16000
1810 Rem IF FS = 1 GOTO 1880
1820 If NS < NSETS Then GoTo 880 Else Rem Raúl Close #1
1830 If SORF = 1 Or SORF = 2 Then Close #2
1840 GoTo 1930
1850 Rem *****
1860 Rem * SETUP TO REPEAT PROGRAM CALCULATIONS WITH NEW DATA
1870 Rem *****
1880 Rem INPUT "DO YOU WANT TO RUN THE PROGRAM AGAIN (YES = 1, NO = 2)", YN
1890 Rem IF YN <> 1 AND YN <> 2 THEN GOTO 1880
1900 Rem IF YN = 2 GOTO 1920
1910 Rem IF YN = 1 THEN FLAG1 = 99: RESTORE: GOTO 620
1920 Rem IF SORF = 1 OR SORF = 2 THEN CLOSE #2
1930 Rem -RRG: End
      Exit Function: Rem -RRG:
5000 Rem //////////////////////////////////////
5010 Rem / SUBROUTINE TO CALCULATE CONDUCTOR SOLAR HEAT GAIN (Q3)
5020 Rem //////////////////////////////////////
5030 If SUN_TIME >= 24 Then GoTo 5560
5040 DEG_TO_RAD = PI / 180!
5050 CDR_LAT_RAD = CDR_LAT_DEG * DEG_TO_RAD
5060 Rem * SOLAR DECLINATION
5070 DECL_DEG = 23.4583 * Sin(((284 + NDAY) / 365) * 2 * PI)
5080 DECL_RAD = DECL_DEG * DEG_TO_RAD
5090 Rem * SOLAR ANGLE RELATIVE TO NOON
5100 Hour_ANG_DEG = (SUN_TIME - 12) * 15
5110 Hour_ANG_RAD = Hour_ANG_DEG * DEG_TO_RAD
5120 Rem * FIND SOLAR ALTITUDE - H3
5130 H3ARG = Cos(CDR_LAT_RAD) * Cos(DECL_RAD) * Cos(Hour_ANG_RAD) + Sin(CDR_LAT_RAD) *
Sin(DECL_RAD)
5140 H3_RAD = Atn(H3ARG / Sqr(1 - H3ARG ^ 2))
5150 H3_DEG = H3_RAD / DEG_TO_RAD
5160
5170 If A3 = 1 Then GoTo 5290
5180 Rem *****
5190 Rem * SOLAR HEATING (Q3) AT EARTH SURFACE (W/M2) IN CLEAR AIR (P6)
5200 Rem *****
5210 Q3 = -42.2391 + 63.8044 * H3_DEG - 1.922 * H3_DEG ^ 2
5220 Q3 = Q3 + 0.034692 * H3_DEG ^ 3 - 0.00036112 * H3_DEG ^ 4
5230 Q3 = Q3 + 0.0000019432 * H3_DEG ^ 5 - 0.000000040761 * H3_DEG ^ 6
5240 SB$ = "CLEAR"
5250 GoTo 5330
5260 Rem *****
5270 Rem * SOLAR HEAT (Q3) AT EARTH SURFACE (W/M2) IN INDUSTRIAL AIR (P6)
5280 Rem *****
5290 Q3 = 53.1821 + 14.211 * H3_DEG + 0.66138 * H3_DEG ^ 2
5300 Q3 = Q3 - 0.031658 * H3_DEG ^ 3 + 0.00054654 * H3_DEG ^ 4
5310 Q3 = Q3 - 0.0000043446 * H3_DEG ^ 5 + 0.000000013236 * H3_DEG ^ 6
5320 SB$ = "INDUSTRIAL"
5330 Rem * CALCULATE SOLAR AZIMUTH VARIABLE, CHI
5335 If DEPURANDO = 1 Then Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "Q3 = " & Q3)
5340 CHI_DENOM = Sin(CDR_LAT_RAD) * Cos(Hour_ANG_RAD) - Cos(CDR_LAT_RAD) * Tan(DECL_RAD)
5350 CHI = Sin(Hour_ANG_RAD) / CHI_DENOM
5360 Rem * CALCULATE SOLAR AZIMUTH CONSTANT, CAZ
5370 If Hour_ANG_DEG < 0 And CHI >= 0 Then
      CAZ = 0
5380 ElseIf Hour_ANG_DEG >= 0 And CHI < 0 Then
      CAZ = 360
5390 Else
      CAZ = 180
5495 End If

```

```

5400 Rem * CALCULATE SOLAR AZIMUTH IN DEGREES, Z4_DEG
5410 Z4_DEG = CAZ + Atn(CHI) / DEG_TO_RAD
5420 Z4_RAD = Z4_DEG * DEG_TO_RAD
5510 Z1_RAD = Z1_DEG * DEG_TO_RAD
5520 E1 = Cos(H3_RAD) * Cos(Z4_RAD - Z1_RAD)
5530 E2_RAD = Atn(Sqr(1 / E1 ^ 2 - 1))
5540 QS = ABSORP * Q3 * Sin(E2_RAD) * D / 1000 * (1 + 0.0001148 * CDR_ELEV - 0.00000001108
* CDR_ELEV ^ 2)
5545 If DEPURANDO = 1 Then Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "QS = " & QS)
5550 GoTo 5570
5560 QS = 0!
5570 Return
6000 Rem //////////////////////////////////////
6010 Rem / SUBROUTINE TO PRINT OUTPUT TO MONITOR SCREEN
6020 Rem //////////////////////////////////////
6030 Rem *****
6040 Rem * PRINT TO SCREEN
6050 Rem *****
6060 Rem -RRG: CLS
6070 Call MuestraResultadoDbl(celdaOut, X): Rem -RRG: Antes X$
6090 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "IEEE STD 738-2006 METHOD OF CALCULATION")
6100 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "AIR TEMPERATURE = " & TAMB & " DEG C & ")
6130 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "WIND SPEED IS " & VWIND & " M / SEC")
6140 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "THE ANGLE BETWEEN WIND AND CONDUCTOR IS ### DEG "
& WINDANG_DEG)
6150 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "THE CONDUCTOR IS #####. M ABOVE SEA LEVEL; " &
CDR_ELEV)
6160 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "AND ##.# DEG FROM NORTH; AT A LATITUDE OF ##.#
DEG " & Z1_DEG & " " & CDR_LAT)
6170 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "THE SUN TIME IS " & SUN_TIME & " HOURS & THE
ATMOSPHERE IS " & sB$)
6180 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "CONDUCTOR DIAMETER IS " & D & " MM")
6250 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "CONDUCTOR RESISTANCE IS ##.### OHMS/KM AT ###
DEG C " & RLO * 1000 & " " & TLO)
6260 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "                AND ##.### OHMS/KM AT ###
DEG C " & RHI * 1000 & " " & THI)
6270 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "COEF OF EMISSIVITY = " & EMISS & " & COEF OF
ABSORPTIVITY = " & ABSORP)
6280 If NSELECT = 3 Or NSELECT = 4 Then GoTo 6490
6290 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "SOLAR HEAT INPUT IS #####.### WATTS PER CONDUCTOR
METER " & QS)
6360 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "RADIATION COOLING IS #####.### WATTS PER CONDUCTOR
METER " & QR)
6370 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "CONVECTIVE COOLING IS #####.### WATTS PER CONDUCTOR
METER " & QC)
6380
6390 If NSELECT = 1 Then GoTo 6440
6400 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "GIVEN A MAXIMUM CONDUCTOR TEMPERATURE OF #####.#
DEG C, " & TCDRPRELOAD)
6410 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "THE STEADY STATE THERMAL RATING IS #####.#
AMPERES " & TR)
X = TR
6420 GoSub 7000
6430 Return
6440 If XIPRELOAD = 1.111 Then XIPRELOAD = 0
6450 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "GIVEN A CONSTANT CURRENT OF #####.# AMPERES, " &
XIPRELOAD)
6460 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "THE CONDUCTOR TEMPERATURE IS #####.# DEG C " &
TCDRPRELOAD)
6470 GoSub 7000
6480 Return
6490 Rem PRINT
6500 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "                ***** TRANSIENT THERMAL CALCULATIONS
*****")
6510 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "INITIAL STEADY STATE CONDUCTOR TEMP = ##.# DEG
C " & TCDRPRELOAD)
6520 If IORTPRELOAD = 1 Then Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "FOR A PRE-STEP STEADY
STATE CURRENT = #####.# AMPERES " & XIPRELOAD)
6530 If HNH = 2 Then GoTo 6610
6550 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "                HEAT CAPACITY = #####.#
WATTS-SEC/M-C " & HEATCAP)
6560 GoTo 6630
6610 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "                CORE HEAT CAPACITY = #####.#
WATTS-SEC/M-C " & HEATCORE)
6620 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "                OUTER STRAND LAYERS HEAT CAPACITY = #####.#
WATTS-SEC/M-C " & HEATOUT)
6630 If NSELECT = 4 Then GoTo 6670

```

```

6640 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "THE TOTAL TIME OF INTEREST AFTER THE CURRENT")
6650 If SORM = 0 Then Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "INCREASES TO #####.# AMPS =
##### SECOND " & XISTEP & " " & TT)
6660 If SORM = 1 Then Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "INCREASES TO #####.# AMPS =
##### MINUTES " & XISTEP & " " & TT / 60)
6670 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "CALCULATION TIME INTERVAL =          ###.###
SECONDS " & DELTIME)
6680 If ((ATCDR(2) - TAMB) / (ATCDR(KTIMEMAX) - TAMB)) < 0.05 Then GoTo 6710
6690 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, " CALCULATION ACCURACY WOULD IMPROVE IF THIS TIME
INTERVAL WERE REDUCED ")
6700
6710 If FLAG = 0 Or HEATCORE = 0 Then GoTo 6730
6720 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "CORE HEAT CAPACITY IS IGNORED SINCE STEP DURATION
LESS THAN 60 SEC")
6730 If NSELECT = 4 Then GoTo 6870
6740 If ATCDR(KTIMEMAX) < TCDRMAX Then GoTo 6780
6750 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "IT TAKES #####.### SEC (##### MIN) " &
TIME(KTIMEMAX) & " " & TIME(KTIMEMAX) / 60!)
6760 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "TO REACH THE MAXIMUM ALLOWABLE CONDUCTOR
TEMPERATURE ")
6770 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "OF #####.# DEGREES C " & TCDRMAX)
6780 GoSub 7000
6790 For K = 1 To KTIMEMAX
6800
If SORM = 0 Then
    Rem Raúl MuestraResultadoStr(celdaOut, "TIME=#####.### SEC   CDRTEMP= #####.# DEG C" &
TIME(K); ATCDR(K))
    celdaOut.Value = TIME(K): celdaOut.Offset(0, 1).Value = ATCDR(K)
    Set celdaOut = celdaOut.Offset(1, 0)
End If

6810
    If SORM = 1 Then
        Rem Raúl MuestraResultadoStr(celdaOut, "TIME=#####.### MIN   CDRTEMP= #####.# DEG
C" & TIME(K) / 60; ATCDR(K))
        celdaOut.Value = TIME(K) / 60: celdaOut.Offset(0, 1).Value = ATCDR(K)
        Set celdaOut = celdaOut.Offset(1, 0)
        End If
6820 If K <> 20 And K <> 40 And K <> 60 And K <> 80 Then GoTo 6840
6830 GoSub 7000
6840 Next K
6850 If KTIMEMAX < 20 Then GoSub 7000
6860 Return
6870 Rem Raúl MuestraResultadoStr(celdaOut, "THE TRANSIENT THERMAL RATING =          #####.#
AMPERES" & XISTEP)
    celdaOut.Value = "TRANSIENT THERMAL RATING": celdaOut.Offset(0, 1).Value = XISTEP
    Set celdaOut = celdaOut.Offset(1, 0)
6880 Rem Raúl MuestraResultadoStr(celdaOut, "THAT IS, WITH THIS CURRENT, THE CDR
TEMPERATURE JUST REACHES ")
    celdaOut.Value = "THAT IS, WITH THIS CURRENT, THE CDR TEMPERATURE JUST REACHES "
    Set celdaOut = celdaOut.Offset(1, 0)
6890 If TT > 60 Then
    Rem Raúl MuestraResultadoStr(celdaOut, "THE MAXIMUM OF #####.# DEG C IN ##.### MINUTES"
& TCDRMAX; TT / 60!)
    celdaOut.Value = "THE MAXIMUM OF " & TCDRMAX & " DEG C IN " & TT / 60! & " MINUTES"
    Set celdaOut = celdaOut.Offset(1, 0)
    End If
6900 If TT <= 60 Then
    Rem Raúl MuestraResultadoStr(celdaOut, "THE MAXIMUM OF #####.# DEG C IN ###.###
SECONDS" & TCDRMAX; TT)
    celdaOut.Value = "THE MAXIMUM OF " & TCDRMAX & " DEG C IN " & TT & " SECONDS"
    Set celdaOut = celdaOut.Offset(1, 0)
    End If
6910 GoSub 7000
6920 Return
7000 Rem //////////////////////////////////////
7010 Rem / SUBROUTINE TO FREEZE MONITOR SCREEN
7020 Rem //////////////////////////////////////
7030 Call MuestraResultadoDbl(celdaOut, X): Rem -RRG: Antes X$
RelacionCorrienteTemperatura = X: Rem -RRG:
GoTo 7090: Rem -RRG: Salto bucle no necesario
7040 Rem Raúl Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "PRESS PRtSC TO Debug.Print OR ANY KEY TO
CONTINUE")
7050 Rem -RRG: For P = 1 To 1000000!
7060 Rem -RRG: D$ = INKEY$: If Len(D$) <> 0 Then GoTo 7090
7070 Rem -RRG: Next P
7080 Rem -RRG: CLS

```

```

7090 Return
8000 Rem //////////////////////////////////////
8010 Rem / SUBROUTINE TO ENTER INPUT DATA FROM ASCII FILE
8020 Rem //////////////////////////////////////
GoTo 8040: Rem -RRG:
8030
    Rem Raúl If NS = 0 Then Input #1, FILENAM$, Z$: Input #1, NSETS, Z$
    If NS = 0 Then FILENAM$ = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn =
celdaIn.Offset(1, 0): NSETS = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn =
celdaIn.Offset(1, 0)
8040 NS = NS + 1
8050 Rem -RRG: Input #1, Comment$, Z$
8060 Rem INPUT #1, MOREIN, Z$
8070 Rem INPUT #1, MOREOUT, Z$
8080 Rem Raúl Input #1, NSELECT, Z$
NSELECT = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn = celdaIn.Offset(1,
0)
8090 If NSELECT = 1 Then GoTo 8130
8100 If NSELECT = 3 Or NSELECT = 4 Then GoTo 8180
8110 Rem Raúl Input #1, TCDRPRELOAD, Z$
TCDRPRELOAD = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn =
celdaIn.Offset(1, 0)
8120 GoTo 8300
8130 Rem Raúl Input #1, XIPRELOAD, Z$
XIPRELOAD = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn = celdaIn.Offset(1,
0)
8140 GoTo 8300
8150 Rem *****
8160 Rem * TRANSIENT DATA
8170 Rem *****
8180 Rem Raúl Input #1, IORTPRELOAD, Z$
IORTPRELOAD = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn =
celdaIn.Offset(1, 0)

8190 If IORTPRELOAD = 1 Then XIPRELOAD = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value:
Set celdaIn = celdaIn.Offset(1, 0): Rem Raúl Input #1, XIPRELOAD, Z$
8200 If IORTPRELOAD = 2 Then TCDRPRELOAD = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value:
Set celdaIn = celdaIn.Offset(1, 0): Rem Raúl Input #1, TCDRPRELOAD, Z$
8210
    If NSELECT = 4 Then
        TCDRMAX = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn =
celdaIn.Offset(1, 0)
        Rem Raúl Input #1, TCDRMAX, Z$
    Else
        TCDRMAX = 1000
    End If
8220 If NSELECT = 3 Then XISTEP = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set
celdaIn = celdaIn.Offset(1, 0): Rem Raúl Input #1, XISTEP, Z$

8230 Rem Raúl Input #1, SORM, Z$
SORM = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn = celdaIn.Offset(1, 0)

8240 Rem Raúl Input #1, TT, Z$
TT = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn = celdaIn.Offset(1, 0)

8250 Rem Raúl Input #1, DELTIME, Z$
DELTIME = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn = celdaIn.Offset(1,
0)

8260 If SORM = 1 Then TT = TT * 60
8270 Rem *****
8280 Rem * WEATHER DATA
8290 Rem *****
8300 Rem Raúl Input #1, TAMB, Z$
TAMB = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn = celdaIn.Offset(1, 0)

8310 Rem Raúl Input #1, VWIND, Z$
VWIND = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn = celdaIn.Offset(1, 0)

8320 Rem Raúl Input #1, WINDANG_DEG, Z$
WINDANG_DEG = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn =
celdaIn.Offset(1, 0)

8340 Rem *****
8350 Rem * CONDUCTOR DATA
8360 Rem *****
8370 Rem Raúl Input #1, C$, Z$

```

```

C$ = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn = celdaIn.Offset(1, 0)

8380 Rem Raúl Input #1, D, Z$
D = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn = celdaIn.Offset(1, 0)

8390 Rem Raúl Input #1, TLO, THI, Z$
TLO = celdaIn.Value: THI = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 2).Value: Set
celdaIn = celdaIn.Offset(1, 0)

8400 Rem Raúl Input #1, RLO, RHI, Z$
RLO = celdaIn.Value: RHI = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 2).Value: Set
celdaIn = celdaIn.Offset(1, 0)

8430 RLO = RLO / 1000
8440 RHI = RHI / 1000
8450 If NSELECT = 1 Or NSELECT = 2 Then GoTo 8510
8460 Rem Raúl Input #1, HNH, Z$
HNH = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn = celdaIn.Offset(1, 0)

8470 If HNH = 1 Then
Rem Raúl Input #1, HEATOUT, Z$
HEATOUT = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn =
celdaIn.Offset(1, 0)
HEATCORE = 0
End If
8480 If HNH = 2 Then
Rem Raúl Input #1, HEATOUT, HEATCORE, Z$
HEATOUT = celdaIn.Value: HEATCORE = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Z$ = celdaIn.Offset(0,
2).Value: Set celdaIn = celdaIn.Offset(1, 0)
End If
8490 Rem
8500 Rem
8510 HEATCAP = HEATOUT + HEATCORE
8520 Rem Raúl Input #1, EMISS, ABSORP, Z$
EMISS = celdaIn.Value: ABSORP = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Z$ = celdaIn.Offset(0,
2).Value: Set celdaIn = celdaIn.Offset(1, 0)

8530 Rem Raúl Input #1, CDR_ELEV, Z$
CDR_ELEV = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn =
celdaIn.Offset(1, 0)

8540 Rem Raúl Input #1, Z1_DEG, Z$
Z1_DEG = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn =
celdaIn.Offset(1, 0)

8550 Rem
8560 Rem *****
8570 Rem * SOLAR HEATING DATA
8580 Rem *****
8590 Rem Raúl Input #1, CDR_LAT, Z$
CDR_LAT = celdaIn.Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Set celdaIn =
celdaIn.Offset(1, 0)

8600 Rem Raúl Input #1, SUN_TIME, NDAY, Z$
SUN_TIME = celdaIn.Value: NDAY = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Z$ = celdaIn.Offset(0,
2).Value: Set celdaIn = celdaIn.Offset(1, 0)

8610 Rem Raúl Input #1, A3, sB$, Z$
A3 = celdaIn.Value: sB$ = celdaIn.Offset(0, 1).Value: Z$ = celdaIn.Offset(0, 2).Value:
Set celdaIn = celdaIn.Offset(1, 0)

8620 Return
9000 Rem //////////////////////////////////////
9010 Rem / SUBROUTINE TO CALCULATE THERM COEF OF RAC & HEATCAP & WIND CORRECTION
9020 Rem //////////////////////////////////////
9030 Rem *****
9040 Rem * SETUP LINEAR CONDUCTOR RESISTANCE EQ AS FUNCTION OF TEMP
9042 Rem * B IN OHM/M-C OR OHM/FT-C AND B1 IN OHM/M OR OHM/FT
9050 Rem *****
9060 B = (RHI - RLO) / (THI - TLO)
9070 B1 = RLO - B * TLO
9080 Rem *****
9090 Rem * SET UP LINEAR HEAT CAPACITY EQS AS FUNCTION OF TEMP
9100 Rem *****
9110 Rem *****
9120 Rem * CORRECTION FACTOR (YC) FOR NON-PERPENDICULAR WIND
9130 Rem *****

```

```

9140 WINDANG_RAD = 1.570796 - WINDANG_DEG * PIANG
9150 YC = 1.194 - Sin(WINDANG_RAD) - 0.194 * Cos(2! * WINDANG_RAD) + 0.368 * Sin(2! *
WINDANG_RAD)
9160 Return
10000 Rem //////////////////////////////////////
10010 Rem / SUBROUTINE TO CALCULATE STARTING VALUE FOR CURRENT ITERATION
10020 Rem / BY ASSUMING ADIABATIC HEATING DURING TIME TT
10030 Rem //////////////////////////////////////
10040 TCDR = (TCDRMAX + TAMB) / 2
10050 If TT < 60 Then HEATCAP = HEATOUT Else HEATCAP = HEATOUT + HEATCORE
10060 GoSub 15000
10070 AT = Sqr(HEATCAP * (TCDRMAX - TAMB) / TT) / W4
10080 TCDR = TCDRPRELOAD
10090 NFLAG = 1
10100 GoSub 13000
10110 Return
11000 Rem //////////////////////////////////////
11010 Rem / SUBROUTINE CALCS CDR TEMP VS TIME FOR STEP CHANGE CURRENT
11020 Rem //////////////////////////////////////
11030 If NSELECT = 4 Then Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "TRYING A CURRENT OF
#####.#### AMPS " & XISTEP)
11040 FLAG = 0
11050 ATCDR(1) = TCDRPRELOAD
11060 TCDR = ATCDR(1)
11070 GoSub 15000
11080 K = 1
11090 ATCDR(K + 1) = TCDR + (W4 ^ 2 * XISTEP ^ 2 + QS - QR - QC) * DELTIME / HEATCAP
11100 TIME(K + 1) = TIME(K) + DELTIME
11110 TCDR = ATCDR(K + 1)
11115 If NSELECT = 4 Then GoTo 11130
11120 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "TIME = " & TIME(K + 1) & " SECONDS / CDR TEMP = "
& TCDR & " DEG C")
11130 If NSELECT = 3 And TCDR > TCDRMAX Then GoTo 11280
11140 Rem *****
11150 Rem *
11160 Rem *****
11170 GoSub 15000
11180 K = K + 1
11190 If K = 3000 Then Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "TIME INTERVAL TOO SMALL. ARRAY
OUT OF BOUNDS "): GoTo 1880
11200 If TIME(K) < TT Then GoTo 11090
11210 If XISTEP = 0 And TCDR > TCDRMAX Then GoTo 11220 Else GoTo 11250
11220 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "EVEN IF THE CURRENT IS REDUCED TO ZERO AMPS, THE
CONDUCTOR")
11230 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "TEMPERATURE WILL NOT DECREASE TO ####.# DEG C IN
####.# MINUTES " & TCDRMAX & " " & TT / 60)
11240 GoTo 1880
11250 Rem *****
11260 Rem * CHECK FOR SHORT DURATION FAULTS
11270 Rem *****
11280 If TIME(K) >= 60 Or FLAG = 1 Or HEATCORE = 0 Or TT < 60 Then GoTo 11320
11290 HEATCAP = HEATOUT
11300 FLAG = 1
11310 GoTo 11050
11320 KTIMEMAX = K
11330 Return
12000 Rem //////////////////////////////////////
12010 Rem / SUBROUTINE ITERATES TO FIND CONDUCTOR TEMPERATURE
12020 Rem / GIVEN THE CONDUCTOR CURRENT
12030 Rem //////////////////////////////////////
12040 If NFLAG = 0 Then TCDR = X: GoSub 15000: TEMP = XIDUMMY - TR: Return
12050 If NFLAG = 1 Then XISTEP = X: GoSub 11000
12060 If TCDRPRELOAD <= TCDRMAX Then TEMP = TCDRMAX - TCDR: Return
12070 If TCDRPRELOAD > TCDRMAX Then TEMP = TCDR - TCDRMAX: Return
13000 Rem //////////////////////////////////////
13010 Rem / SUBROUTINE RTMI MUELLER-S ITERATION METHOD SELECTS A CURRENT
13020 Rem / WHICH JUST RAISES TCDR TO TCDMAX IN THE TIME TT. THIS CURRENT
13030 Rem / IS THE TRANSIENT RATING OF THE CONDUCTOR. IT DOES THIS BY
13040 Rem / REPEATEDLY GUESSING A CURRENT - XISTEP - CALCULATING TCDR AT TT
13050 Rem / AND COMPARING THE CALCULATED TCDR TO TCDRMAX. ROUTINE SUPPLIED
13060 Rem / COURTESY OF BILL HOWINGTON.
13070 Rem //////////////////////////////////////
13080 Rem * START BY PREPARING TO ITERATE
13090 Rem *****
13100 XLI = 0: XRI = 0: EPS = 0.049: IEND = 20: X = 0
13110 GoSub 14000
13120 IER = 0: XL = XLI: XR = XRI: X = XL: TOL = X

```

```

13130 GoSub 12000
13140 F = TEMP: If XLI = XRI Or F = 0 Then GoTo 13530
13150 FL = F: X = XR: TOL = X
13160 GoSub 12000
13170 F = TEMP: If F = 0 Then GoTo 13530
13180 FR = F: If (Sgn(FL) + Sgn(FR)) = 0 Then GoTo 13200 Else GoTo 13760
13190 Rem *****
13200 Rem BASIC ASSUMPTION FL*FR LESS THAN 0 IS SATISFIED.
13210 Rem *****
13220 I = 0
13230 Rem *****
13240 Rem START ITERATION LOOP
13250 Rem *****
13260 I = I + 1
13270 Rem *****
13280 Rem START BISECTION LOOP
13290 Rem *****
13300 For JK = 1 To IEND
13310 X = 0.5 * (XL + XR): TOL = X: GoSub 12000
13320 F = TEMP: If F = 0 Then GoTo 13530
13330 If (Sgn(F) + Sgn(FR)) = 0 Then GoTo 13370 Else GoTo 13380
13340 Rem *****
13350 Rem INTERCHANGE XL AND XR IN ORDER TO GET THE SAME SIGN IN F AND FR
13360 Rem *****
13370 TOL = XL: XL = XR: XR = TOL: TOL = FL: FL = FR: FR = TOL
13380 TOL = F - FL: DA = F * TOL: DA = DA + DA
13390 If (DA - FR * (FR - FL)) >= 0 Then GoTo 13410
13400 If (I - IEND) <= 0 Then GoTo 13570
13410 XR = X: FR = F
13420 Rem *****
13430 Rem TEST ON SATISFACTORY ACCURACY IN BISECTION LOOP
13440 Rem *****
13450 TOL = EPS
13460 If (Abs(FR - FL) - TOL) <= 0 Then GoTo 13530
13470 Next JK
13480 Rem *****
13490 Rem END OF BISECTION LOOP - NO CONVERGENCE AFTER IEND ITERATION STEPS
13500 Rem FOLLOWED BY IEND SUCCESSIVE STEPS OF BISECTION
13510 Rem *****
13520 IER = 1: GoTo 13780
13530 Return
13540 Rem *****
13550 Rem COMPUTATION OF ITERATED X-VALUE BY INVERSE PARABOLIC INTERPOLATION
13560 Rem *****
13570 DA = FR - F: DX = (X - XL) * FL * (1 + F * (DA - TOL) / (DA * (FR - FL))) / TOL
13580 XM = X: FM = F: X = XL - DX: TOL = X
13590 GoSub 12000
13600 F = TEMP: If F = 0 Then GoTo 13530
13610 Rem *****
13620 Rem TEST ON SATISFACTORY ACCURACY IN ITERATION LOOP
13630 Rem *****
13640 TOL = EPS
13650 If (Abs(F) - TOL) <= 0 Then GoTo 13530
13660 Rem *****
13670 Rem PREPARATION OF NEXT BISECTION LOOP
13680 Rem *****
13690 If (Sgn(F) + Sgn(FL)) <> 0 Then GoTo 13710
13700 XR = X: FR = F: GoTo 13260
13710 XL = X: FL = F: XR = XM: FR = FM: GoTo 13260
13720 Rem *****
13730 Rem END OF ITERATION LOOP
13740 Rem ERROR RETURN IN CASE OF WRONG INPUT DATA
13750 Rem *****
13760 If XHI <> XLO Then GoTo 13770 Else Return
13770 IER = 2: JK = 0
13780 BEEP: Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "NUMBER OF ITERATIONS= " & JK)
13790 Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "ITERATION ROUTINE CONDITION CODE,IER= " & IER)
13800 If IER = 2 Then Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "TCDR OUT OF TEMPERATURE RANGE")
13810 If IER = 1 Then Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "NO CONVERGENCE IN SUBROUTINE
TRANS")
13820 Stop
14000 Rem //////////////////////////////////////
14010 Rem / SUBROUTINE GUESS TO DETERMINE INITIAL BOUNDS FOR ITERATION
14020 Rem //////////////////////////////////////
14030 If NFLAG = 0 Then XLO = TAMB: XHI = 1000: DIV = 10
14040 If NFLAG = 1 Then XLO = 0: XHI = 10 * AT: DIV = 10
14050 CHA = (XHI - XLO) / DIV: NUM = Int(DIV): X = XLO

```

```

14060 GoSub 12000
14070 FO = TEMP
14080 For JK = 1 To NUM
14090 X = XLO + JK * CHA: GoSub 12000
14100 FF = TEMP: If (Sgn(FF) + Sgn(FO)) = 0 Then GoTo 14140
14110 FO = FF
14120 Next JK
14130 XLI = XLO: XRI = XHI: Return
14140 XRI = X: XLI = X - CHA: Return
15000 Rem //////////////////////////////////////
15010 Rem / SUBROUTINE TO CALCULATE THERMAL RATING GIVEN A CDR TEMP (TCDR),
15020 Rem / AND CONDUCTOR PARAMETERS AND WEATHER CONDITIONS
15030 Rem //////////////////////////////////////
15040 Rem PRINT USING "TRYING A TCDR OF ####.### DEG C" & TCDR
15050 Rem *****
15060 Rem * CALC CONDUCTOR HEAT LOSS (QR) BY RADIATION (WATTS/M)
15070 Rem *****
15080 T3 = TCDR + 273
15090 T4 = TAMB + 273
15102 QR = 0.0178 * EMISS * D * ((T3 / 100) ^ 4 - (T4 / 100) ^ 4)
15110 Rem *****
15120 Rem * CALC CONDUCTOR HEAT LOSS BY CONVECTION (WATTS/M)
15130 Rem *****
15140 T5 = (TCDR + TAMB) / 2
15160 U1 = 0.000001458 * (T5 + 273) ^ 1.5 / (T5 + 383.4)
15172 P1 = (1.2932 - 0.0001525 * CDR_ELEV + 0.00000006379 * CDR_ELEV ^ 2) / (1 + 0.00367 *
T5)
15180 K1 = 0.02424 + 0.00007477 * T5 - 0.000000004407 * T5 ^ 2
15181 If DEPURANDO = 1 Then Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "U1,P1,K1 = " & U1 & " " &
P1 & " " & K1)
15182 Rem *****
15184 Rem * CALC CONDUCTOR HEAT LOSS (QC) BY NATURAL CONVECTION (WATTS/M)
15186 Rem *****
15188 If (TCDR - TAMB) < 0! Then TCDR = TAMB + 0.1
15191 QC = 0.0205 * P1 ^ 0.5 * D ^ 0.75 * (TCDR - TAMB) ^ 1.25
15192 If VWIND = 0 Then GoTo 15450
15194 Rem *****
15196 Rem * CALC CONDUCTOR HEAT LOSS (QCF) BY FORCED CONVECTION (WATTS/M)
15198 Rem *****
15202 Z = D * P1 * VWIND / U1
15212 Q1 = 0.0119 * Z ^ 0.6 * K1 * (TCDR - TAMB)
15222 Q2 = (1.01 + 0.0372 * Z ^ 0.52) * K1 * (TCDR - TAMB)
15230 If Q1 - Q2 <= 0 Then GoTo 15260
15240 QCF = Q1
15250 GoTo 15270
15260 QCF = Q2
15265 If DEPURANDO = 1 Then Call MuestraResultadoStr(celdaOut, "QCF = " & QCF)
15270 QCF = QCF * YC
15370 Rem *****
15380 Rem * SELECT LARGER OF CONVECTIVE HEAT LOSSES (QC VERSUS QCF)
15390 Rem *****
15400 If QCF < QC Then GoTo 15450
15410 QC = QCF
15420 Rem *****
15430 Rem * CALC SUM OF STEADY STATE HEAT FLOWS
15440 Rem *****
15450 R5 = -QS + QC + QR
15460 Rem *****
15470 Rem * CALC SQRT OF CONDUCTOR RESISTANCE IN OHMS/FT
15480 Rem *****
15492 W4 = Sqr(B1 + B * TCDR)
15500 If R5 <= 0 Then TR = 0: GoTo 15560
15510 R4 = R5 ^ 0.5
15520 Rem *****
15530 Rem * CALCULATE THERMAL RATING (AMPACITY) IN AMPERES
15540 Rem *****
15550 TR = R4 / W4
15560 Return
16000 Rem //////////////////////////////////////
16010 Rem / SUBROUTINE TO WRITE OUTPUT DATA TO FILE
16020 Rem //////////////////////////////////////
16030 Print #2,
16040 Print #2,
16050 Print #2, X: Rem -RRG: Antes X$
16060 Print #2, " IEEE STD 738-2006 METHOD FOR CALCULATION OF"
16070 Print #2, "BARE OVERHEAD CONDUCTOR TEMPERATURES & THERMAL RATINGS"
16080 Print #2, "INPUT DATA FILE NAME IS " & F$

```



```

16090 Print #2, Comment$
16100 Print #2, C$
16110 Print #2, "AIR TEMPERATURE IS " & TAMB; " DEG C"
16180 Print #2, "WIND SPEED IS " & VWIND; " M/SEC"
16190 Print #2, "ANGLE BETWEEN WIND AND CONDUCTOR IS ### DEG" & WINDANG_DEG
16200 Print #2, "COEFFICIENT OF EMISSIVITY IS " & EMISS
16210 Print #2, "COEFFICIENT OF ABSORPTIVITY IS " & ABSORP
16220 Print #2, "LINE DIRECTION IS ### DEG FROM NORTH" & Z1_DEG; " AND THE ATMOSPHERE IS "
& sB$
16230 If NSELECT = 3 Or NSELECT = 4 Then GoTo 16450
16240 Print #2,
16250 Print #2,
16260 Print #2, "STEADY STATE THERMAL CALCULATIONS"
16320 Print #2, "QS IS ####.### WATTS PER METER OF CONDUCTOR " & QS
16330 Print #2, "QR IS ####.### WATTS PER METER OF CONDUCTOR " & QR
16340 Print #2, "QC IS ####.### WATTS PER METER OF CONDUCTOR " & QC
16350 Print #2,
16360 If NSELECT = 1 Then GoTo 16400
16370 Print #2, "GIVEN A MAXIMUM CONDUCTOR TEMPERATURE OF ####.# DEG C," & TCDRPRELOAD
16380 Print #2, "THE STEADY STATE THERMAL RATING IS ##### AMPERES" & TR
16390 GoTo 16430
16400 If XIPRELOAD = 1.111 Then XIPRELOAD = 0
16410 Print #2, "GIVEN A CONSTANT CURRENT OF ##### AMPERES" & XIPRELOAD
16420 Print #2, "THE CONDUCTOR TEMPERATURE IS ####.# DEG C" & TCDRPRELOAD
16430 Rem
16440 GoTo 16740
16450 Print #2,
16460 Print #2,
16470 Print #2, "      TRANSIENT THERMAL CALCULATIONS "
16480 Print #2, "INITIAL STEADY STATE CDR TEMP IS ###.# DEG C" & TCDRPRELOAD
16490 If IORTPRELOAD = 2 Then Print #2,
16500 If IORTPRELOAD = 1 Then Print #2, "FOR A GIVEN INITIAL CURRENT OF ##### AMPERES," &
XIPRELOAD
16505 If HNH = 2 Then GoTo 16545
16515 Print #2, "                      HEAT CAPACITY = ####.#WATTS-SEC/M- C" & HEATCAP
16520 GoTo 16570
16545 Print #2, "                      CORE HEAT CAPACITY = ####.# WATTS- SEC/M-C" & HEATCORE
16550 Print #2, "      OUTER STRAND LAYERS HEAT CAPACITY = ####.# WATTS- SEC/M-C" & HEATOUT
16570 If NSELECT = 4 Then GoTo 16610
16580 Print #2, "THE MAXIMUM TIME OF INTEREST AFTER THE STEP CURRENT"
16590 If SORM = 0 Then Print #2, "INCREASES TO #####.# AMPS IS ####.#### SECONDS" &
XISTEP; TT
16600 If SORM = 1 Then Print #2, "INCREASES TO #####.# AMPS IS ####.#### MINUTES" &
XISTEP; TT / 60
16610 Print #2, "THE MAX ALLOWABLE CONDUCTOR TEMPERATURE IS ####.# DEG C" & TCDRMAX
16620 If NSELECT = 4 Then GoTo 16680
16630 For I = 1 To KTIMEMAX
16640 If SORM = 0 Then Print #2, "TIME=###.#### SEC      CDRTEMP= ###.# DEG C" & TIME(I);
ATCDR(I)
16650 If SORM = 1 Then Print #2, "TIME=###.### MIN      CDRTEMP= ###.# DEG C" & TIME(I) / 60;
ATCDR(I)
16660 Next I
16670 GoTo 16730
16680 Print #2, "THE TRANSIENT THERMAL RATING IS #####.# AMPERES" & XISTEP
16690 Print #2, "THAT IS, WITH THIS CURRENT, THE CONDUCTOR TEMPERATURE JUST REACHES "
16700 Print #2, "THE MAXIMUM ALLOWABLE CDR TEMP OF ####.# DEG C" & TCDRMAX
16710 If TT > 60 Then Print #2, "IN ####.## MINUTES" & TT / 60
16720 If TT < 60 Then Print #2, "IN ###.#### SECONDS" & TT
16730 Print #2, X: Rem -RRG: Antes X$
16740 Return
20000 Rem //////////////////////////////////
20010 Rem / COMMENTS ON PROGRAM
20020 Rem //////////////////////////////////
20030 Rem *
20040 Rem * THE PROGRAM DOES NOT CALCULATE ANY INTERNAL RADIAL OR AXIAL
20050 Rem * TEMPERATURE GRADIENTS. THIS IS NORMALLY NOT A SOURCE OF
20060 Rem * SIGNIFICANT ERROR EXCEPT FOR INTERNALLY COMPLEX CONDUCTORS
20070 Rem * SUCH AS FIBER-OPTIC SHIELD WIRE AND FOR NON-HOMOGENEOUS CONDUCTORS
20080 Rem * FOR FAULT CURRENTS OF LESS THAN 1 MINUTE. THE PROGRAM DOES NOT
20090 Rem * APPLY TO INTERNALLY COMPLEX CONDUCTORS, IT DOES CALCULATE A WORST
20100 Rem * CASE ESTIMATE OF TEMPERATURE/RATING FOR ACSR OR ACSR/AW BY NEGLECTING
20110 Rem * THE HEAT STORAGE CAPACITY OF THE RELATIVELY POORLY CONDUCTING CORE
20120 Rem * FOR STEP CURRENTS WHICH PERSIST FOR LESS THAN ONE MINUTE.
20130 Rem * THE VARIATION IN SPECIFIC HEAT WITH TEMPERATURE IS NEGLECTED.
20140 Rem * ADDED COMMENTS 7/97 DAD
20150 Rem * ADDED SI FORMULAS, SOLAR EQUATIONS, AND CHANGED AIR PARAMETERS
End Function

```

12. CONCLUSIONES



En cuanto a:

1- CÁLCULOS MECÁNICOS

En el proyecto, se ha dado prioridad al estudio de los cálculos mecánicos de las líneas aéreas de alta tensión, por considerarlos más determinantes en la elaboración de proyectos y trabajos de dirección de obra en las líneas de distribución.

Para poder realizar los cálculos de manera eficaz y práctica, se han desarrollado unas aplicaciones informáticas. Para ello, en primer lugar se ha realizado una base de datos de los diferentes conductores que existen. En esta base de datos se ha incluido:

- Características mecánicas de los conductores.
- Sobrecargas exigidas por el RLAT (pesos aparentes).
- Coeficientes de sobrecarga.
- Coeficientes para el cálculo de distancia entre conductores.
- Parámetro R'
- Intensidad admisible calculada por densidad de corriente.

A continuación, se ha realizado el estudio de la curva que adopta un conductor entre dos apoyos. En las diferentes bibliografías que lo estudian, existen varios tipos de cálculos, que pueden crear confusión:

- Ecuaciones de la catenaria
- Ecuaciones de la parábola
- Método de Truxa.

Para aclarar y organizar esta información, se ha compilado y estudiado: la ecuación de la curva, la flecha, la longitud, la tensión en los extremos en función de la tensión horizontal, la tensión horizontal en función de la tensión en los extremos y la ecuación de cambio de condiciones (modelo de deformación lineal), en los tres tipos de ecuaciones nombrados anteriormente. De esta forma se ha creado una aplicación por cada parámetro.

Las ecuaciones de la catenaria son las que dan resultados más precisos. Las ecuaciones del método de Truxa dan resultados muy parecidos a las anteriores, pero con ecuaciones más sencillas. Las ecuaciones de la Parábola a partir de 300 m y desniveles mayores del 10 % no se recomienda su uso porque existen diferencias considerables que van en contra de las distancias de seguridad.

Con el estudio del capítulo anterior, se ha podido desarrollar una aplicación para dibujar la curva con las ecuaciones de la catenaria en la aplicación Autocad. Las aplicaciones se pueden utilizar para calcular líneas aéreas de baja tensión, y han sido fundamentales para corregir la aplicación de cálculo de apoyos y de conductores. También, gracias a este estudio, se ha podido desarrollar una aplicación para calcular el parámetro de líneas aéreas existentes, y dos aplicaciones para realizar trabajos topográficos de replanteo de líneas.

En el estudio del cálculo mecánico de conductores:

- Se ha comprendido el objeto y la exactitud de los resultados.
- Se ha estudiado las exigencias del RLAT.
- Se ha diseñado la tabla de cálculo mecánico y de tendido.

- Se han estudiado los procesos de fluencia y errores fortuitos.
- Se ha realizado la aplicación de cálculo mecánico de conductores.

Respecto al cálculo mecánico de apoyos:

- Se han realizado unas herramientas para facilitar el cálculo (datos necesarios, tablas de cálculo, tablas de resultado, consideraciones y errores frecuentes).
- Se han estudiado las exigencias del RLAT.
- Se han estudiado los esfuerzos a los que está sometido el apoyo.
- Se han estudiado los diferentes tipos de apoyo y sus particularidades.
- Se ha realizado una aplicación que calcula los esfuerzos que exige el RLAT, la distancia entre conductores, el ángulo de oscilación transversal de la cadena de aisladores y recoge todas las herramientas realizadas.

En las cadenas de aisladores, se ha realizado una tabla para facilitar el cálculo de su carga de rotura y así verificar que cumple con los coeficientes de seguridad reglamentarios.

Con todo lo anterior, los cálculos mecánicos se pueden dar por concluidos. No se ha tratado el tema de la cimentación, ya que es parte del diseño del apoyo, y por tanto responsabilidad del fabricante.

2- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Para los cálculos eléctricos, se han estudiado los parámetros R' y L' , y se han calculado su valor para los diferentes conductores y disposición de armados. También se ha realizado una aplicación para calcular la caída de tensión, pérdidas de la línea y tensión y corriente en diferentes puntos.

En el cálculo de la intensidad máxima admisible en régimen permanente, se han estudiado los dos métodos que permite el RLAT: el método de densidad de corriente y el método de transferencia de calor. Se ha calculado para cada conductor la intensidad máxima por densidad de corriente.

Respecto al método de transferencia de calor, se han realizado cuatro aplicaciones, con el método de la [10] IEEE Std 738TM-2012 STANDARD FOR CALCULATING THE CURRENT-TEMPERATURE RELATIONSHIP OF BARE OVERHEAD CONDUCTORS para calcular:

- La temperatura en régimen permanente en función de una corriente.
- La corriente en régimen permanente en función de una temperatura.
- La temperatura en régimen transitorio, en función de una corriente máxima.
- La corriente en régimen transitorio, en función de una temperatura máxima.

Con estas aplicaciones podemos atender a las exigencias del RLAT en el punto 2.1.2.3 “Temperaturas de servicio del conductor”. También podemos evitar los problemas de flecha que existen en líneas con elevada carga al poder considerar las condiciones ambientales. Y por último, podemos verificar la capacidad de carga de líneas aéreas existentes.

3- OTROS TEMAS

Se ha realizado un listado de diferentes consideraciones para poder realizar un diseño de trazado con el menor número de errores. Igualmente se ha procedido con la distribución de apoyos, donde también se ha realizado una aplicación para calcular el

vano máximo en un cantón, en función de la configuración de armado que tenga el apoyo.

Por último, se han estudiado las distancias de seguridad en las líneas aéreas con conductores desnudos y aislados.

4- PRÓXIMOS TRABAJOS Y ESTUDIOS

Se puede mejorar la aplicación de cálculo mecánico del conductor, que actualmente utiliza un modelo de deformación lineal, modificándola a un modelo de deformación plástica. El estudio del documento 244 CIGRÉ Abril 2004 wgB2.12 “conductors for the uprating of overhead lines” (conductores para el aumento de la capacidad de líneas aéreas” puede ayudarnos.

En los cálculos eléctricos, se ha quedado pendiente:

- Cálculo del parámetro C'
- Cálculo de las corrientes de cortocircuito.
- Estudio de la Coordinación de Aislamiento.
- Cálculo de las puestas a tierra.

Uno de los próximos objetivos será el comenzar a estudiar y utilizar la aplicación ATP (Alternative Transients Program), una herramienta informática originalmente desarrollada para la simulación de procesos transitorios en sistemas eléctricos de potencia.

13. BIBLIOGRAFÍA



- [1] F. Garnacho Vecino, J. Moreno Mohíno, P. Simón Comín y A. González Sanz, Cálculo y diseño de líneas eléctricas de alta tensión, Garceta, grupo editorial, 2011.
- [2] J. Moreno Clemente, Cálculo de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, Málaga: T.G. ARTE, 1999.
- [3] R. Álvarez Isasi y J. Mendía Urquiola, Cálculo de los tendidos de líneas aéreas de alta tensión, Bilbao, 1972.
- [4] L. M. Checa, «Líneas de transporte de energía,» Marcombo-Boixareu Editores, Barcelona-México, 1988.
- [5] G. Denche Castejón, J. Moreno Mohino y M. Á. Sánchez-Urán, PROLAT, programa para el cálculo de líneas aéreas de media tensión, Madrid: Universidad politécnica de Madrid, 1999.
- [6] F. Barrero González, SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Thomson, 2004.
- [7] W. G. 22.12, «Thermal Behaviour of Overhead Conductors,» CIGRÉ, 2002.
- [8] D. D. y. otros, «IEEE Standard for Calculating the Current-Temperature Relationship of Bare Overhead Conductors,» IEEE, New York, 2012.
- [9] I. Voima Osakeyhtio, «The Creep of ACSR and practical stringing accuracy,» de CIGRE, 1958.
- [10] J. Carrasco Tutón, «Líneas eléctricas aéreas. Estudio estadístico de la altura de los conductores sobre el terreno,» *Revista de obras públicas*, vol. I, nº 2991, pp. 857-870, 1964.
- [11] «TB-324. Sag-tension calculation methods for overhead lines,» CIGRE, June 2007.
- [12] «Overhead electrical conductors. Calculation methods for stranded bared conductors.,» *CEI 1597*, nº First edition, 1995.
- [13] J. Moreno Mohíno, F. Garnacho Vecino, P. Simón Comín, J. . Rodríguez Herrerías y , Reglamento de Líneas de Alta Tensión y sus fundamentos técnicos, Madrid: Paraninfo, 2009.
- [14] J. A. Tajadura Zapirain, B. Manso Irurzun y J. López Fernández, PROGRAMACIÓN CON AUTOCAD, Madrid: McGRAW-HILL, 1999.
- [15] J. P. Rodríguez, «Curso práctico de personalización y programación bajo AutoCAD,» 2005.
- [16] J. A. Tajadura Zapirain y J. López Fernández, AutoLISP Versión 12, Madrid: McGRAW-HILL, 1995.
- [17] F. Santos Sabrás, Ingeniería de proyectos, Barañain (Navarra): Eunsa, 2002.
- [18] J. Fraile Mora y N. Herrero Martínez, Líneas e instalaciones eléctricas, Madrid: Universidad politécnica de Madrid, 2004.
- [19] B. Hermoso Alameda, M. Aguado Alonso y V. Senosiáin Miquélez, «Terrenos no homogéneos. Modelos de dos capas y exponencial. Método del punto de inflexión,» *Montajes e Instalaciones*, nº 312, pp. 89-94, Diciembre 1997.
- [20] B. Hermoso Alameda, M. Aguado Alonso y V. Senosiáin Miquélez, «Instalaciones de puesta a tierra en terrenos de dos capas,» *Montajes e Instalaciones*, nº 309, pp. 51-57, Septiembre 1997.
- [21] «Proyecto tipo de líneas aéreas de hasta 20 kV,» Edición 2010.
- [22] F. Garnacho Vecino, P. Simón Comín, J. Moreno Mohíno y A. González Sanz, «Reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión y sus fundamentos técnicos,» Garceta, grupo Editorial, Madrid, 2014.
- [23] *Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.*

- [24] *Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.*
- [25] R. S. Ayala, «Capacidad de sobrecarga en líneas aéreas de alta tensión,» Universidad Carlos III, Leganés, 2012.