



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

Javier Lisarri Garrues

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril de 2010



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Javier Lisarri Garrues

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril de 2010



INDICE

	<u>Pag</u>
1 INTRODUCCIÓN	4
1.1 Objeto del proyecto	4
1.2 Normativa vigente	4
2 ANTECEDENTES	5
3 DATOS DE PARTIDA	5
3.1 Descripción de la nave	6
3.2 Suministro de energía	7
3.3 Potencia de los receptores	7
3.3.1 Potencia de alumbrado	7
3.3.2 Tomas de corriente	8
4 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN	9
4.1 Introducción	9
4.2 Tipos de esquema de distribución	9
4.3 Solución adoptada	10
5 ILUMINACIÓN	11
5.1 Alumbrado	11
5.1.1 Normas para realizar los proyectos de la iluminación	16
5.1.2 Tablas utilizadas para el cálculo.	17
5.2 Alumbrado de emergencia	17
5.2.1 Introducción	18
5.3 Soluciones adoptadas	19
6 CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	20
6.1 Introducción	20
6.2 Factores a tener en cuenta en el cálculo de los 6 conductores	20
6.2.1 Calentamiento de los conductores	21
6.2.2 Caída de tensión y pérdidas de potencia en los conductores.	22
6.3 Prescripciones generales	24
6.4 Sistemas de instalación	27
6.5 Receptores	29
6.6 Normas para la elección del cable (itc-bt 19 y 29)	30
6.7 Normas para la elección del tubo	30
6.8 Soluciones adoptadas	31
7 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN	32
7.1 Introducción	32
7.2 Protección contra sobrecargas	33
7.3 Protección contra cortocircuitos	35
7.3.1 Selectividad y filiación entre protecciones	35
7.3.1.1 Selectividad	36
7.3.1.2 Filiación	36
7.4 Tipos de cortocircuitos	38
7.5 Protección de las personas	38
7.5.1 Protección contra contactos directos	39



	<u>Pag</u>
7.5.2 Protección contra contactos indirectos	40
7.6 Solución adoptada	41
7.6.1 Cuadro auxiliar del c.t.1	41
7.6.2 Cuadro general de distribución 1	42
7.6.2.1 Cuadro auxiliar 1	44
7.6.2.2 Cuadro auxiliar 2	45
7.6.2.3 Cuadro auxiliar 3	46
7.6.2.4 Cuadro auxiliar 4	47
7.6.2.5 Cuadro auxiliar 5	48
7.6.2.6 Cuadro auxiliar 6	49
7.6.2.7 Cuadro auxiliar 7	51
7.6.3 Cuadro auxiliar del c.t.2	51
7.6.4 Cuadro general de distribución 2	52
7.6.4.1 Cuadro auxiliar 8	54
7.6.4.2 Cuadro auxiliar 9	55
7.6.4.2.1 Subcuadro 9b	56
7.6.4.2.2 Subcuadro 9c	57
7.6.4.2.3 Subcuadro 9d	58
8 COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	59
8.1 Introducción	59
8.2 Necesidad de compensar el factor de potencia	59
8.3 Metodos de compensación	60
8.4 Solución adoptada	61
9 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	62
9.1 Introducción	62
9.1.1 Objetivo de la puesta a tierra	63
9.1.2 Partes de la puesta a tierra	65
9.2 Elementos a conectar a la toma de tierra	66
9.3 Solución adoptada	66
10 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	67
10.1 Introducción	67
10.2 Emplazamiento	67
10.3 Aparamiento de un centro de transformación	68
10.4 Transformador	69
10.5 Características generales del centro de transformación	69
10.5.1 Características de la caseta prefabricada	70
10.5.2 Accesos	70
10.5.3 Materiales de seguridad y primeros auxilios	70
10.6 Características de las celdas	71
10.6.1 Celda de remonte	71
10.6.2 Celda de protección	72
10.6.3 Celda de medida	72
10.7 Características del transformador	72



10.7.1 Características generales de los transformadores	72
---	----

	<u>Pag</u>
10.7.2 Características eléctricas	73
10.8 Interconexión celda-transformador	73
10.9 Interconexión transformador-cuadro de baja tensión	73
10.10 Instalación eléctrica	73
10.10.1 Características de la red de alimentación	73
10.11 Cuadro general de baja tensión	73
10.12 Instalación de puesta a tierra	73
10.12.1 Introducción	74
10.12.2 Aspectos a tener en cuenta en el cálculo de puestas a tierra.	76
10.12.2.1 Investigación de las características del suelo	76
10.12.2.2 Distancias	76
10.12.2.3 Aparatos de media tensión	76
10.12.2.4 Aislamiento	77
10.12.3 Solución adoptada	77
10.12.3.1 Regimen de neutro en el c.t.	77
10.12.3.2 Componentes del c.t.	77
10.12.3.3 Transformadores	78
10.12.3.4 Protecciones propias del transformador	81
11 RESUMEN PRESUPUESTO	83
12 BIBLIOGRAFÍA	85



1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto definir y calcular la instalación eléctrica y el centro de transformación de una nave industrial dedicada a la elaboración de colorante para plásticos situada en Estella, en el polígono industrial de Ordoiz.

Incluirá el cálculo de:

- Instalación de alumbrado
- Instalación de fuerza y tomas de corriente
- Protección eléctrica de las instalaciones
- Corrección de la energía reactiva
- Puestas a tierra
- Centros de transformación

1.2 NORMATIVA VIGENTE

La realización del presente proyecto así como la ejecución del mismo, se realizará de acuerdo a lo especificado en las normas y reglamentos vigentes en el momento:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias. (Real Decreto 842/2002 de agosto de 2002).
- Normas UNE de obligado cumplimiento que se encuentran incluidas e el reglamento y demás normas de obligado cumplimiento.
- Recomendaciones UNESA.
- Normativa particular de Iberdrola.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1.215/1997, de 18 de julio, de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica. (Real Decreto 1075/1986, de 2 de mayo de 1986)
- Real Decreto 208/2005 de 25 de febrero sobre aparatos eléctricos o electrónicos y la gestión de sus residuos.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre, Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- Real Decreto 3275/1982, Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.



2. ANTECEDENTES

Se redacta el presente proyecto a petición de la empresa “Color&Plastic”, con el fin de describir la instalación eléctrica en baja tensión de la nave industrial que la empresa tiene previsto situar en el nuevo polígono de Estella (Navarra) en las parcelas número 1264 y 1265.

3. DATOS DE PARTIDA

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE

La nave se situara en el nuevo polígono industrial de Estella (Navarra). Se trata de una nave dedicada a la fabricación de colorante para plásticos. La superficie total de ésta es aproximadamente de 6500 m2. Se compone de:

ALMACEN	1506.76
NAVE 1	1927.66
NAVE 2	2005.99
MANTENIMIENTO 1	75.6
MANTENIMIENTO 2	14.7
MANTENIMIENTO 3	11.7
LABORATORIO	29.37
BAÑOS LABORATORIO	16.56
VESTUARIOS	78
OFICINA 1A	15.84
OFICINA 1B	9.9
OFICINA 1C	13.8
OFICINA 1D	17.42
OFICINA 1E	12.96
DESPACHO 1	78.54
DESPACHO 2	24
DESPACHO 3	20.52
DESPACHO 4	10.54
DESPACHO 5	10.54
BAÑOS OFICINAS	9.12
ENTRADA	20.52
RECEPCIÓN	17.55
PAS. OFICINA 1A	4.84
PAS. OFICINA 1B	21.26
PAS. OFICINA 1C	20.8
PAS. DESPACHO A	23.58
PAS. DESPACHO B	13.48
PAS. DESPACHO C	4.2
CUARTO DE MÁQUINAS	6.6
TOTAL	6022.35



El proceso productivo de la nave está basado principalmente en:

- Recepción de la materia prima
- Elaboración del colorante
- Salida del material

La maquinaria que utilizamos para la producción del colorante es la que exponemos a continuación.

MAQUINARIA	Potencia(kW)	MAQUINARIA	Potencia(kW)
Silos y cintas de negro	6	A8 MARIS TM40	16.6
Silos MP alimentación	2	Corte en cabeza y secador	6
Básculas dosificación	8	Criba de material	3.36
Extrusora doble usillo	41.6	Transporte material	3
Corte en cabeza y secador	8	Silos MP alimentación	3
Criba de material	2	Básculas dosificación	4
Transporte material	4	Extrusora monousillo	65
Silos MP alimentación	3	Corte en cabeza y secador	8
Básculas dosificación	0	Criba de material	2
Extrusora doble usillo	83.2	Transporte material	3
Corte en cabeza y secador	12	Básculas dosificación	10
Criba de material	3	Amasador monousillo	54
Transporte material	4	Extrusora salida material	12
Silos MP alimentación	3	Corte en cabeza y secador	8
Tolvas mezcladoras aditivos	2	Criba de material	3
Básculas dosificación	10	Compresor 1	11
Extrusora doble usillo	41.5	Compresor 2	7.5
Corte en cabeza y secador	8	Compresor 3	7.5
Criba de material	2	Bombas impulsión	10
Transporte material	4	Torre evaporativa 1	3
Silos MP alimentación	2	Torre evaporativa 2	3
Mezcladores aditivos	35	Montacargas fábrica	3
Básculas dosificación	4	Montacargas laboratorio	2
Extrusora doble usillo	166	Filtro N°1 Nave 2	3
Corte en cabeza y secador	5	Filtro N°2 Nave 1	2.5
Criba de material	1.12	Filtro N°3 Nave 1	2.5
Transporte material	3	Filtro N°4 alto vacío	2.5
Silos MP	7	Grupo frío oficinas	6.6
Sistema transporte por vacío	10	Grupo calor oficinas	6.6
Dosificadores gravimétricos	18	Grupo climatización labor.	6.7
A6 MARIS TM30	16.4	Extrusora pruebas	1.81
A7 MARIS TM58	16.4	Extrusora probetas	1.2

Lo que supone una potencia total en maquinaria de aproximadamente de 812.59 kW.



3.2 SUMINISTRO DE ENERGÍA

Iberdrola abastece de energía al polígono industrial en el que está ubicada la nave mediante la red de media tensión. Esta red proporciona una tensión alterna trifásica de 13.2 kV con una frecuencia de 50 ciclos por segundo.

La empresa suministradora se compromete, previo acuerdo, a facilitar e instalar una línea subterránea hasta el centro de transformación.

3.3 POTENCIA DE LOS RECEPTORES

Se trata de extimar con la mayor exactitud posible, cual será el valor máximo de potencia que puede llegar a consumir la instalación. Para ello se sumarán los valores de las potencias correspondientes a los aparatos de fuerza, alumbrado y tomas de corriente multiplicadas por los coeficientes de simultaneidad de toda la instalación. Se considera un factor de simultaneidad del 60% en maquinaria, un 30% en alumbrado y tomas de corriente, y un coeficiente de ampliación del 30% a la hora de dimensionar el centro de transformación.

La potencia total de la instalación a considerar aplicando los factores de ampliación correspondientes es de 1325.26 kW repartidos en los diferentes tipos de receptores.

3.3.1 POTENCIA DE ALUMBRADO

Tras realizar el cálculo y dimensionado del alumbrado se realiza la suma total de todas las potencias de las lámparas utilizadas dando un total de 73992 W como consumo correspondiente al alumbrado interior y de emergencia.

3.3.2 TOMAS DE CORRIENTE

El criterio utilizado para la colocación de las tomas de corriente es el siguiente.

UBICACIÓN	T. MONO	T. TRIFA	W
ALMACEN	2	2	9920
NAVE 1	4	4	19840
NAVE 2	4	4	19840
MANTENIMIENTO 1	2	1	8640
MANTENIMIENTO 2	2	0	7360
MANTENIMIENTO 3	1	0	3680
LABORATORIO	2	1	8640
BEÑOS LABORATOIO	1	0	3680
VESTUARIOS	2	0	7360
OFICINA 1A	4	0	14720
OFICINA 1B	4	0	14720
OFICINA 1C	5	0	18400
OFICINA 1D	3	0	11040
OFICINA 1E	4	0	14720
DESPACHO 1	2	0	7360
DESPACHO 2	2	0	7360



DESPACHO 3	2	0	7360
DESPACHO 4	2	0	7360
DESPACHO 5	2	0	7360
BAÑOS OFICINAS	2	0	7360
ENTRADA	0	0	0
RECEPCIÓN	0	0	0
PAS.OFI A	0	0	0
PAS.OFI B	1	0	3680
PAS.OFI C	0	0	0
PAS.DESPACHO A	1	0	3680
PAS.DESPACHO B	0	0	0
PAS.DESPACHO C	1	0	3680
CUARTO DE MÁQUINAS	1	0	3680
	206080	153600	359680

Las tomas de corriente monofásicas serán de 442W amperios y 230 voltios, mientras que las trifásicas serán de 1536W amperios y 400 voltios.

Las tomas monofásicas y trifásicas en los talleres y en el almacén se colocaran a 1.5 metros del suelo empotradas en la pared. Mientras que las tomas monofásicas de las oficinas, pasillos y despachos se situaran a 0.12 metros del suelo empotradas en pared. En vestuarios se colocaran a 1.5 metros del suelo y debidamente empotradas junto a los lavabos.



4. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

4.1 INTRUDUCCIÓN

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobrecargas, así como de las especificaciones de la aparatada destinada a tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado en la instalación.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

4.2 TIPOS DE ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

Existen tres tipos de esquemas de distribución:

- Esquema TN: tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:
 - Esquema TN-S: en el que el conductor y el cable de protección son diferentes en todo el esquema.
 - Esquema TN-C: en el que las funciones del neutro y protección están combinadas en un solo conductor en todo el esquema.
 - Esquema TN-C-S: en el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor.

En este tipo de esquemas cualquier intensidad de defecto fase-masa es una intensidad de cortocircuito. El bucle de defecto está constituido exclusivamente por elementos conductores metálicos.

- Esquema TT: tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de alimentación. En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.
- Esquema IT: no tiene ningún punto de alimentación conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra. En este esquema la intensidad resultante de un primer defecto fase-tierra tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.



4.3 SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución más correcta resultaría en un principio escoger el esquema IT, pero los problemas que pueden presentarse a la hora de realizar un cambio o ampliación de la instalación, hacen desechar esta opción.

Las otras dos opciones, esquema TT y TN son prácticamente iguales. Se adopta entonces la solución de realizar la instalación eléctrica en baja tensión de la nave según el esquema TT ya que es la solución más flexible a la hora de afrontar futuras ampliaciones, teniendo en cuenta que los defectos fase-masa pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito y provocar la aparición de tensiones peligrosas. De manera que se tendrá especial atención a la hora de dimensionar la protección diferencial de la instalación.



5. ILUMINACIÓN

5.1 ALUMBRADO

Nos encontramos ante el cálculo de un alumbrado industrial, por lo que tendremos en cuenta que una buena iluminación es un factor de productividad y de rendimiento en el trabajo, además de aumentar la seguridad del personal.

Una buena iluminación ha de cumplir cuatro condiciones esenciales:

- Suministrar una cantidad de luz suficiente.
- Eliminar todas las causas de deslumbramiento.
- Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada caso particular
- Utilizar fuentes luminosas que aseguren, para cada caso, una satisfactoria distribución de los colores.

5.1.1 NORMAS PARA REALIZAR LOS PROYECTOS DE LA ILUMINACIÓN:

De forma general, a la hora de realizar un proyecto de iluminación interior nos regiremos por los siguientes pasos:

- a) Determinación del nivel de iluminación.
- b) Elección del tipo de lámpara.
- c) Elección del sistema de iluminación y de los aparatos de alumbrado.
- d) Elección de la altura de suspensión de los aparatos de alumbrado.
- e) Distribución de los aparatos de alumbrado.
- f) Número mínimo de los aparatos de alumbrado.
- g) Cálculo de flujo total que se ha de producir.
- h) Distribución del número definitivo de los aparatos de alumbrado.

En todos los casos se adoptará como plano útil de trabajo una superficie situada a 0.85m del suelo a no ser que expresamente se indique algo diferente.

a) **Determinación del nivel de iluminación.**

Para hallar este nivel tendremos en cuenta que en el aspecto laboral, los trabajadores producen más con elevados niveles de iluminación y, lo que es muy importante, trabajan más a gusto, lo que incluye, naturalmente, en la calidad del producto fabricado.

Para hallar el nivel de iluminación adecuado consultaremos la tabla de iluminación que nos dará el valor de iluminación en lux mínimo y recomendado de cada local.

En los casos en que el alumbrado es únicamente general, tendremos en cuenta el factor de uniformidad:



Siendo la iluminación media la media arimética de los niveles de iluminación en diferentes puntos del local, y en estas condiciones, se debe cumplir la siguiente ecuación:

b) Elección del tipo de lampara.

Podemos considerar las siguientes indicaciones generales a la hora de elegir el tipo de lampara a utilizar:

- Lamparas incandescentes: $E_m < 200$ lux y número anual de horas de uso inferior a 2000h.
- Lampara fluorescente: para tonos blancos de luz. $E_m \geq 200$ lux. Número anual de horas superior a 2000h.
- Lamparas de vapor de mercurio de color corregido indicadas para alumbrado directo en grandes naves industriales por su gran rendimiento luminoso y larga duración. (En est aplicación, su elevada potencia unitaria permite aprovechar bien su gran altura de suspensión, separando debidamente los aparatos de alumbrado y disminuyendo, por tanto el número de aparatos a utilizar).
- Lampara de vapor de sodio: raramente utilizada por el problema de monocromatismo de la luz emitida.

c) Elección del sistema de iluminación y de los aparatos de alumbrado.

A continuación vamos a analizar las características principales de cada sistema, pero principalmente nos guiaremos por la consulta de los diferentes catálogos de los fabricantes.

- La *iluminación directa* es la apropiada para la obtención económica de altos niveles de iluminación sobre el plano de las mesas y de los puestos de trabajo. El uso de este tipo de iluminación lleva consigo el hecho de aumentar el número de aparatos de alumbrado con el proposito de que el objeto iluminado reciba luz desde diferentes ángulos evitando así posibles sombras molestas. Se realiza por medio de reflectores de chapa esmaltada o de aluminio pulido a adoninado y abrigantado y deben ser anchos y profundos.

- La *iluminación semidirecta* hace invertir la reflexión sobre el techo de buena parte de luz emitida, por lo que en general no resulta una medida económica.

- La *iluminación difusa* se basa principalmente en la ausencia de sombras debida a la reflexión que se realiza sobre paredes y techo. En este tipo de iluminación tanto las paredes como el techo deben ser de color claro para garantizar un gasto economico bajo.

- La *iluminación semiindirecta y la indirecta* no las vamos a tener en cuenta para este proyecto ya que la falta de plasticidad de los objetos obtenida con estos sistemas resulta poco apropiada en nuestro caso.



A continuación se presenta una tabla con los valores de los rendimientos luminosos de los diferentes sistemas de iluminación:

Directo	0.45
Semidirecto	0.40
Difuso	0.35
Semiindirecto	0.25
Indirecto	0.20

d) Elección de la altura de suspensión de los aparatos de alumbrado

En este apartado definiremos los siguientes parámetros:

- d=distancia vertical de los aparatos de alumbrado al plano útil de trabajo, situado a 0.85m del suelo.
- d'=distancia vertical de los aparatos de alumbrado al techo.
- h= altura desde el techo al plano útil de trabajo.

En general se tiende a poner los aparatos de alumbrado lo más alto que sea posible.

Para la iluminación directa, semidirecta difusa la relación entre d y h será como mínimo:

$$D=h*2/3$$

Aunque mejor es:

$$D=h*3/4$$

Y todavía mejor si hacemos:

$$D=h*4/5$$

Para iluminación indirecta la distancia entre aparatos y el techo se calculará según la siguiente ecuación:

$$D'=h/4$$

e) Distribución de los aparatos de alumbrado.

La situación de los aparatos de alumbrado se sitúan en función de la forma que tenga la superficie de trabajo. Generalmente, ésta es rectangular por lo que se sitúan formando hileras paralelas a los ejes del local.

La uniformidad de iluminación depende de la relación:

$$e/d$$

Siendo e: distancia horizontal entre dos focos contiguos.

d: distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo.



Por lo que para garantizar la uniformidad bastará con fijar un límite superior para la anterior relación. Nos giaremos por los valores de las siguientes tablas:

δ	APARATOS	Relación(e/d)
<0.4	extensivos	≤ 1.6
$0.40 \leq \delta \leq 0.45$	medios	≤ 1.5
$0.45 \leq \delta \leq 0.50$	intensivos	≤ 1.2
>0.5	Muy intensivos	<1.2

Aparato	Uso
extensivos	Local con altura hasta 4 m
semiextensivos	Local con altura entre 4 y 6 m
semiintensivos	Local con altura entre 6 y 10m
intensivos	Local con altura suerior a 10 m

Para los casos de iluminación semidirecta y mixta la reflexión de flujo tiende a mejorar la uniformidad.

f) Número mínimo de aparatos de alumbrado

Llamaremos:

L: longitud total del local que se ha de iluminar.

A: anchura total del local que se ha de iluminar.

e' : distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esta fila, generalmente $e' = e/2$.

La ecuación a utilizar es la siguiente:

$$(n-1) \cdot e + 2 \cdot e' = L$$

De donde

$$n = (L + e - 2 \cdot e') / e$$

Para el caso de iluminación directa o semiindirecta o mixta admitimos

$$e = 1.5 \cdot d$$

Para iluminación semiindirecta o indirecta

$$e \approx 1.5 \cdot h$$

Realizaremos las mismas operaciones para determinar el número mínimo de aparatos de alumbrado según el ancho total del local. Para iluminación directa o mixta:

$$n' = A / 1.5 \cdot D$$

El número mínimo de aparatos de alumbrado será igual a:

$$N_{min} = n \cdot n'$$



g) Cálculo del flujo luminoso total.

La determinación del flujo luminoso se realiza calculando previamente el factor de utilización. Para comprender el significado de este parámetro vamos a exponer unos razonamientos previos:

En un local cerrado, el flujo luminoso emitido por las lámparas, no llega en su totalidad a la superficie útil de trabajo. Una parte de éste se pierde por absorción en paredes y techo debido a reflexiones, pero también existe la pérdida por la absorción de los materiales que constituyen los aparatos de alumbrado. A esto último se le conoce como rendimiento de los aparatos de alumbrado:

$$\eta_A = \phi_A / \phi_B$$

La utilidad es:

$$\eta_n = \phi_n / \phi_A$$

Siendo:

Φ_o : flujo luminoso total emitido por las lámparas.

Φ_a : flujo luminoso emitido por los aparatos de alumbrado.

Φ_n : flujo luminoso útil que llega a la superficie de trabajo.

Finalmente el factor de utilización viene definido por:

$$F_u = \phi_n / \phi_o = \eta_A * \eta_n$$

Es decir, que el factor de utilización es la relación entre el flujo luminoso útil y el flujo total emitido por las lámparas. Éste depende evidentemente de todas las pérdidas de flujo entre la emisión y la llegada a la superficie de trabajo. A su vez, estas pérdidas dependen de:

1. rendimiento de los aparatos de alumbrado
2. forma en que el flujo se divide: paredes, techo y superficie de trabajo
3. factores de reflexión.
4. dimensiones del local

Los proyectos de iluminación se refieren generalmente a locales paralelepípedicos rectangulares. Según estudios el factor de utilización puede caracterizarse por un coeficiente denominado índice del local, K:

$$K = (2 * L + 8 * A) / 10 * H$$

L: longitud del local en metros

A: anchura del local en metros

H: altura del local en metros

La determinación del factor de utilización se determina por medio de talas.

Una vez conocido el factor de utilización, el flujo luminoso necesario para producir una iluminación E sobre la superficie útil de trabajo S, será:

$$\Phi_n = E \cdot S$$



Además de todo lo expresado, debemos tener en cuenta el envejecimiento que sufren las lámparas. Todos los efectos los debemos tener en cuenta en los cálculos de iluminación, generalmente se expresan por medio de un factor de depreciación, δ , también recogido en tablas. La fórmula definitiva queda:

$$\Phi_o = E \cdot S \cdot \delta / u$$

h) distribución del número definitivo de aparatos de alumbrado.

Una vez hallados el número de mínimo de aparatos a utilizar y el flujo total necesario, determinaremos el flujo que debe proporcionar cada lampara y acudiremos ya a los catálogos y tablas.

5.1.2 TABLAS UTILIZADAS PARA EL CÁLCULO.

Para el cálculo, usaremos tablas ya preparadas para la determinación de los factores de utilización y de los factores de depreciación de los diferentes casos que se pueden presentar en los proyectos de alumbrado interior obtenidas del libro 'LUMINOTECNIA' escrito por D.JOSÉ RAMIREZ VÁZQUEZ.

En éstas se obtienen en cuenta los siguientes factores:

1. sistema de iluminación
2. rendimiento del aparato de alumbrado
3. factores de reflexión de techo y paredes.
4. índice del local.
5. distribución de los aparatos de alumbrado.
6. factores de depreciación.

Cada unos de estos factores los resumimos a continuación:

1. Sistema de iluminación: En la columna de la izquierda de las tablas aparece el aparato de alumbrado típico correspondiente a cada sistema de iluminación y la curva de distribución luminosa de cada aparato.
2. Rendimiento del aparato del alumbrado: es la relación entre el flujo luminoso emitido por el aparato de alumbrado y el flujo luminoso de las lámparas instaladas en dicho aparato.
3. Factores de reflexión de techo y paredes: en nuestro caso debido a que tanto el techo como las paredes son de color blanco, estos factores tomarán siempre el valor de 0.7 y 0.5, respectivamente.
4. Índice del local: viene representado por K y su valor se determina según la fórmula expresada anteriormente.
5. Distribución de los aparatos de alumbrado: la distribución de alumbrado influye en el factor de utilización. En locales cuyo índice de local esté comprendido entre 1 y 2 resulta, en ocasiones, interesante instalar un solo aparato en el centro consiguiendo así un mayor factor de utilización tal que se precise menor flujo luminoso para la iluminación.
6. Factores para la depreciación: diferenciamos tres grupos (ensuciamiento ligero, normal o alto). En nuestro caso consideramos que en todos los



vetíbulos el ensuciamiento es normal y se realiza una limpieza cada dos años, ya que la función que desempeña no es demasiado sucia.



Tipos de lamparas seleccionadas para cada vestíbulo:

UBICACIÓN	TIPO LAMPARA
ALMACEN	Philips Oliva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW
NAVE 1	Philips Oliva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW
NAVE 2	Philips Oliva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW
MANTENIMIENTO 1	Philips Oliva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW
MANTENIMIENTO 2	Philips Oliva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW
MANTENIMIENTO 3	Philips Oliva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW
LABORATORIO	Pentura Mini TWG128 1xTL5-28W/840 HF
BEÑOS LABORATOIO	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P
VESTUARIOS	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P
OFICINA 1A	Oiva 460TMS 1xTL-D36W/840 HF MB
OFICINA 1B	Oiva 460TMS 1xTL-D36W/840 HF MB
OFICINA 1C	Oiva 460TMS 1xTL-D36W/840 HF MB
OFICINA 1D	Oiva 460TMS 1xTL-D36W/840 HF MB
OFICINA 1E	Oiva 460TMS 1xTL-D36W/840 HF MB
DESPACHO 1	Latina FBH022 2xPL-C/2P26W/840 CON
DESPACHO 2	Latina FBH022 2xPL-C/2P26W/840 CON
DESPACHO 3	Latina FBH022 2xPL-C/2P26W/840 CON
DESPACHO 4	Latina FBH022 2xPL-C/2P26W/840 CON
DESPACHO 5	Latina FBH022 2xPL-C/2P26W/840 CON
BAÑOS OFICINAS	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P
ENTRADA	Philips Spot LED 3 BCG481 1x5LEDs/4000K 25D
RECEPCIÓN	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P
PAS.OFI A	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P
PAS.OFI B	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P
PAS.OFI C	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P
PAS.DESPACHO A	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P
PAS.DESPACHO B	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P
PAS.DESPACHO C	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P
CUARTO DE MÁQUINAS	Oiva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW

5.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

5.2.1 INTRODUCCIÓN

Las instalaciones de emergencia tienen por objeto solucionar los fallos del suministro normal de energía eléctrica. Con el alumbrado de emergencia se consigue asegurar, aun faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del personal, o iluminar otros puntos que señalen.

En este tipo de alumbrado la alimentación será con fuentes propias de energía. Existiran al menos dos líneas diferentes para alumbrado de emergencia, protegidas por interruptores automáticos de 10 A como máximo.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se instalarán a 5 cm como mínimo de otras canalizaciones eléctricas.



Se incluyen los siguientes tipos:

Alumbrado de seguridad

Garantiza la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona. Entra en funcionamiento automáticamente cuando falla el alumbrado general o si la tensión de alimentación baja a menos de 70% de su valor nominal.

La instalación de éste alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

Se distinguen tres tipos de alumbrado de seguridad:

Alumbrado de evacuación: es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados. En rutas de evacuación debe proporcionar a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminación mínima de 1 lux. En los puntos en los que estén situados los equipos de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux. Duración mínima 1 hora.

Alumbrado ambiente o anti-pánico: es la parte de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación. Debe proporcionar una iluminación horizontal mínima de 0.5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 2 metros. Duración mínima de 1 hora.

Alumbrado de zonas de alto riesgo: es la parte de alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad del operador. Debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores.

Alumbrado de reemplazamiento.

Es el alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales. Cuando proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.



5.3 SOLUCIONES ADOPTADAS

Se opta por colocar 5 lúmenes de iluminación de emergencia por cada metro cuadrado de cada local, o parte de superficie donde deberá ir instalado el alumbrado de emergencia.

Además del alumbrado ambiente o anti-pánico, se instalará alumbrado de evacuación hacia el exterior del edificio, empleando ambos tipos de alumbrado de emergencia de forma combinada en los casos en que sea posible.

Todos los aparatos de alumbrado de emergencia que se van a instalar tienen acumuladores de Ni-Cd de alta temperatura. El tiempo de carga para las luminarias autónomas estancas es de 24 h mientras que la de los proyectores autónomos es de 36 h.

La instalación de los equipos se realizará a una altura de 2.30 metros sobre el suelo en todos los locales cuya altura no supere los 3 metros, y a 4 metros se colocarán proyectores en la nave, donde además se colocarán cada 20 metros y sobre cada salida luminarias autónomas estancas a 3m de altura con una separación entre aparatos de aproximadamente 20 m.

UBICACIÓN	TIPO LAMPARA
ALMACEN	TCH329 1xTL8W/840 CON P
NAVE 1	TCH329 1xTL8W/840 CON P
NAVE 2	TCH329 1xTL8W/840 CON P
MANTENIMIENTO 1	TCH329 1xTL8W/840 CON P
MANTENIMIENTO 2	TCH329 1xTL8W/840 CON P
MANTENIMIENTO 3	TCH329 1xTL8W/840 CON P
LABORATORIO	TCH329 1xTL8W/840 CON P
BEÑOS LABORATOIO	TCH329 1xTL8W/840 CON P
VESTUARIOS	TCH329 1xTL8W/840 CON P
OFICINA 1A	TCH329 1xTL8W/840 CON P
OFICINA 1B	TCH329 1xTL8W/840 CON P
OFICINA 1C	TCH329 1xTL8W/840 CON P
OFICINA 1D	TCH329 1xTL8W/840 CON P
OFICINA 1E	TCH329 1xTL8W/840 CON P
DESPACHO 1	TCH329 1xTL8W/840 CON P
DESPACHO 2	TCH329 1xTL8W/840 CON P
DESPACHO 3	TCH329 1xTL8W/840 CON P
DESPACHO 4	TCH329 1xTL8W/840 CON P
DESPACHO 5	TCH329 1xTL8W/840 CON P
BAÑOS OFICINAS	TCH329 1xTL8W/840 CON P
ENTRADA	TCH329 1xTL8W/840 CON P
RECEPCIÓN	TCH329 1xTL8W/840 CON P
PAS.OFI A	TCH329 1xTL8W/840 CON P
PAS.OFI B	TCH329 1xTL8W/840 CON P
PAS.OFI C	TCH329 1xTL8W/840 CON P
PAS.DESPACHO A	TCH329 1xTL8W/840 CON P
PAS.DESPACHO B	TCH329 1xTL8W/840 CON P
PAS.DESPACHO C	TCH329 1xTL8W/840 CON P
CUARTO DE MÁQUINAS	TCH329 1xTL8W/840 CON P



6. CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

6.1 INTRODUCCIÓN

Se llaman líneas interiores a las instalaciones llevadas a cabo en el interior de los edificios. En nuestro caso, consideramos instalaciones interiores y por ello aplicamos la normativa expuesta en la ITC-BT 19, la línea que une el centro de transformación con el cuadro auxiliar del centro de transformación, y las que unen los cuadros auxiliares hasta los aparatos receptores. No así, la línea que une la caja general con cuadros auxiliares y centro de transformación con la caja general de distribución que será de tipo subterránea y por tanto aplicaremos lo establecido en la ITC-BT 07.

Se realizará la conducción eléctrica desde el centro de transformación hasta los distintos receptores que se componen la instalación en baja tensión empleándose tensiones normalizadas como indica el REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN para corriente alterna trifásica de 400/230V.

Los conductores de corriente eléctrica se deben calcular de manera que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

6.2 FACTORES A TENER EN CUENTA EN EL CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES

En el cálculo de las líneas de distribución han de tenerse en cuenta, como ya hemos anunciado anteriormente, dos factores fundamentales:

- a) calentamiento de los conductores
- b) caída de tensión y pérdidas de potencia

6.2.1 CALENTAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

Para el cálculo del calentamiento de un conductor, tendremos en cuenta la ley de Joule, según la cual la cantidad de calorías recibidas en un segundo son:

$$Q=0.24 \times I^2 \times R \text{ (calorías)}$$

Si suponemos la circunstancia en que la resistencia del conductor es de R ohmios y por él circula una intensidad de I amperios, en esta situación la temperatura se eleva hasta que el calor transmitido por la corriente al conductor se iguala al calor cedido por el conductor al ambiente en el mismo periodo de tiempo.

A partir de esta fórmula y teniendo en cuenta que las calorías cedidas dependen de la temperatura del conductor respecto del ambiente que le rodea, a su superficie, al material que forma su aislante, etc, se demuestra que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad, siempre y cuando consideramos despreciables las variaciones de la resistencia con la temperatura.

La fórmula es:

$$\Delta T = (I/I_n)^2 \times \Delta T_n$$



Donde:

ΔT : incremento admisible de temperatura.

ΔT_n : incremento de la temperatura en condiciones normales.

I_n : intensidad nominal en condiciones normales.

I : intensidad admisible.

El calor que adquiere un conductor, lo va cediendo a través del medio que le rodea (aislamiento, tubo, pared, aire) produciéndose de esta manera un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.

Calor cedido al exterior:

$$Q = M \times C \times \Delta T$$

Al aumentar la intensidad, el calor producido por ésta, en el conductor también crecerá. Al cabo de un periodo transitorio de tiempo, el calor cedido al exterior será igual al producido por el paso de la corriente, por lo que este calor cedido al exterior también aumenta, produciéndose así un aumento del incremento de la temperatura. Como la temperatura del exterior se mantiene prácticamente constante, este aumento del incremento de la temperatura es debido al aumento de la temperatura del conductor.

Si la intensidad es elevada, la temperatura del conductor también lo es, lo que conlleva consigo el riesgo del deterioro de los aislantes por no estar diseñados para soportar esas temperaturas pudiendo ser la causa de posteriores cortocircuitos.

Por lo tanto, existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse para cada sección de conductores, éste se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos señalados anteriormente.

Las corrientes eléctricas admisibles en los conductores se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en las mismas, y vienen tabuladas en el RBT.

Los cálculos y condiciones a las que deben ajustarse los proyectos y la ejecución de estas redes están fijados en las instrucciones complementarias de este reglamento.

A la hora de hallar las secciones adecuadas, se deben tener en cuenta otros factores como el tipo de montaje, el material de aislamiento y tipo de conductor elegido, además de factores de corrección de la intensidad admisible según las condiciones de la instalación en cuestión como por ejemplo la temperatura máxima ambiente y el número de conductores que estén alojados en un mismo tubo o conducto.



6.2.2 CAÍDA DE TENSIÓN Y PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LOS CONDUCTORES.

Una vez elegida la sección de acuerdo con la intensidad nominal que ha de circular por ella, debemos comprobar que cumple las condiciones relativas a la caída de tensión.

La instrucción ITC-BT-19 del RBT, establece que para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles sean del 4.5% para alumbrado y del 6.5% para los demás usos.

6.3 PRESCRIPCIONES GENERALES

Los conductores de la instalación serán fácilmente reconocibles, especialmente en lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. La identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Al conductor neutro se le asignará color azul claro y al conductor de protección se identificará por los colores verdes y amarillo. Los conductores de fase se identificarán por los colores marrón o negro, y en caso en que sea necesario identificar las tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

Con el objeto de conseguir que los efectos y averías que surjan en un punto de la instalación no afecten a la totalidad y además se facilite su localización, subdividiremos la instalación dando lugar a una estructura raificada, así del cuadro de distribución parten diferentes circuitos para alimentar a los distintos cuadros secundarios o auxiliares de los cuales salen a su vez otros circuitos. La subdivisión la realizaremos básicamente según el tipo de receptor y el tamaño total de la instalación. Esta subdivisión también facilitará las verificaciones y mantenimientos.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de la instalación, se procurará que la misma quede repartida lo más equitativamente posible entre las fases. Al mezclar suministro trifásico con monofásico haremos el equilibrado de cargas (ITC-BT-19). Independientemente de esta subdivisión, el RBT obliga a que las instalaciones trifásicas queden lo más equilibradas posibles. Es decir, que los receptores monofásicos que posee la instalación deben quedar repartidos entre las tres fases equitativamente.

- Conductores activos

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna, que serán de cobre o aluminio y estarán siempre aislados.



La sección de los conductores activos será tal que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del especificado anteriormente. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para conductores aislados en canalizaciones al aire, y una temperatura ambiente de 40°C, se recoge en una tabla de la instrucción ITC-BT-19 del RBT.

- Conductores de protección.

La sección mínima admisible de los conductores de protección está determinada en función de la sección de los conductores de fase de la instalación. Los valores que seguidamente figuran son validos cuando los conductores están constituidos por el mismo metal que los conductores de fase.

Sección de los conductores (mm ²)	Secciones mínimas de los conductors de protección (mm ²)
$S \leq 16$	S(*)
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

(*) Con un mínimo de:

2.5 mm² si los conductores de protección no forman parte de las canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.

4mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tiene una protección mecánica.

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizaran por medio de empalmes, y por piezas de conexión de aprieto por rosca. Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35 mm², se puede admitir, para los conductores de protección, unas secciones menores a las que resulten de la aplicación de las tablas pero como mínimo deberán ser iguales a 16 mm².

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes y por piezas de conexión de aprieto de rosca.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.



Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a $1000 \times U$ ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250000 ohmios.

La rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de $2U+100$ voltios a la frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1500 voltios.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos, 3 cm.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegado el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

6.4 SISTEMAS DE INSTALACIÓN

Las canalizaciones o instalaciones eléctricas de baja tensión pueden realizarse de distintas maneras, utilizando conductores aislados bajos tubos protectores, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, empotrados en estructuras, aéreos, en el interior de huecos de la construcción, bajo canales protectores, bajo molduras, en bandeja o en canalizaciones prefabricadas. Siendo el sistema más extendido el empleo de conductores aislados en bandejas.

El trazado de las canalizaciones será a través de lugares de uso común, utilizando el menos recorrido posible desde la centralización de cada uno de los suministros. El paso a través de elementos de construcción como muros, tabiques y techos, se realizará sin empalmes ni derivaciones en toda la longitud del paso y las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos.

En cuanto a los tubos, y según lo dispuesto en la norma UNE-EN 50086, se clasifican en sistemas de tubos rígidos, curvables, flexibles y enterrados; admitiéndose diversos materiales en construcción.

Los tubos deberán soportar, sin deformación alguna, una temperatura mínima de 60°C para los tubos aislantes constituidos por PVC, y de 70°C para los tubos metálicos aislantes.

Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que deben pasar por cada uno están especificados en la instrucción ITC-BT 21 del RBT.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las consideraciones siguientes:



- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensablados entre sí, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y la retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo regletas de conexión.
- Durante la instalación de los conductores, para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bornes libres de los tubos, los extremos de éstos, estarán provistos de boquillas con bornes redondeados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar asegurada.



- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- A fin de evitar los efectos de calor emitidos por fuentes externas, las canalizaciones se protegerán alejándolas suficientemente de las mismas, utilizando pantalla de protección calorífuga o modificando el material aislante.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial, se tendrá en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión. La distancia entre estas será, como máximo de 0.5 metros.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre a que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las alineaciones del eje del tubo respecto a la línea que uno los puntos extremos no serán superiores al 2%
- Es conveniente disponer de los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2.50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños macánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- En la instalación de tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de un centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.



- En los cambios de dirección los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o “T” apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo de suelo o techo y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

6.5 RECEPTORES

Los receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación alimentadora, permitiéndose, cuando las prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecte a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que pueda verificarse su funcionamiento y controlarse su conexión.

- Receptores para alumbrado. (ITC-BT 44)

Las partes metálicas accesibles a los receptores de alumbrado que no sean de Clase II o Clase III, deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores y a sus elementos asociados. La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.



- Aparatos de caldeo.

Los aparatos de caldeo industrial destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables estarán provistos de un limiador de temperatura que interrumpe o reduzca el caldeo antes de alcanzar una temperatura peligrosa.

- Aparatos para soldadura eléctrica.

Los aparatos destinados a la soldadura eléctrica cumplirán en su instalación y utilización las siguientes prescripciones:

- Las masas de estos aparatos estarán puestas a tierra. Será admisible la conexión de uno de los polos del circuito de soldadura a estas masas, cuando, por su puesta a tierra no se provoquen corrientes vagabundas de intensidad peligrosa.
- los bornes de conexión para los circuitos de alimentación de los aparatos manuales de soldar estarán cuidadosamente aislados.
- Cuando existan en los aparatos ranuras de ventilación estarán dispuestas de forma que no se pueda alcanzar partes bajo tensión en su interior.
- Cada aparato llevará incorporado un interruptor de corte omnipolar que interrumpa el circuito de alimentación, así como un dispositivo de protección contra sobrecargas, regulado, como máximo, al 200% de la intensidad nominal de su alimentación, excepto en aquellos casos en que los conductores de este circuito estén protegidos por un dispositivo igualmente contra sobrecargas, regulado a la misma intensidad.
- Las superficies exteriores de los porta-electrodos a mano, y en todo lo posible sus mandíbulas, estarán completamente aisladas.

1. Receptores a motor

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Los conductores de conexión que alimentan un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor. Así mismo, los conductores de conexión que alimenten a varios motores deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de



todos los demás. Los conductores de conexión que alimentan motores y otros receptores deben estar previstos para la intensidad total requerida por los receptores, más la requerida por los motores, calculada como antes se ha indicado.

6.6 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL CABLE (ITC-BT 19)

La elección de los conductores se hará en base a varios aspectos. El primer factor a tener en cuenta es el tipo de conductores a utilizar. Se determina el material, tipo de aislamiento y configuración del mismo.

Dependiendo del tipo de instalación, enterrada, al aire, bajo tubo, etc., se consultarán las tablas correspondientes de intensidad máxima admisible de los conductores en el RBT, y se obtendrán los coeficientes de corrección resultantes debidos a la temperatura ambiente que rodea al conductor.

Con estos datos, se buscará en la tabla correspondiente la sección del conductor que admita la corriente calculada, tomando la sección por exceso, es decir, se escogerá la sección que corresponda a la intensidad inmediatamente superior a la que se ha calculado teniendo en cuenta los posibles coeficientes a aplicar.

Además de todo esto, en nuestra instalación, al tratarse de una nave industrial destinada al colorante para plásticos, clasificada según la ITC-BT-29 como emplazamiento de Clase II, zona 22, los cables deberán tener una tensión mínima asignada de 450/750 V. la tensión asignada a los conductores que se usan en este proyecto será entonces de 0.6/1 kV.

Las entradas de los cables y tubos a los aparatos eléctricos se realizarán de acuerdo con el modo de protección previsto. Los orificios de los equipos eléctricos para entradas de cables o tubos que no se utilicen deberán cerrarse mediante piezas acordes con el modo de protección de que vayan dotados dichos equipos.

La intensidad admisible de los conductores deberá disminuir en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional. Además todos los cables de longitud igual o superior a 5m estarán protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos; para la protección de sobrecargas se tendrá en cuenta la intensidad de carga resultante fijada más arriba y para la protección de cortocircuitos se tendrán en cuenta el valor máximo para un defecto en el comienzo del cable y el valor mínimo correspondiente a un defecto básico y franco al final del cable.

Todo cable en un emplazamiento tanto Clase I como Clase II (nuestro caso), deberá ser en instalación fija, además de tensión asignada mínima de 450/750 V, según se indica en la ITC-BT-29 del RBT, aislado con mezclas termoplásticas o termoestables instalados bajo tubo (según tabla 29.3 de dicha instrucción) metálico rígido o flexible con forma a norma UNE-EN 50086-1.



6.7 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL TUBO

Como ya se ha citado en el apartado anterior, todo tubo debe cumplir con lo establecido en la ITC-BT 29, de ahí tomaremos las características mínimas de éstos. Debemos tener en cuenta también la instrucción ITC-BT-21 del RBT. Según ésta, elegiremos los diámetros de los tubos de acuerdo a las tablas que en ella aparecen. En estas tablas viene expresado el diámetro interior mínimo en función del número, clase y sección de los conductores que llevará alojados, según el sistema de instalación y la clase de los tubos.

Para más de cinco conductores por tubo o para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección inferior de éste, ha de ser como mínimo, igual a 2.5 la sección total ocupada por los conductores.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados esos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideran convenientes que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros, tal y como anteriormente se ha señalado.

6.8 SOLUCIONES ADOPTADAS

En este apartado vamos a describir y justificar tanto a distribución de los cuadros auxiliares como la de los receptores. No obstante, todo lo expuesto anteriormente sigue siendo respetado íntegramente.

Como ya hemos dicho, nuestro local queda clasificado como zona de emplazamiento Clase II, zona 22 de acuerdo con la ITC-BT 29; instrucción referida a locales con riesgo de incendio o explosión. Esto es así debido a que en el interior de los talleres se trabajan con materiales plásticos y en algún momento dado puede ser peligroso por riesgo de incendio. Para que esta situación no genere en ningún momento ningún peligro todo el cableado de la instalación irá bajo tubo, tendrá de tensión mínima asignada 0.6/1kV, estará aislado por polietileno reticulado (xlpe) y se calculará la sección de todo conductor según la ITC-BT 19.

El centro de transformación, donde se alojan cada uno de los dos transformadores, se sitúan a 19 metros de la nave. En estos tendremos un cuadro auxiliar para cada centro, a los que denominaremos “cuadro auxiliar de CBT1” y “cuadro auxiliar de CBT2” respectivamente, que servirán únicamente para alimentar las luminarias de los centros de transformación y el alumbrado de emergencia. Además constarán de un enchufe monofásico y otro trifásico que se empotrarán sobre el mismo cuadro auxiliar para posibles tareas de mantenimiento dentro de los centros de transformación. El alumbrado de los centros de transformación se activarán por medio de un interruptor colocado a la entrada a 1.5 metros del suelo. La unión de los transformadores al cuadro será de tres conductores más neutro. El cable que une el cuadro con el interruptor de alumbrado general será bipolar de 1.5mm² de sección. El que une el cuadro con el alumbrado de emergencia también.

Todos los cables utilizados en las instalaciones interiores de esta nave exceptuando la LGA y las DI, serán de cobre, de tensión asignada 0.6/1 kV, aislados



con XLPE y cables multiconducores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra.

De los cuadros de baja tensión de los respectivos transformadores, se alimentará bajo tubo el resto de la nave. Esta canalización será subterránea. Sus dimensiones se detallan en los cálculos. Estos conductores unen los centros de transformación con la nave, llegando a los cuadros generales de distribución.

La nave la alimentamos a través de nueve cuadros auxiliares y de otros tres subcuadros más, que quedan distribuidos según su uso y situación. Desde ellas se equilibrarán las cargas de la mejor manera posible.

Los cuadros auxiliares 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 alimentan según su situación, que queda reflejada en los planos, a las máquinas más cercanas de cada uno de ellos. Todas las especificaciones sobre el cableado quedan reflejadas en los cálculos.

El cuadro 9 se destina al alumbrado tanto general como de emergencia y a las tomas de corriente. Este con el fin de repartir más las cargas se divide en otros 3 subcuadros distribuidos como indican los planos. Los valores sobre el cableado quedan reflejados en la sección de cálculos.

Todo cable irá por encima de los tres metros sobre cualquier puerta y sujeto a la pared en talleres y almacén y empotrado en el resto de instancias.



7. PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN

7.1 INTRODUCCIÓN

Según el RBT (ITC-BT 22 y 23), toda instalación debe contemplar protección de la propia instalación contra sobrecargas y cortocircuitos y protección de las personas contra contacto directos e indirectos.

Para ello se emplean dispositivos de protección que tienen la finalidad de registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosa, así como limitar las sobreintensidades y los defectos de los arcos eléctricos.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. Un sistema de protección situado inmediatamente antes al punto de defecto. Si falla ese aparato deberá funcionar otro de orden inmediatamente superior (protección de reserva). Se entiende por tiempo de escalonamiento, al intervalo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto. Además se deberá tener en cuenta que las características de disparo de los elementos de protección no se entrecrucen.

7.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

Se produce una sobrecarga en un circuito eléctrico cuando la intensidad que circula es superior a la admisible o nominal (sobrecorriente), sin que haya defecto en función de su duración. Se entiende que los daños serán mayores cuanto mayor sea la duración de la sobrecarga, ya que los receptores y conductores no están preparados para soportar ese incremento de temperatura que se produce debido a la corriente.

Las sobrecargas pueden ser consecuencia principalmente de fenómenos transitorios debidos al funcionamiento de algunos receptores o por sobre utilización de los receptores o de la instalación.

Las sobrecargas producen en los conductores elevación de la temperatura, que puede ser superior a la admisible. Ello implica el deterioro de los aislantes y la disminución del tiempo de utilidad de los cables.

El RBT establece que el dispositivo de protección contra sobrecargas podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

El aparato de protección debe desconectar antes de que se alcance la máxima temperatura admisible. Según la norma UNE 20 460, el aparato protege contra sobrecargas a un conductor si se verifican las siguientes condiciones:

$$I_{cal} \leq I_n \leq I_{adm}$$

$$I_2 \leq I_{adm}$$

I_{cal} : intensidad de empleo del conductor (intensidad demanda por el receptor)

I_n : intensidad nominal del aparato de protección.

I_{adm} : intensidad máxima admisible del conductor.



I2: intensidad convencional de fusión o disparo del aparato de protección

7.3 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS

El cortocircuito es un defecto franco entre dos partes de la instalación a distinto potencial y con una duración inferior a cinco segundos. Entendiendo por defecto franco cuando tenemos una impedancia nula o despreciable. Los cortocircuitos dan lugar a corrientes muy elevadas. Como consecuencia se producen fallos de aislamiento de la instalación o fallos en los receptores, por avería o conexión incorrecta.

Los cortocircuitos provocan en los conductores dos tipos de efectos:

- Efectos térmicos: La corriente muy elevada produce calentamiento de los conductores por efecto Joule. En el cortocircuito, por su pequeña duración, el calor producido se utiliza exclusivamente en elevar la temperatura máxima admisible en milisegundos, sin ceder calor al exterior, provocando la destrucción del mismo.
- Efectos electrodinámicos: Las fuerzas de atracción o de repulsión que aparecen en los conductores por efecto del campo magnético creado a su alrededor por la corriente que los recorre, son directamente proporcionales al producto de esa corriente e inversamente proporcionales a la distancia entre los conductores. Las corrientes de cortocircuito, de valor muy elevado, hacen que esas fuerzas electrodinámicas sean también elevadas, pudiendo destruir las barras de conexión.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La condición de protección es que el dispositivo de protección actúe, cortando la corriente de cortocircuito, antes de que la instalación resulte dañada por efecto térmico o electrodinámico.

- Poder de corte del interruptor mayor que la intensidad de cortocircuito.

$$PdC > I_{cc}$$

El interruptor debe cortar la corriente de cortocircuito en un tiempo inferior a aquel que hace que el conductor tome una temperatura superior a la temperatura límite. Así durante el cortocircuito, el conductor no llegará a la temperatura máxima admisible.

Haciendo un balance de energías, determinaremos el tiempo máximo disponible para soportar la intensidad de cortocircuito de un conductor:

Energía liberada en el ccto = Energía absorbida por el conductor



$$R \times I^2 \times t = C_e \times S \times L \times (T_{cc} - T_{rp})$$

Siendo R: Resistencia del cable

I: corriente de cortocircuito mínima (o final) producida en el conductor.

t: tiempo.

C_e : calor específico por unidad de volumen del conductor.

S: sección del conductor

L: longitud del conductor

T_{cc} : temperatura máxima de cortocircuito

T_{rp} : Temperatura en regimen permanente.

$$R = L / (K \times S)$$

$$L / (K \times S) \times I^2 \times t = C_e \times S \times L \times \Delta T$$

$$I^2 \times t = S^2 \times K \times C_e \times \Delta T$$

$$T_{mcc} = (c \times \Delta T \times S^2) / I^2 > t_{desc} = 0.1 \text{ seg}$$

$$c = K \times C_e$$

El tiempo máximo de desconexión debe ser siempre mayor a 0.1 segundos ya que todo dispositivo de protección tarda esto en accionarse y abrir.

La constante c depende del material del conductor. Los valores utilizados se indican a continuación.

Cobre - $c = 135$

Aluminio - $c = 57$

Los dispositivos de protección se sitúan en el origen de la instalación y en los puntos donde se produzca una reducción de la corriente admisible. Los dispositivos protegen la parte de la instalación situada a continuación de ellos siguiendo el sentido de la alimentación (aguas abajo).

Los dispositivos de protección tienen cuatro características comunes a calcular que son: el calibre, la curva de funcionamiento, el poder de corte y la coordinación entre protecciones.

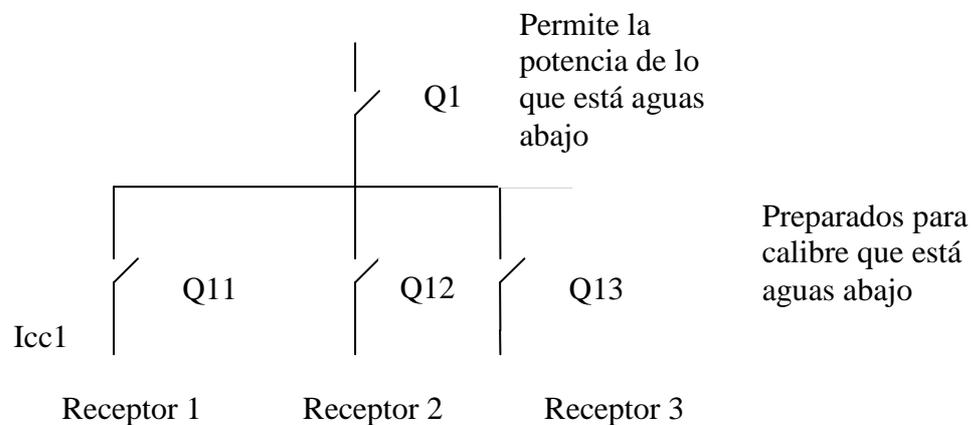


1. **CALIBRE:** es la intensidad nominal o de referencia. Como ya se ha dicho antes debe cumplir:
 $I_{cal} \leq I_n \leq I_{adm}$
2. **CURVA DE FUNCIONAMIENTO:** representa el tiempo de desconexión en función de la intensidad detectada.
3. **PODER DE CORTE:** la protección deb estar preparada para aguantar la sobreintensidad tal que la protección aguante y pueda abrir el dispositivo.
Para calcular el PdC debemos tener en cuenta toda la instalación, desde el transformador hasta donde está la protección. Tener en cuenta todos los conductores auas arriba de la protección.
4. **COORDINACIÓN ENTRE PROTECCIONES:** selectividad y filiación.

7.3.1 SELECTIVIDAD Y FILIACIÓN ENTRE PROTECCIONES

7.3.1.1 SELECTIVIDAD

Se trata de establecer una jerarquía de desconexión entre proecciones aguas arriba y protecciones que están aguas abajo.



Todos estos interruptores desconectan en función de su curva de funcionamiento.



La selectividad es total cuando Q11 abre y Q1 no abre siempre que la corriente de cortocircuito sea menor o igual que I_{cc1} .

Selectividad parcial: cuando Q11 abre y Q1 no abre siempre que la corriente de cortocircuito sea menor que I_{cc1} .

Selectividad cronométrica: (comparando tiempos de desconexión). El interruptor que está aguas abajo debe desconectar en un tiempo inferior a Q1 a la misma intensidad.

Selectividad amperimétrica: cuando Q11 abre antes que Q1 cuando se detecta la sobreintensidad.

Existe selectividad entre dos dispositivos de protección contra sobrecorrientes conectados en serie, si al producirse un defecto, desconecta el dispositivo situado más cerca del lugar donde se produjo, no afectando a la protección situada en el escalón superior (aguas arriba).

7.3.1.2 FILIACIÓN

La filiación es la utilización del poder de limitación de los interruptores automáticos, que permite instalar aguas abajo automáticos de menores prestaciones. Los interruptores automáticos situados aguas arriba realizan una función de barrera para las fuertes corrientes de cortocircuito. La limitación de la corriente se hace a lo largo de todo el circuito controlado por el interruptor automático limitador aguas arriba.

El poder de corte del aparato de aguas arriba debe ser igual o superior a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en el que está instalado el interruptor automático con filiación. La asociación de dos automáticos en filiación está prevista por las normas:

- De construcción de los aparatos (IEC60947-2)
- De instalación (NF C 15-100)

La filiación puede ser controlada únicamente mediante tests de laboratorio y las combinaciones posibles sólo pueden ser precisas por el fabricante de los interruptores automáticos.

7.4 TIPOS DE CORTOCIRCUITOS

Existen tres tipos de cortocircuitos que se pueden dar en una instalación:



- a) Cortocircuito tripolar: es un cortocircuito que se produce en las tres fases y se dice que es equilibrado ya que se va a dar de igual manera en las tres fases. Este es el cortocircuito que mayores corrientes de cortocircuito generará.

$$I''k3 = (cxUn)/(\sqrt{3}x|Zd|)$$

- b) Cortocircuito asimétrico: es el cortocircuito que se produce entre dos fases y neutro.

$$I''k2 = (cxUn)/(|2Zd|)$$

- c) Cortocircuito fase-tierra: es el que se produce entre una fase y tierra. Será el que menor corriente de cortocircuito genere.

$$I''k3 = (cxUnx\sqrt{3})/|2Zd+Zo|$$

Siendo Zd: impedancia directa.

Zo: impedancia homopolar.

Un (tensión nominal)	c (para el cálculo de Iccmax)	c (para el cálculo de Iccmin)
230/400V	1	0.95
Otro en BT	1.05	1
1-230kV	1.1	1

Aproximando la impedancia inversa a la directa por considerarse un punto alejado del punto de generación.

Con la $I''k3$ calculamos la I_{ccmax} y con ella el poder de corte y con la $I''k1$ calculamos la I_{ccmin} , vemos el tiempo de desconexión y sacamos la curva de funcionamiento de la protección.

El cortocircuito que mayores corrientes de cortocircuito genere es el tripolar, por esta razón será este el que calculemos de tal manera que si protegemos una instalación para este tipo de cortocircuito, quedará protegida para cualquiera de los otros dos tipos de cortocircuitos posible.

Una vez dicho esto, calcularemos las corrientes de cortocircuito al inicio y final de la línea. La corriente de cortocircuito inicial determinará la intensidad de cortocircuito máxima, a partir de ésta determinaremos el poder de corte del aparato protector. Para este cálculo se tendrá en cuenta todo lo que está por encima de la protección (aguas arriba).

La intensidad de cortocircuito al final de la línea es la corriente de cortocircuito mínima y siempre hay que estudiarla de la línea que está protegiendo. Nos da el tiempo de desconexión tal que la temperatura no sobrepase la temperatura máxima capaz de ser soportada por los cables que dependerá del aislamiento de estos



(160°C para PVC y 250°C para XLPE y EPR). En un interruptor automático o magnetotérmico nos determina también la curva de funcionamiento.

7.5 PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS

Siempre que exista entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor los una entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas, se puede producir de dos formas posibles:

- a) Cuando las personas se pongan en contacto con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (contacto directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por rotura, defecto de aislamiento, etc.

Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica accidentalmente bajo tensión (contacto indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc, que puedan quedar bajo tensión por defecto de aislamiento por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Diversos estudios se han realizado para determinar con exactitud, los valores peligrosos en intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores inferiores a 30mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos inferiores a 30mS. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas preocupaciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.

El RBT las fija en:

Locales o emplazamientos húmedos	24V
En los demás casos	50V

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto, dependerá de factores fisiológicas, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma.

7.5.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Para considerar satisfecha en las instalaciones de protección contra contactos directos, se tomarán las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentren o circulen que no sea posible un contacto fortuito con las manos por la manipulación de objetos conductores cuando estos se utilizan habitualmentecerca de la instalación.



- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1mA. La resistencia del cuerpo humano será considerada como de 2000 ohmios.

En esta instalación se adoptará principalmente el indicado en el último apartado, es decir, todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

7.5.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, pueden ser de las siguientes clases:

- Clase A: esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos simultáneos entre las masas y los elementos conductores, entre los cuales puede aparecer una diferencia de potencial peligrosa.
- Clase B: esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático que origine la desconexión a la instalación defectuosa.

Adoptaremos una protección contra contactos indirectos de la clase “B”, conductores de protección puestos a tierra, asociados con interruptores diferenciales.

Los interruptores diferenciales, son aparatos que provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor predeterminado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de sensibilidad del interruptor diferencial que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la resistencia de tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas. Debe cumplir la relación:



En locales secos:	$R \leq (50/I_s)$
En locales húmedos y mojados	$R \leq (24/I_s)$

Sensibilidad $I_s=30\text{mA}$

En locales secos:	$R \leq 1666\Omega$
En locales húmedos y mojados	$R \leq 800\Omega$

Sensibilidad $I_s=300\text{mA}$

En locales secos:	$R \leq 166\Omega$
En locales húmedos y mojados	$R \leq 80\Omega$

Sensibilidad $I_s=1\text{A}$

En locales secos:	$R \leq 50\Omega$
En locales húmedos y mojados	$R \leq 24\Omega$

7.6 SOLUCIÓN ADOPTADA

Para cumplir con el reglamento se coloca un interruptor general automático a la entrada del cuadro general de distribución.

Se colocará un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial, para cada línea que sale del cuadro general de distribución a cada uno de los cuadros auxiliares.

Para cada línea que sale de los cuadros auxiliares, se colocará un interruptor magnetotérmico y, con anterioridad a este un interruptor diferencial que protegerá cada línea o conjunto de algunas de ellas. Estos interruptores magnetotérmicos irán asociados a las puestas a tierra de las masas.

Se instalarán interruptores diferenciales de las siguientes sensibilidades:

Cabecera de la línea general, C.G.D	$I_s=300\text{mA}$.
En líneas de fuerza	$I_s=300\text{mA}$.
En líneas de alumbrado	$I_s=30\text{mA}$

Para esta protección se utilizará elementos de protección de la marca SCHNEIDER-MERLIN GERIN.

Para su elección se tendrá en cuenta el calibre, poder de corte, la selectividad, la filiación y las curvas de funcionamiento de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales, los cuales se presentan en los anexos.

Para la protección diferencial se incluyen diferenciales en todas las derivaciones del embarrado y cuadros auxiliares que siguen a estas derivaciones, de forma que no pueda tener ninguna electrocución o defecto a tierra peligroso.



Para que se cumpla correctamente la selectividad en la protección diferencial deben estar dotados los diferenciales situados en cabecera de línea, del retraso correspondiente, en función de los diferenciales colocados aguas abajo. Partiendo de un retardo de 0 ms en los diferenciales situados más abajo en las líneas, dotaremos a los situados aguas arriba por encima de estos de un retraso de 30-60 ms.

A continuación se realiza un resumen en el que queda claramente descrita la distribución de toda la instalación. En este resumen quedan reflejadas las referencias de cada una de las protecciones correspondientes con los catálogos de Schneider Electric.

7.6.1 CUADRO AUXILIAR DEL C.T.1

- ENTRADA:

Línea del cuadro del C.T:

RV-K..... 2 x (3x400/200) (L=1m)

Interruptor automático NS1250(1250A, 50KA, 4P, curvaB)

- SALIDAS:

Alumbrado C.T 1:

1. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=2m)
2. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25A, 30mA, 4P) ref: 21696
3. Interruptor automático C60L(10A, 36kA, 4P,curva C) ref: 25436

Alumbrado de emergencia

4. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=2m)
5. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25A, 30mA, 4P) ref: 21696
6. Interruptor automático C60L(10A, 36kA, 4P,curva C) ref: 25436

Tomas de corriente

7. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=2m)
8. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=40A, 300mA, 4P) ref: 21696
9. Interruptor automático:
 - Toma monofásica: C60L(16A, 25kA, 4P,curva C) ref: 25436
 - Toma trifásica: C60L(32A, 36kA, 3P,curva C) ref: 25436

Línea al C.G.D.1.:

10. RVHMAVH-K.....2 x (3x400/200) (L=19m)

7.6.2 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN 1

- ENTRADA:

Línea del cuadro del C.T:

RV-K..... 2 x (3x400/200) (L=19m)

Interruptor automático NS1250 (1250A, 50KA, 3P, curvaB)



- SALIDAS: (bajo tubo, conductores de XLPE, 0,6/1kV, cables unifilares enterrados)

C.aux.1

1. RVHMAVH-K.....3 x 50+T35 (L=7m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
2. Diferencial NSX 250 (250A, 300mA, 3P).
3. Interruptor automático NSX250 (250A, 36kA, 3P,curva C)

C.aux.2

4. RVHMAVH-K.....3 x 70+T35 (L=32m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
5. Diferencial NSX250 (250A, 300mA, 3P)
6. Interruptor automático NSX250 (250A, 36kA, 3P,curva C)

C.aux.3

7. RVHMAVH-K.....3 x 50+T35 (L=55m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
8. Diferencial NSX 250 (250A, 300mA, 3P)
9. Interruptor automático NSX250 (250A, 36kA, 3P,curva C)

C.aux.4

10. RVHMAVH-K.....3 x 400+T200 (L=2m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
11. Diferencial NSX 250 (630A, 300mA, 3P)
12. Interruptor automático NSX630(630A, 36kA, 3P,curva C)

C.aux.5

13. RVHMAVH-K.....3 x 70+T35 (L=41m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
14. Diferencial NSX 250 (250A, 300mA, 3P)
15. Interruptor automático NSX250 (250A, 36kA, 3P,curva C)

C.aux.6

16. RVHMAVH-K.....3 x 50+T25 (L=43m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
17. Diferencial NSX 250 (250A, 300mA, 3P)
18. Interruptor automático NSX250 (250A, 36kA, 3P,curva C)

C.aux.7

19. RVHMAVH-K.....3 x 150+T95 (L=84m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
20. Diferencial NSX400 (400A, 300mA, 3P)
21. Interruptor automático NSX400 (400A, 36kA, 3P,curva C)



7.6.2.1 CUADRO AUXILIAR 1

Todos los conductores irán bajo tubo, conductores de PVC, 0.6/1kV, cables unifilares en tubos de montaje superficial o empotrado en obra).

- ENTRADA:

Línea del cuadro del C.D.G 1

RV-K..... 3 x 50+T35 (L=7m)

Interruptor automático NSX250 (250A, 25kA, 3P,curva B)

- SALIDAS

Silos y cintas de negro

1. RVHMAVH-K.....3 x 35+T25 (L=3,54m)

Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm

2. Diferencial vigi-dpn (25A, 300mA, 3P) ref: 21696

3. Interruptor automático C60L(20A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25438

Silos MP alimentación

4. RVHMAVH-K.....3 x 35+T25 (L=3,54m)

Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm

5. Diferencial vigi-dpn (25A, 300mA, 3P) ref: 21696

6. Interruptor automático C60L(20A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25438

Básculas dosificación

7. RVHMAVH-K.....3 x 35+T25 (L=3,54m)

Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm

8. Diferencial vigi-dpn (25A, 300mA, 3P) ref: 21696

9. Interruptor automático C60L(20A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25438

Extrusora doble usillo

10. RVHMAVH-K.....3 x 50+T25 (L=3,54m)

Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm

11. Diferencial vigiC120 (125A, 300mA, 3P) ref: 18546

12. Interruptor automático NG125N (100A, 25kA, 3P,curva C) ref: 18642

Corte en cabeza y secador

13. RVHMAVH-K.....3 x 35+T25 (L=3,54m)

Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm

14. Diferencial vigi-dpn (25A, 300mA, 3P) ref: 21696

15. Interruptor automático C60L(20A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25438



Criba de material

16. RVHMAVH-K.....3 x 35+T25 (L=3,54m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
17. Diferencial vigi-dpn (25A, 300mA, 3P) ref: 21696
18. Interruptor automático C60L(20A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25438

Transporte material

19. RVHMAVH-K.....3 x 35+T25 (L=3,54m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
20. Diferencial vigi-dpn (25A, 300mA, 3P) ref: 21696
21. Interruptor automático C60L(20A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25438

7.6.2.2 CUADRO AUXILIAR 2

Todos los conductores irán bajo tubo, conductores de PVC, 0.6/1kV, cables unifilares en tubos de montaje superficial o empotrado en obra).

- ENTRADA:

- Línea del cuadro del C.D.G 1
RV-K..... 3 x 70+T35 (L=32m)

Interruptor automático NSX250 (250A, 25kA, 3P,curva B)

Silos MP alimentación

1. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=18m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
2. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
3. Interruptor automático C60L(10A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25436

Extrusora doble usillo

4. RVHMAVH-K.....3 x 120+T70 (L=18m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
5. Diferencial vigi-dpn (200A, 300mA, 3P) ref: 21696
6. Interruptor automático C60L(200A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25438

Corte en cabeza y secador

7. RVHMAVH-K.....3 x 10+T10 (L=18m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
8. Diferencial vigiC60 (<=40A, 300mA, 3P) ref: 26542
9. Interruptor automático C60L(32A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25440

Criba de material

10. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=18m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
11. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
12. Interruptor automático C60L(10A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25436



Transporte material

13. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=18m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
14. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
15. Interruptor automático C60L (10A, 25kA, 3P, curva C) ref: 25436

7.6.2.3 CUADRO AUXILIAR 3

Todos los conductores irán bajo tubo, conductores de PVC, 0.6/1kV, cables unifilares en tubos de montaje superficial o empotrado en obra).

- ENTRADA:

Línea del cuadro del C.D.G 1

- RV-K..... 3 x 50+T35 (L=55m)

Interruptor automático NSX250 (250A, 25kA, 4P,curva B)

- SALIDAS

Silos MP alimentación

1. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=20m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
2. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25, 300mA, 3P) ref: 21696
3. Interruptor automático C60L(10A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25436

Tolvas mezcladoras aditivos

4. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=20m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
5. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
6. Interruptor automático C60L(6A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25435

Básculas dosificación

7. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=20m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
8. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
9. Interruptor automático C60L(25A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25439

Extrusora doble usillo

10. RVHMAVH-K.....3 x 50+T25 (L=20m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
11. Diferencial vigiC120 (125A, 300mA, 3P) ref: 18546
12. Interruptor automático NG125N (100A, 25kA, 3P,curva C) ref: 18642



Corte en cabeza y secador

13. RVHMAVH-K.....3 x 35+T25 (L=20m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
14. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
15. Interruptor automático C60L(20A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25438

Criba de material

16. RVHMAVH-K.....3 x 35+T25 (L=20m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
17. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
18. Interruptor automático C60L(6A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25435

Transporte material

19. RVHMAVH-K.....3 x 35+T25 (L=20m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
20. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
21. Interruptor automático C60L(10A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25436

7.6.2.4 CUADRO AUXILIAR 4

Todos los conductores irán bajo tubo, conductores de PVC, 0.6/1kV, cables unifilares en tubos de montaje superficial o empotrado en obra).

- ENTRADA:

Línea del cuadro del C.D.G 1

1. RV-K..... 3 x 400+T200 (L=2m)

Interruptor automático NSX630(630A, 25kA, 3P,curva B)

- SALIDAS

Silos MP alimentación

1. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=14m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
2. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
3. Interruptor automático C60L(6A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25435

Mezclador aditivos

4. RVHMAVH-K.....3 x 35+T25 (L=14m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
5. Diferencial vigiC120 (<=125A, 300mA, 3P) ref: 18567
6. Interruptor automático NG125N (80A, 25kA, 3P,curva C) ref:18640

Básculas dosificación

7. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=14m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
8. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
9. Interruptor automático C60L(10A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25436



Extrusora doble usillo

10. RVHMAVH-K.....3 x 150+T95 (L=14m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
11. Diferencial vigiNSX400 (400A, 300mA, 3P) ref: LV432733
12. Interruptor automático NSX400 (400A, 25kA, 3P,curva C)
ref:LV432693

Corte en cabeza y secador

13. RVHMAVH-K.....3 x 2,5+T2,5 (L=14m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
14. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
15. Interruptor automático C60L(16A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25437

Criba de material

16. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=14m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
17. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
18. Interruptor automático C60L(4A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25434

Transporte material

19. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=14m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
20. Diferencial vigiC60 (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
21. Interruptor automático C60L(10A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25436

7.6.2.5 CUADRO AUXILIAR 5

Todos los conductores irán bajo tubo, conductores de PVC, 0.6/1kV, cables unifilares en tubos de montaje superficial o empotrado en obra).

- ENTRADA:

Línea del cuadro del C.D.G 1

1. RV-K..... 3 x 70+T35 (L=41m)

Interruptor automático NSX250 (250A, 25kA, 3P,curva B)

- SALIDAS

Silos MP alimentación

1. RVHMAVH-K.....3 x 2,5+T2,5 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
2. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
3. Interruptor automático C60L(16A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25437

Sistema de transporte por vacío

4. RVHMAVH-K.....3 x 6+T6 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
5. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
6. Interruptor automático C60L(25A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25439



Dosificadores gravimétricos

7. RVHMAVH-K.....3 x 10+T10 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
8. Diferencial vigiNG125 (<=63A, 300mA, 3P) ref: 19003
9. Interruptor automático NG125N(50A, 25kA, 3P,curva C) ref:18638

A6 MARIS TM30

10. RVHMAVH-K.....3 x 10+T10 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
11. Diferencial vigiNG125(<=63A, 300mA, 3P) ref: 19003
12. Interruptor automático NG125N (40A, 25kA, 3P,curva C) ref: 18637

A7 MARIS TM58

13. RVHMAVH-K.....3 x 10+T10 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
14. Diferencial vigiNG125 (<=63A, 300mA, 3P) ref: 19003
15. Interruptor automático NG125N(40A, 25kA, 3P,curva C) ref: 18637

A8 MARIS TM40

16. RVHMAVH-K.....3 x 10+T10 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
17. Diferencial vigiNG125 (<=63A, 300mA, 3P) ref:19003
18. Interruptor automático NG125N(40A, 25kA, 3P,curva C) ref: 18637

Corte en cabeza y secador

19. RVHMAVH-K.....3 x 2,5+T2,5 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
20. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
21. Interruptor automático C60L (16A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25437

Criba material

22. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
23. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
24. Interruptor automático C60L(10A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25436

Transporte material

25. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
26. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696
27. Interruptor automático C60L (10A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25436



7.6.2.6 CUADRO AUXILIAR 6

Todos los conductores irán bajo tubo, conductores de PVC, 0.6/1kV, cables unifilares en tubos de montaje superficial o empotrado en obra).

- ENTRADA:

Línea del cuadro del C.D.G 1

RV-K..... 3 x 50+T25 (L=43m)

Interruptor automático NSX250 (250A, 25kA, 4P,curva B)

- SALIDAS

Silos MP alimentación

1. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=10m)

Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm

2. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696

3. Interruptor automático C60L(10A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25436

Básculas dosificación

4. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=10m)

Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm

5. Diferencial vigi60 CLASE AC(10A, 300mA, 3P) ref: 21696

6. Interruptor automático C60L(10A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25436

Extrusora monousillo

7. RVHMAVH-K.....3 x 95+T50 (L=10m)

Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm

8. Diferencial vigiC120 (160A, 300mA, 3P) ref: 18546

9. Interruptor automático NG125N (160A, 25kA, 3P,curva C) ref: 18642

Corte en cabeza y secador

10. RVHMAVH-K.....3 x 4+T4 (L=10m)

Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm

11. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696

12. Interruptor automático C60L(20A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25438

Criba de material

13. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=10m)

Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm

14. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696

15. Interruptor automático C60L(6A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25435

Transporte material

16. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=10m)

Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm

17. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696

18. Interruptor automático C60L(10A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25436



7.6.2.7 CUADRO AUXILIAR 7

Todos los conductores irán bajo tubo, conductores de PVC, 0.6/1kV, cables unifilares en tubos de montaje superficial o empotrado en obra).

- ENTRADA:
 - Línea del cuadro del C.D.G 1
 - RV-K.....3 x 150+T95 (L=84m)

 - Interruptor automático NSX400 (400A, 25kA, 4P,curva B)

- SALIDAS
 - Básculas dosificación
 1. RVHMAVH-K.....3 x 6+T6 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
 2. Diferencial vigi-dpn ($\leq 25A$, 300mA, 3P) ref: 21696
 3. Interruptor automático C60L(25A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25439

 - Amasador monousillo
 4. RVHMAVH-K.....3 x 70+T35 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
 5. Diferencial vigi-dpn (125A, 300mA, 3P) ref: 21696
 6. Interruptor automático NG125(125A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25438

 - Estrusora salida material
 7. RVHMAVH-K.....3 x 10+T10 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
 8. Diferencial vigiC60 CLASE AC ($\leq 40A$, 300mA, 3P) ref: 26542
 9. Interruptor automático C60L(32A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25440

 - Corte en cabeza y secador
 10. RVHMAVH-K.....3 x 4+T4 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
 11. Diferencial vigiC120 ($\leq 25A$, 300mA, 3P) ref: 21696
 12. Interruptor automático C60L (20A, 25kA, 3P,curva C) ref:25438

 - Criba material
 13. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
 14. Diferencial vigiC60 CLASE AC ($\leq 25A$, 300mA, 3P) ref: 21696
 15. Interruptor automático C60L(10A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25436

 - Compresor 1
 16. RVHMAVH-K.....3 x 6+T6 (L=15m)



- Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
 17. Diferencial vigi-dpn ($\leq 25A$, 300mA, 3P) ref: 21696
 18. Interruptor automático C60L(25A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25439

Compresor 2

19. RVHMAVH-K.....3 x 4+T4 (L=15m)
 Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
 20. Diferencial vigi-dpn ($\leq 25A$, 300mA, 3P) ref: 21696
 21. Interruptor automático C60L (20A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25438

Compresor 3

22. RVHMAVH-K.....3 x 4+T4 (L=15m)
 Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
 23. Diferencial vigi-dpn (25A, 300mA, 3P) ref: 21696
 24. Interruptor automático C60L(20A, 25kA, 3P,curva C) ref: 25438

7.6.3 CUADRO AUXILIAR DEL C.T.2

• ENTRADA:

Línea del cuadro del C.T:

RV-K..... (3x400/200) (L=1m)

Interruptor automático NSX630 (630A, 25KA, 4P, curvaB)

• SALIDAS:

Alumbrado C.T 1:

25. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=2m)
 26. Diferencial vigiC60 CLASE AC ($\leq 25A$, 300mA, 4P) ref: 21696
 27. Interruptor automático C60L(10A, 25kA, 4P,curva C) ref: 25436

Alumbrado de emergencia

28. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=2m)
 29. Diferencial vigiC60 CLASE AC ($\leq 25A$, 300mA, 4P) ref: 21696
 30. Interruptor automático C60L(10A, 25kA, 4P,curva C) ref: 25436

Tomas de corriente

31. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=2m)
 32. Diferencial vigiC60 CLASE AC ($\leq 40A$, 300mA, 4P) ref: 21696
 33. Interruptor automático:
 - Toma monofásica: C60L(16A, 25kA, 4P,curva C) ref: 25436
 - Toma trifásica: C60L(32A, 25kA, 4P,curva C) ref: 25436

Línea al C.G.D.2.:

34. RVHMAVH-K..... (3x400/200) (L=19m)



7.6.4 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN 2

- ENTRADA:
Línea del cuadro del C.T2:
RV-K..... 3x400+T200 (L=19m)

Interruptor automático NSX630 (630A, 20KA, 4P, curvaB)
- SALIDAS: (bajo tubo, conductores de XLPE, 0,6/1kV, cables unifiares enterrados)

C.aux.8

1. RVHMAVH-K.....3 x 25+T16 (L=51m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
2. Diferencial NSX 250 (80A, 300mA, 3P).
3. Interruptor automático NSX250 (80A, 20kA, 3P,curva C)

C.aux.9

4. RVHMAVH-K.....3 x 120/70+T70 (L=71m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
5. Diferencial NSX250 (250A, 300mA, 4P)
6. Interruptor automático NSX250 (250A, 20kA, 4P,curva C)

7.6.4.1 CUADRO AUXILIAR 8

Todos los conductores irán bajo tubo, conductores de PVC, 0.6/1kV, cables unifilares en tubos de montaje superficial o empotrado en obra).

- ENTRADA:
Línea del cuadro del C.D.G 2
1. RV-K..... 3 x 25+T16 (L=51m)

Interruptor automático NSX250 (80A, 10kA, 4P,curva B)
- SALIDAS
Bombas impulsión
1. RVHMAVH-K.....3 x 2,5+T2,5 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm



2. Diferencial vigi-dpn ($\leq 25A$, 300mA, 3P) ref: 21696
3. Interruptor automático C60L(25A, 10kA, 3P,curva C) ref: 25439

Torre evaporativa 1

4. RVHMAVH-K.....3 x 6+T6 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
5. Diferencial vigiC60 CLASE AC ($\leq 25A$, 300mA, 3P) ref: 21696
6. Interruptor automático C60L(10A, 10kA, 3P,curva C) ref: 25436

Torre evaporativa 2

7. RVHMAVH-K.....3 x 10+T10 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
8. Diferencial vigiC60 CLASE AC (10A, 300mA, 3P) ref: 21696
9. Interruptor automático C60L(10A, 10kA, 3P,curva C) ref: 25436

Montacargas fábrica

10. RVHMAVH-K.....3 x 10+T10 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
11. Diferencial vigiC60 CLASE AC (10A, 300mA, 3P) ref: 21696
12. Interruptor automático C60L (10A, 10kA, 3P,curva C) ref:25436

Montacargas laboratorio

13. RVHMAVH-K.....3 x 10+T10 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
14. Diferencial vigiC60 CLASE AC (10A, 300mA, 3P) ref: 21696
15. Interruptor automático C60L(10A, 10kA, 3P,curva C) ref: 25436

Filtro nº1 nave 2

16. RVHMAVH-K.....3 x 10+T10 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
17. Diferencial vigiC60 CLASE AC ($\leq 25A$, 300mA, 3P) ref: 21696
18. Interruptor automático C60L(10A, 10kA, 3P,curva C) ref: 25436

Filtro nº2 nave1

19. RVHMAVH-K.....3 x 2,5+T2,5 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
20. Diferencial vigiC60 CLASE AC($\leq 25A$, 300mA, 3P) ref: 21696
21. Interruptor automático C60L (10A, 10kA, 3P,curva C) ref: 25436

Filtro nº3 nave1

22. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=15m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
23. Diferencial vigiC60 CLASE AC ($\leq 25A$, 300mA, 3P) ref: 21696
24. Interruptor automático C60L(10A, 10kA, 3P,curva C) ref: 25436



Filtro nº4 alto vacío toda la fábrica

25. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=15m)

Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm

26. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696

27. Interruptor automático C60L (10A, 10kA, 3P,curva C) ref:25436

7.6.4.2 CUADRO AUXILIAR 9

Todos los conductores irán bajo tubo, conductores de PVC, 0.6/1kV, cables unifilares en tubos de montaje superficial o empotrado en obra).

- ENTRADA:

Línea del cuadro del C.D.G 2

RV-K..... 3 x 120/70+T70 (L=71m)

Interruptor automático NSX250 (250A, 15kA, 4P,curva B)

- SALIDAS

Grupo frío oficinas

1. RVHMAVH-K.....3 x 2.5+T2.5 (L=19m)

Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm

2. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696

3. Interruptor automático C60L(16A, 15kA, 3P,curva C) ref: 25437

Grupo calor oficinas

4. RVHMAVH-K.....3 x 2.5+T2.5 (L=19m)

Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm

5. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696

6. Interruptor automático C60L(16A, 15kA, 3P,curva C) ref: 25437

Grupo climatización laboratorio

7. RVHMAVH-K.....3 x 2.5+T2.5 (L=19m)

Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm

8. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696

9. Interruptor automático C60L(16A, 15kA, 3P,curva C) ref:25437

Extrusora pruebas

10. RVHMAVH-K.....3 x 1.5+T1.5 (L=19m)

Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm

11. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25A, 300mA, 3P) ref: 18546

12. Interruptor automático C60L (10A, 15kA, 3P,curva D) ref: 25436

Extrusora probetas

13. RVHMAVH-K.....3 x 1,5+T1,5 (L=19m)

Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm

14. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25A, 300mA, 3P) ref: 21696

15. Interruptor automático C60L(10A, 15kA, 3P,curva C) ref: 25436



Alumbrado 1

16. RVHMAVH-K.....3 x 25/16+T16 (L=19m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
17. Diferencial vigiNG125 ($\leq 63A$, 300mA, 3P) ref: 19003
18. Interruptor automático NG125N(63A, 15kA, 3P,curva C) ref: 18639

Alumbrado 2 tomas 1y3

19. RVHMAVH-K.....3 x 10/10+T10 (L=19m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
20. Diferencial vigiC60 CLASE AC ($\leq 40A$, 300mA, 4P) ref: 26542
21. Interruptor automático C60L (32A, 15kA, 4P, curva C) ref: 25440

Alumbrado 3 tomas 2y4

22. RVHMAVH-K.....3 x 10/10+T10 (L=19m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
23. Diferencial vigiC60 CLASE AC($\leq 40A$, 300mA, 4P) ref: 26542
24. Interruptor automático C60L(32A, 15kA, 4P,curva C) ref: 25440

7.6.4.2.1 SUBCUADRO 9B

• ENTRADA:

- Línea del cuadro AUXILAR N°9(alumbrado 1 tomas trifásicas)
RVHMAVH-K.....3 x 25/16+T16 (L=19m)

Interruptor automático NG125N(63A, 10kA, 4P,curva B) ref: 18639

• SALIDAS

Almacen

1. RVHMAVH-K.....3 x 2,5/2.5+T2.5(L=70.4m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
2. Diferencial vigi-dpn ($\leq 25A$, 30mA, 4P) ref: 21696
3. Interruptor automático C60L(20A, 10kA, 4P,curva C) ref: 25438

Nave1, nave2, mantenimiento

4. RVHMAVH-K.....3 x 10/10+T10 (L=79m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
5. Diferencial vigiC60 CLASE AC ($\leq 40A$, 30mA, 3P) ref: 26542
6. Interruptor automático C60L(32A, 10kA, 4P,curva C) ref: 25440

Laboratorio, baños, vestuarios

7. RVHMAVH-K.....3 x 1.5/1.5+T1.5 (L=56m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
8. Diferencial vigiC60 CLASE AC ($\leq 25A$, 30mA, 4P) ref: 21696
9. Interruptor automático C60L(10A, 10kA, 4P,curva C) ref: 25436



Alumbrado de emergencia 1

- 10. RVHMAVH-K.....3 x 1.5/1.5+T1.5 (L=225m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
- 11. Diferencial vigi-dpn ($\leq 25A$, 30mA, 4P) ref: 21696
- 12. Interruptor automático C60L(6A, 10kA, 4P,curva C) ref: 25436

Tomas trifásicas 1

- 13. RVHMAVH-K.....3 x 1.5/+T1.5 (L=225m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
- 14. Diferencial vigi-dpn ($\leq 25A$, 300mA, 3P) ref: 21696
- 15. Interruptor automático C60L (32A, 10kA, 3P,curva D) ref:25435

Tomas trifásicas 2

- 16. RVHMAVH-K.....3 x 1.5/+T1.5 (L=225m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
- 17. Diferencial vigi-dpn ($\leq 25A$, 300mA, 3P) ref: 21696
- 18. Interruptor automático C60L (32A, 10kA, 3P,curva C) ref:25435

7.6.4.2.2 SUBCUADRO 9C

- ENTRADA:

- Línea del cuadro AUXILAR N°9 (alumbrado 2 tomas 1Y3)
- RVHMAVH-K.....3 x 10/10+T10 (L=19m)

Interruptor automático C60L (32A, 6kA, 4P, curva B) ref: 25440

- SALIDAS

OFICINAS, C.MAQUINAS, PAS OFIS, RECEPCIÓN

- 1. RVHMAVH-K.....3 x 1,5/1,5+T1,5 (L=26m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
- 2. Diferencial vigiC60 CLASE AC ($\leq 25A$, 30mA, 4P) ref: 21696
- 3. Interruptor automático C60L(10A, 6kA, 4P,curva C) ref: 25436

DESPACHOS, PAS DESP, BAÑOS OFICINAS

- 4. RVHMAVH-K.....3 x 1,5/1,5+T1,5 (L=29m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
- 5. Diferencial vigiC60 CLASE AC ($\leq 25A$, 30mA, 4P) ref: 21696
- 6. Interruptor automático C60L(10A, 6kA, 4P,curva C) ref: 25436

Alumbrado de emergencia 2

- 7. RVHMAVH-K.....3 x 1,5/1,5+T1,5 (L=29m)
Tubo rígido electrocincado RL, ϕ : 32mm
- 8. Diferencial vigiC60 CLASE AC ($\leq 25A$, 30mA, 4P) ref: 21696
- 9. Interruptor automático C60L(10A, 6kA, 4P,curva C) ref: 25436



- T.C almacen, naves, mantenimiento, laboratorio, baños lab, vestuarios
10. RVHMAVH-K.....3 x 4/4+T4 (L=213m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
 11. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 4P) ref: 21696
 12. Interruptor automático C60L(16A, 6kA, 4P,curva C) ref: 25437

T.C despachos, baños oficinas

13. RVHMAVH-K.....3 x 1,5/1,5+T1,5 (L=64m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
14. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25A, 300mA, 4P) ref: 21696
15. Interruptor automático NG125N (10A, 6kA, 4P,curva C) ref:25436

7.6.4.2.3 SUBCUADRO 9D

- ENTRADA:

Línea del cuadro AUXILAR N°9 (alumbrado 3 tomas 2Y4)
RVHMAVH-K.....3 x 10/10+T10 (L=19m)

Interruptor automático C60L(32A, 6kA, 4P,curva B) ref: 25440

- SALIDAS

ENTRADA

1. RVHMAVH-K.....3 x 1,5/1,5+T1,5 (L=21m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
2. Diferencial vigiCLASE AC (<=25A, 30mA, 4P) ref: 21696
3. Interruptor automático C60L(10A, 6kA, 4P,curva C) ref: 25436

T.C OFICINAS

4. RVHMAVH-K.....3 x 4/4+T4 (L=27m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
5. Diferencial vigi-dpn (<=25A, 300mA, 4P) ref: 21696
6. Interruptor automático C60L(25A, 6kA, 4P,curva C) ref: 25439

Alumbrado de emergencia 3

7. RVHMAVH-K.....3 x 1.5/1.5+T1.5 (L=22m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
8. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25A, 30mA, 4P) ref: 21696
Interruptor automático C60L (10A, 6kA, 4P,curva C) ref: 25436

T.C entrada, recepción, pasillos, cuarto de maquinas

9. RVHMAVH-K.....3 x 1.5/1.5+T1.5 (L=22m)
Tubo rígido electrocincado RL, ø: 32mm
10. Diferencial vigiC60 CLASE AC (<=25A, 300mA, 4P) ref: 21696
11. Interruptor automático C60L(10A, 6kA, 4P,curva C) ref: 25436



Tomas trifásicas 3

12. RVHMAVH-K.....3 x 2.5/+T2.5 (L=225m)

Tubo rígido electrocincado RL, \varnothing : 32mm

13. Diferencial vigi-dpn ($\leq 25A$, 300mA, 3P) ref: 21696

14. Interruptor automático C60L (16A, 25kA, 3P, curva C) ref:25435

Nota: las referencias señaladas anteriormente hacen mención únicamente a los catálogos de la marca Schneider Electric citados en el apartado de bibliografía.



8. COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

8.1 INTRODUCCIÓN

Generalmente los receptores además de consumir energía activa, tienen un consumo de energía reactiva inductiva, representada por el factor de potencia. Un receptor uncionando con bajo factor de potencia consume una gran intensidad para una potencia activa determinada.

El factor de potencia depende únicamente de las características de los receptores y de su régimen de funcionamiento y es independiente del rendimiento propio de estos receptores.

8.2 NECESIDAD DE COMPENSAR EL FACTOR DE POTENCIA

La intensidad que circula por una línea para suministrar una determinada potencia activa es inversamente proporcional al factor de potencia de la instalación.

En una línea trifásica, la intensidad de línea es:

$$I_l = P / \sqrt{3} \times V_l \times \cos \delta$$

Donde:

I_l es la intensidad de línea en amperios.

P es la potencia activa en vatios.

V_l es la tensión de línea en voltios.

$\cos \delta$ es el factor de potencia.

Un factor de potencia bajo hace que la intensidad de línea sea elevada; ello provoca en la línea un aumento de caída de tensión y de las pérdidas de energía por efecto Joule.

Un factor de potencia alto nos proporciona un ahorro importante en las facturas de electricidad y una optimización de la instalación eléctrica, ya que disminuye la caída de tensión en las líneas y el calentamiento de estas.

8.3 METODOS DE COMPENSACIÓN

La compensación de la energía reactiva se puede realizar de forma directa actuando sobre la causa del bajo factor de potencia, es decir, procura en lo posible disminuir el consumo innecesario de energía reactiva actuando sobre los receptores de la instalación.

En este aspecto se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Correcta elección del equipo eléctrico.
- Evitar el funcionamiento en vacío o cargas reducidas de los motores eléctricos.
- Reemplazar los motores defectuosos.
- Desconectar los motores fuera de las horas de trabajo



De forma indirecta y complementaria a lo señalado anteriormente, se puede compensar el consumo de la energía reactiva mediante el uso de elementos productores de energía reactiva capacitiva, compensando parcial o totalmente la energía inductiva consumida por los receptores.

Estos elementos productores de energía reactiva capacitiva, se componen generalmente de baterías de condensadores, cuya instalación puede realizarse de las siguientes maneras:

- En el inicio de la instalación, compensando la energía reactiva total de la instalación.
- En las derivaciones a cuadros secundarios, compensando la energía reactiva consumida por los varios receptores.
- En bornes de cada receptor.

En general se utiliza la primera opción, con conexión de la batería de condensadores en los bornes del cuadro general de baj tensión, y se puede efectuar de dos maneras:

- Por compensación automática, mediante un dispositivo automático regulador, medidor del factor de potencia, que conecta o desconecta escalones de baterías de condensadores según el factor de potencia del conjunto de la instalación. Los aparatos de maniobra pueden ser contactores o interruptores estáticos a base de tiristores, que realizan la conexión de los distintos tramos de baterías de condensadores según la señal que reciben del regulador.
- Por una batería de condensadores de capacidad fija. En este caso la potencia reactiva de la batería en kVA, no debe sobrepasar el 15% de la potencia nominal en kVA del transformador situado en el centro de transformación que alimenta la instalación, para evitar posibles elevaciones de tensión en caso de funcionamiento en vacío o con muy poca carga.

8.4 SOLUCIÓN ADOPTADA

Se compensará la energía global reactiva de la instalación 1, mediante la colocación de una batería de condensadores automática Varlogic estándar de 400V de 247.5 kVAr, repartidos en bloques de la siguiente manera, 16x15+7.5, en el cuadro de distribución número 1.

Se compensará la energía global reactiva de la instalación 2, mediante la colocación de una batería de condensadores automática Varlogic estándar de 400V de 142.5 kVAr, repartidos en bloques de la siguiente manera, 9x15+7.5, en el cuadro de distribución número 1.



Las secciones de los conductores que alimentan las baterías serán de $3 \times 300/150 + T50 \text{ mm}^2$ y de $3 \times 120/70 + T70 \text{ mm}^2$ respectivamente, y los conjuntos irán protegidos por protecciones que llevan ellos mismos.



9.- INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

9.1 INTRODUCCIÓN

Las puestas a tierra se establecen con el objeto principal de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones eléctricas y a los receptores conectados a ellas.

El límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra, o entre masas distintas, nos viene definido en la instrucción ITC-BT 18 del RBT.

Locales húmedos	24V
Locales secos	50V

Estos valores son los máximos que se supone soporta el cuerpo humano sin alteraciones significativas.

Las tomas de tierra limitan las sobreintensidades que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la equipotencialidad.

9.1.1 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra, es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta, o la de descargas de origen atmosférico.

La instalación a tierra se convierte en una especie de embudo sumidero que manda a tierra toda la corriente eléctrica que salga de su recorrido normal y también enviará a tierra corrientes o descargas de origen atmosférico o procedentes de otras fuentes.

El paso de estas diferentes corrientes por el terreno conductor, con unas características eléctricas variables por sus características geológicas, producen unas distribuciones de potencial en toda su masa y en particular en superficie, con las consiguientes diferencias de potencial entre puntos de terreno que inciden directamente sobre la seguridad de las personas. Por ello, los estudios de las puestas a tierra deberían considerar:

- La seguridad de las personas.



- La protección de las instalaciones.
- La protección de los equipos sensibles.
- Un potencial de referencia.

Para ello es necesario conocer:

- Los elementos que forman las instalaciones.
- Las diferentes fuentes de corriente que las solicitan.
- Las respuestas de los diferentes elementos a estas diferentes fuentes.
- El terreno, teniendo en cuenta su heterogeneidad (rocas que lo forman, estratos, textura, etc.) y los factores que sobre él actúan (humedad y temperatura).

9.1.2 PARTES DE LA PUESTA A TIERRA

Los elementos de puesta a tierra son:

1) El terreno.

El terreno desde el punto de vista eléctrico, se considera como un elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico.

Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tienen una resistencia muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica y los materiales que tienen una resistividad alta, se oponen al paso de corriente.

La resistividad del terreno se mide en ohmios por metro.

Como los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno.

La investigación de las características eléctricas del terreno es un requerimiento de la instrucción MIE-RAT-13, para realizar el proyecto de una instalación de puesta a tierra.

El terreno, como conductor de la corriente eléctrica, se puede considerar como un agregado formado por una parte sólida mineral y sendas partes líquida y gaseosa. La resistividad del terreno depende de los siguientes conceptos:

- Humedad
- Resistividad de los minerales que forman la fracción sólida.
- Resistividad de los líquidos y gases que rellenan los poros de la fracción sólida.



- Porosidad
- Salinidad
- Superficie de separación de la fase líquida con la fase sólida.
- Temperatura
- Textura

2) Tomas de tierra

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio.

La toma de tierra consta de tres partes fundamentales:

a) Electroodos

Son la masa metálica que se encuentra en contacto permanente con el terreno para facilitar a éste el paso de corrientes de defecto, o la carga eléctrica que puede tener.

Pueden ser naturales o artificiales; los electroodos naturales, suelen estar constituidos por conducciones metálicas enterradas, como conductores de agua, cubiertas de plomo de cables de redes subterráneas, pilares metálicos de los edificios que se construyen con estructuras metálicas, etc. Los electroodos artificiales pueden ser barras (picas), tubos, placas metálicas, cables, u otros perfiles que a su vez puedan combinarse formando anillos o mallas.

De la sección en contacto con el terreno dependerá el valor de la resistencia a tierra. En general, la sección de un electroodo no debe ser inferior a un cuarto de la sección del conductor de línea principal de tierra.

Los metales deben ser inalterables a las acciones de la humedad y del terreno como son el cobre, el hierro galvanizado, fundición de hierro, etc.

b) Líneas de enlace con tierra

La línea de enlace con la tierra esta formada por los conductores que unen el electroodo, conjunto de electroodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electroodo y deberían ser de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35mm² de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

c) Punto de puesta a tierra

El elemento de puesta a tierra, es el situado fuera del terreno y que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. El punto de puesta a tierra es un elemento de conexión, placa, regleta, grapa, etc.; que une los conductores de la línea de enlace con la principal de tierra. El número de puntos de puesta a tierra conestados al mismo electroodo o conjunto de ellos dependerá del tipo de instalación.



3) Línea principal de tierra

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios.

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16mm² de sección.

Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

4) Derivaciones de las líneas principales de tierra

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro material de elevado punto de fusión. El dimensionamiento viene en la ITC-BT 18.

SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES(mm ²)	SECCIONES MÍNIMAS DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN(mm ²)
$S \leq 16$	S(*)
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

(*) Con un mínimo de:

2,5mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tiene una protección mecánica.

4mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.

5) Conductores de protección

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masa de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionado de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según el ITC-BT 19.

9.2 ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, se deberá conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.



Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conestarse a tierra:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Caja General de Protección (no obligatorio según el RBT).
- Instalación de pararrayos.
- Instalación de antenas colectivas de TV y FM
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masa metálicas.
- Toda masa o elemento metálico significativo
- Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.

9.3 SOLUCIÓN ADOPTADA

En lo que al electrodo de puesa tierra se refiere, éste estará formado por un conductor de cobre de 50mm² desnudo y enterrado a una profundidad de 0.8 metros. El conductor abarcará todo el perímetro de la nave por el exterior, y en cada vértice tendrá una pica de acero recubierto de cobre de 14mm de diámetro y dos metros de longitud. El número total de picas será 4 y al estar unidas al mallazo metálico de cimentación a través de sendos conductores de cobre de 50mm² de sección por medio de soldaduras aluminotérmicas, formando así una superficie equipotencial a lo largo de toda la nave.

La línea estará unida a los cuadros generales de distribución para que a partir de éstos se conecte a los distintos cuadros auxiliares y así llegar a los distintos receptores (alumbrado nave, tomas de corriente y maquinaria).

Además de las masas de los receptores, se pondrán a tierra todas las masas metálicas como armarios, puertas, marcos, etcétera.

Los conductores de tierra se distinguirán fácilmente de los conductores activos por el color amarillo-verde.



10 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

10.1 INTRODUCCIÓN

La alimentación de todos los circuitos de la instalación se realizará a partir del centro de transformación propiedad de la empresa, ubicado en un local de uso exclusivo y de fácil acceso. En él se encuentran los elementos de unión entre red de distribución y el transformador de potencia.

Al centro de transformación llegará la acometida de alta tensión a 13,2 kV subterránea, y en él se dispondrán los elementos necesarios y exigidos por la reglamentación vigente.

Las necesidades de la instalación serán cubiertas mediante un transformador de 400kV.

REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de transformación, e instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 3.275/82, de noviembre de 1982).
- RBT e instrucciones Técnicas complementarias (Real Decreto 842/2002, de agosto de 2002).
- Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica (Real Decreto 1075/1986, de 2 de mayo de 1986).
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Iberdrola.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

10.2 EMPLAZAMIENTO

El local donde se va a ubicar el centro de transformación se destinará solamente a dicho fin, y para ello se ha habilitado una caseta prefabricada. La caseta que se va a utilizar está formada por distintos elementos de hormigón y es del tipo PFU-5, de la casa Ormazabal. Se encuentra en la parte trasera de la nave industrial a 19 metros de ésta. A ella se accede desde el exterior.



10.3 APARAMENTA DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La aparamenta de un Centro de Transformación, la forman los siguientes elementos:

- Celdas de línea (entrada o salida): permiten comunicarel embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente nominal, seccionar esta unión o poner tierra simultáneamente los tres bornes de los cables de media tensión. La celda de entrada recibe el conductor de media tensión y la función principal de celdas se constituye de los siguientes elementos:
 - Aisladores
 - Elementos para la conexión de la línea de llegada
 - Palancas de accionamiento
 - Dispositivos de protección y seguridad
- Celda de protección: se utiliza para la maniobra y protección general del transformador. Hay que tener en cuenta que las celdas de protección se calculan para una línea de 24kV aunque la línea sea menor. Este tipo de celdas se constituyen de los siguientes elementos:
 - Aisladores de apoyo
 - Palancas y dispositivos de accionamiento
 - Dispositivos para la conexión de la línea puente en alta tensión
- Celda de remonte: su función principal es elevar los cables, es decir, es una envolvente metálica que protege el remonte de cables hacia el embarrado.
- Celda de seccionamiento: este tipo de celdas se colocan en los centros de distribución y sirven para dejar sin tensión los centros de transformación de los abonados.
- Celda de medida: es una celda de dimensiones reducidas que permite incluir en bloque homogéneo con las otras funciones del sistema, los transformadores de medida de tensión e intensidad.

10.4 TRANSFORMADOR

El transformador constituye el elemento principal de todo centro de transformación. La función que desempeña es la disminuir el nivel de tensión de la red de media tensión y en función de los cuales se construyen todos los receptores eléctricos.

Para el diseño y utilización de todo transformador en los centros de transformación, es necesario tener en cuenta ciertas características generales de los transformadores, como;

- Tensión primaria: es la tensión de alimentación del transformador
- Tensión máxima de servicio: es el nivel de tensión mayor para el que está fabricado el transformador y funcionando en regimen permanente



- Tensión nominal secundaria: tensión que se obtiene en bornes del secundario cuando se alimenta al circuito primario con la tensión nominal
- Potencia nominal: potencia aparente máxima que puede suministrar el secundario de un transformador y referida a la tensión nominal en condiciones de temperatura preestablecidas.
- Calentamientos: temperaturas máximas permitidas en los transformadores (65°C para el cobre, 60°C para el aceite y 40°C para el ambiente)
- Intensidad nominal primaria: intensidad que recorre el arrollamiento primario del transformador para que, estando en cortocircuito el secundario, circule por él su intensidad nominal.
- Relación de transformación: relación entre la tensión primaria y la tensión secundaria, o bien entre el número de espiras del arrollamiento primario y secundario.
- Intensidad nominal del secundario: intensidad que recorre el arrollamiento secundario del transformador cuando éste suministra la potencia nominal.
- Grupo de conexión: constituye el convenio sobre la utilización de letras para designar las diferentes conexiones.
- Índice horario: es un número convencional que define el ángulo de desfase entre la tensión primaria y secundaria análoga, en el sentido de las agujas del reloj.

10.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La acometida al centro de transformación será subterránea, proveniente de una red de media tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 13.2kV y a una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía eléctrica suministradora Iberdrola.

Dadas las características de ubicación de la parcela en la que se emplaza la nave, la empresa suministradora, clasifica el centro de transformación objeto de estudio como centro de transformación de abonado en punta y el otro en bucle. Por lo que se considerará la llegada de una única línea de media tensión, y no será necesaria la instalación de una celda de salida.

El centro de transformación será prefabricado de la marca ORMAZABAL, modelo PFU-5, empleado para su aparellaje celdas prefabricadas del sistema CGMCOSMOS de la marca Ormazabal. Este sistema está formado por un conjunto de celdas modulares unifuncionales o multifuncionales, de reducidas dimensiones, para la configuración de diferentes esquemas de distribución eléctrica secundaria hasta 24kV, tanto pública como industrial. Este sistema surge de la experiencia acumulada con el sistema CGM-CGC, así como la aplicación de tecnologías innovadoras junto a nuevos materiales y el cumplimiento también de la normativa IEC. Ofrece mejoras en aspectos funcionales como la mayor compacidad, la ergonomía en su instalación y uso, la amplitud de gama y una mayor fiabilidad y seguridad.



10.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CASETA PREFABRICADA

A continuación se van a detallar las características más importantes de la caseta prefabricada de hormigón:

- Transporte y ejecución: por su estructura modular, los centros de transformación pueden ser fácilmente transportados para ser instalados en lugares de difícil acceso y permiten la ejecución de cualquier configuración, incluyendo el número de puertas de acceso y transformadores que se requieran en cada aplicación.
- Instalación: la instalación de los centros de transformación PF, se limita al ensamblado en obra de todos los elementos prefabricados, y a la incorporación de los elementos eléctricos, procediendo finalmente al conexionado de los cables de acometida.
- Ámbito de aplicación: los centros de transformación PF permiten la realización de cualquier esquema de suministro eléctrico, con una potencia máxima de los transformadores de 1000kVA.
- Explotación: la entrada al local se realiza a través de una puerta en su parte frontal, que da acceso a la zona de aparamenta, en las que se encuentran las celdas de media tensión, cuadros de baja tensión y elementos de control del centro.
- Características constructivas: los paneles que forman la envolvente están compuestos por hormigón armado vibrado, estando las armaduras de hormigón unidas entre sí y al colector de tierras, según la RU 1303. las puertas y rejillas presentan una resistencia de 10k Ω respecto a la tierra de la envolvente. El acabado estándar del centro se realiza con poliuretano, de color blanco en las paredes y marrón en techo, puertas y rejillas.
- Dimensiones exteriores: tiene una longitud de 6.08m; anchura de 2.38m, altura de 3,045m. La puerta de acceso es de 0.9m de ancho, por 2.1m de altura, y la puerta del transformador es de 1,26m de ancho por 2,1m de altura.

10.5.2 ACCESOS

El acceso al centro de transformación estará restringido al personal de la compañía eléctrica suministradora de energía y al personal de mantenimiento autorizado.

Para ello se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso al personal indicado, donde el personal de la compañía entrará con la llave normalizada y proporcionada por la mencionada compañía.

10.5.3 MATERIALES DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS

El centro de transformación dispondrá de banqueta aislante y guantes de goma para la correcta ejecución de las maniobras y placa de instrucciones para primeros auxilios.



10.6 CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS

Las celdas que se han utilizado son de la marca CGMCOSMOS de la casa Ormazabal, y a continuación se detallan sus características generales:

- Aislamiento integral en el gas SF₆ (hexafloruro), proporcionado insensibilidad ante entornos agresivos, larga vida útil y ausencia de mantenimiento de las partes activas.
- Dimensiones y pesos reducidos, facilitando las tareas de manipulación e instalación.
- Sencillez y seguridad en la operación, gran ergonomía de los elementos de maniobra, posibilidad de montar accesorios y realizar pruebas bajo tensión.
- Facilidad de conexión de cables, mediante bornes enchufables o atornillables y sin necesidad de colocación de bastidores adicionales en obra.
- Los elementos de corte y conexión, así como el embarrado, se encuentran dentro de una cuba de acero inoxidable, llena de gas y totalmente estanca, constituyendo un equipo de aislamiento IP67.
- La envolvente metálica de cada celda, fabricada con chapa de acero galvanizado, presenta rigidez mecánica, garantizado la indeformabilidad y protección en las condiciones previstas de servicio.

10.6.1 CELDA DE REMONTE

Se utilizarán celdas de remonte del tipo CGMCOSMOS-RCd provistas de un interruptor-seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra).

Contiene los siguientes elementos:

- Juego e barras tripolar de 400 A
- Indicador de presencia de tensión
- Aisladores de apoyo
- Interruptor seccionador en SF₆ de 160A/25kA
- Seccionador de puesta a tierra SF₆
- Embarrado de puesta a tierra
- Palancas de accionamiento
- Dimensiones: tiene una altura de 1.74m de anchura de 0.365m y fondo de 0.735m

10.6.2 CELDAS DE PROTECCIÓN

Se utilizarán celdas de protección del tipo CGMCOSMOS-P provistas de un interruptor-seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra) y protección con fusibles limitadores. Contiene los siguientes elementos:

- Juego de barras tripolar de 400 A
- Indicador de presencia de tensión
- Aisladores de apoyo



- Interruptor seccionador en SF6 de 100A/25kA y 63A/25kA, equipado con bobina de disparo.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6
- Tres fusibles limitadores de 24kV y 40 A
- Embarrado de puesta a tierra
- Palancas de accionamiento
- Dimensiones: tiene una altura de 1.74m, anchura de 0.47m y fondo de 0.735m.

10.6.3 CELDA DE MEDIDA

Se utilizarán celdas de medida del tipo CGCCOSMOS-M y en ella se alojarán los transformadores de medida de tensión e intensidad. Contiene los siguientes elementos:

- Juego de barras tripolar de 400^a
- Dos transformadores de tensión relación 13200-20000/110V, 50VA, CL0.5; aislamiento 24kV.
- Tres transformadores de intensidad relación 15-20/5 A, 15VA, CL 0.5; aislamiento 24kV
- Dimensiones : tiene una altura de 1.74m, anchura de 0.8m y fondo de 1.025m

10.7 CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR

Se ha utilizado un transformador sumergido en aceite mineral, de la casa Ormazabal, siendo la tensión nominal del primario 13.2kV y del secundario, 400V.

A continuación se van a detallar las características generales y eléctricas más importantes del transformador.

10.7.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS TRANSFORMADORES

- Transformador trifásico de 50Hz de frecuencia
- Sumergido en aceite mineral de acuerdo a la UNE 21-320/5-IEC 296
- Cubas de aleta y refrigeración natural (ONAN)
- Conmutador de regulación maniobrabable sin tensión
- Pasatapas MT y pasatapas BT de porcelana
- Dos terminales de tierra
- Dispositivos de vacio, toma de muestras y de llenado
- Dos cáncanos de elevación
- Cuatro dispositivos de arriostamiento y otros tentos de arrastre
- Placa de seguridad e instrucciones de servicio y placa de características
- Dispositivo para alojamiento de termómetro

10.7.2 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

- Potencia nominal 800kVA y 630 kVA
- Regulación en el primario $\pm 2.5, \pm 5\%$
- Grupo de conexión Dyn 11
- Tensión de cortocircuito 4%



- Relación de transformación 13.2/0.4kV

10.8 INTERCONEXIÓN CELDA-TRANSFORMADOR

La conexión eléctrica entre la celda de alta y el transformador de potencia se realizará con cable unipolar seco de cobre de 50mm².

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla de 24kV/200 A para el tipo de centro de transformación adoptado.

10.9 INTERCONEXIÓN TRANSFORMADOR-CUADRO DE BAJA TENSIÓN

La conexión eléctrica entre el transformador de potencia y el cuadro de baja tensión se realizará con cable unipolar de 400mm² de sección, con conductor de cobre tipo RV y de 0.6/1kV.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales bimetálicos de tipo TBI-M12/240

Para la derivación, se ha utilizado el montaje fijo en superficie y se realizará con tubo de acero rígido y se fijará a las paredes o techos por medio de bridas.

10.10 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

10.10.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 13.2kV y 50Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500MVA según datos suministradores por la compañía suministradora.

En cuanto a las medidas de seguridad a tomar, se colocarán rótulos indicadores, extintores, equipos para primeros auxilios, etc., de conformidad con las Normas del Reglamento de Transformación en vigor.

10.11 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

La distribución de potencia del Centro de Transformación al CGD situado dentro del recinto de la fábrica se realizará mediante canalizaciones subterráneas.

10.12 INSTALACIÓN DE PUESA A TIERRA

10.12.1 INTRODUCCIÓN

Todo centro de transformación estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en la propia instalación. Este sistema de puesta a tierra complementando con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar



de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas puestas en tensión.

De acuerdo con el Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, que aprueba el “Reglamento sobre condiciones y garantías de seguridad de centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación” y con la O.m: de 6-7684 que señala las “Instrucciones técnicas Complementarias” para aplicar dicho reglamento, la instalación que se pretende realizar es de Tercera Categoría por ser la máxima tensión utilizada igual a 20kV.

El diseño de la puesta a tierra del centro de transformación se efectuará mediante la aplicación del documento UNESA “Metodo de Cálculo y Proyecto de instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación conectados a Redes de Tercera Categoría”.

Se dispondrá por tanto de una tierra de protección a la que se conectarán, de acuerdo con la instrucción MIE-RAT 13, todas las partes metálicas de la instalación que no estén normalmente en tensión, pero puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones

Se conectará a la tierra de protección entre otros los siguientes elementos:

- Chasis y bastidores de aparatos de maniobra
- Las envolventes de los conjuntos de los armarios metálicos
- Las puertas metálicas de los locales
- Las armaduras metálicas del centro de transformación
- Los blindajes metálicos de los cables
- Las tuberías y conjunto metálicos
- Las carcasas de los transformadores

De igual manera se dispondrá por tanto de una puesta a tierra de servicio a la que se conectarán, según la instrucción MIE-RAT 13, los elementos necesarios de la instalación. La puesta a tierra de servicio será separada e independiente respecto a la puesta a tierra de protección.

Se conectará a la tierra de servicio entre otros los siguientes elementos:

- Los neutros de los transformadores
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra

Con el fin de garantizar en el mayor grado posible, la seguridad de las personas que manejan los mandos del centro de transformación, además de dotarlo con un sistema de puesta a tierra como indica la instrucción MIE-RAT 13, se tendrá a disposición del personal guantes y calzados aislantes.



10.12.2 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN EL CÁLCULO DE PUESTAS A TIERRA.

Protección de las personas

La tensión de paso calculada será inferior o igual a la tensión de paso máxima admisible, y la tensión de contacto calculada será inferior o igual a la tensión de contacto máxima admisible.

Tensión máxima admisible aplicable al cuerpo humano, entre manos y pies:

$$V_{ca} = K/t_n$$

$$V_{pa} = 10K/t_n$$

Donde:

V_{ca} : es la tensión de contacto aplicada máxima en voltios

V_{pa} : es la tensión de paso aplicada máxima en voltios

t : es la duración de falta en segundos

K, n : son las constantes en función del tiempo

$$0.9s \geq t > 0.1s$$

$$K=72, n=1$$

$$3s \geq t > 0.9s$$

$$K=78.5, n=0.18$$

$$5s \geq t > 3s$$

$$V_{ca} = 64V$$

$$t > 5s$$

$$V_{ca} = 50V$$

Teniendo en cuenta que el valor máximo de la tensión de contacto aplicada al cuerpo humano no supere el indicado en la expresión anterior para las tensiones de contacto (entre manos y pies), ni tampoco supere en 10 veces dicho valor para las tensiones de paso (con los pies separados 1 metro), se tiene que la tensión de paso y la de contacto son:

$$V_p = 10K * (1 + 6ps/1000) / t_n$$

$$V_c = K * (1 + 1.5ps/1000) / t_n$$

Siendo:

ps : la resistividad superficial del terreno

V_p : la tensión de paso máxima admisible en la instalación en voltios

V_c : la tensión de contacto máxima admisible en la instalación en voltios

Se trata de comprobar mediante el empleo de un procedimiento de cálculo sancionado por la práctica, que los valores de las tensiones de paso (V_p) y de contacto (V_c) que se calculen en función del tiempo de electrodo, de la corriente de puesta a tierra y de la resistividad del terreno, no superen los valores calculados en las fórmulas anteriores.

En el caso de que la resistividad superficial del terreno donde se apoya cada pie sea distinta (en el acceso de los centros de transformación, los pavimentos, interior y exterior, pueden ser de distinta composición), la tensión de paso máxima admisible que puede aparecer en una instalación y que no debe ser superada es:

$$V_p(\text{acc}) = 10K (1 + (3ps + 3ps') / 1000) / t_n$$



Siendo:

ρ_s, ρ_s' : las resistividades superficiales del terreno en el que se apoya cada pie.

$\rho_s' = 3000\Omega\cdot m$ (resistividad del pavimento de hormigón que puede aparecer en la entrada a los centros de transformación).

Protección de los bienes materiales

El nivel de aislamiento de los elementos de baja tensión del centro de transformación deberá ser mayor o igual a la tensión de defecto:

$$V_d = R_t \times I_d \quad V_{bt} \geq V_d$$

Donde:

V_d : es la tensión de defecto en voltios

V_{bt} : es la tensión soportada a frecuencia industrial por la instalación de baja tensión del centro de transformación, en voltios.

R_t : es la resistencia del electrodo, en ohmios.

I_d : es la intensidad de defecto, en amperios.

Los valores normalmente utilizados para la tensión soportada por la instalación de baja tensión son: 4000, 6000, 8000, y 10000 voltios, siendo la recomendación UNESA de 10000V.

Estos valores se pueden superar siempre que se justifique que los materiales tengan características dieléctricas superiores o se disponga de un transformador de separación de circuitos.

10.12.2.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Según la investigación previa del terreno (Método Wenner) donde se instalará este centro de transformación, se determina una resistividad media de $150\Omega\cdot m$ (suelo de margas y arcillas compactas)

10.12.2.2 DISTANCIAS

Las celdas de media tensión en este proyecto, están constituidas por aparatos de fabricación en serie, y cumplen con lo indicado por el Ministerio de Industria, de acuerdo con la orden 11/1971.

10.12.2.3 APARATOS DE MEDIA TENSIÓN

Todos los aparatos que se proyectan colocar están previstos para una tensión nominal de 20kV, con lo que se cumplen las prescripciones de Reglamento.

10.12.2.4 AISLAMIENTO

Todos los elementos que se utilicen en el montaje de la instalación de alta tensión, estarán diseñados según la técnica de aislamiento pleno. Siendo 20kV, el valor



eficaz de la tensión nominal de servicio y de 24kV, el valor eficaz de la tensión más elevada de la red entre fases, deberán soportar sin fallo alguno los siguientes ensayos:

- 125kV (cresta) tensión de ensayo soportada al choque con onda 1.2/50 μ s
- 50kV (valor eficaz) tensión soportada durante un minuto a 50Hz.

10.12.3 SOLUCIÓN ADOPTADA

Utilizaremos en el centro de transformación dos transformadores, de 800 y 630 KVA, ya que en nuestra instalación eléctrica la potencia sobrepasará los 1500 kW.

Nuestro centro de transformación será:

- De interiores. En edificio independiente. Según la colocación puede ser (como en nuestro caso) de superficie, semienterrados o subterráneos. Actualmente estos edificios son prefabricados.
- Los recintos o celdas en las que se colocan los elementos que forman el C.T. están separados por tabiques y pueden irabiertas o con cierre frontal.
- La energía que se les suministra será de conexión en anillo. En una red de anillo de M.T., en cada C.T. se colocan dos interruptores, uno de entrada y otro de salida de la línea. Este interruptor de salida conecta con la entrada de otro C.T. y así sucesivamente, hasta que volver a la subestación reductora que alimenta la línea de M.T.
- Los transformadores son propiedad nuestra. Dispone de equipo de medida de la energía consumida, será con medida de M.T., que suelen ser de tipo cubierto en el Centro de transformación.

10.12.3.1 REGIMEN DE NEUTRO EN EL C.T.

Régimen TT. el neutro del transformador y las masas de los aparatos de utilización conectados a tierra.

Régimen IT. El neutro del transformador está aislado o conectado a tierra a través de una impedancia elevada (unos 2000 Ω) y las masas de los aparatos se conectan a tierra. Las empresas pueden optar por esta disposición, con un sistema que controle el aislamiento de la instalación respecto a tierra. Con un primer defecto el controlador emite un aviso, y con un segundo desconecta la instalación. Este sistema permite mantener mejor la continuidad del servicio, pero necesita personal de mantenimiento para vigilancia de la instalación, con el fin de eliminar la avería rápidamente con el primer aviso del controlador de aislamiento.

10.12.3.2 COMPONENTES DEL C.T.

Los centros de transformación tienen todos tres componentes básicos:

1. armario de maniobra y protección en M.T
2. transformador
3. cuadro general de B.T. con su armario de maniobra y protección.



10.12.3.3 TRANSFORMADORES

Nuestros transformadores serán trifásicos, de 800 y 630 kVA. Serán de tipo B2 (alimentación de receptores a 400V). La tensión nominal primaria será de 13.2 kV.

Además nos encontraremos con estas otras características:

- La tensión porcentual de cortocircuito en los transformadores está comprendida entre 4 y 6%.
- La frecuencia normalizada es 50Hz
- El grupo de conexión de nuestros transformadores será Dyn11. Conexión triángulo en el primario, estrella en el secundario, neutro accesible e índice de conexión 11.
- El circuito magnético de los transformadores esta formado por chapas magnéticas de grano orientado, laminadas en frío, con un 3% o 5% de silicio, espesor de 0.35mm, sujetadas fuertemente.
- Los devanados serán de cobre o aluminio en forma de hilos o pletinas. El devanado de B.T constituido por bobina de pletinas aisladas, va cerca del núcleo magnético, y sobre este devanado se colocan las bobinas de M.T. mediante un conmutador colocado sobre la tapa puede variarse la tensión $\pm 5\%$.
- Los transformadores serán de baño de aceite, de llenado total de la cuba. Las dilataciones del aceite por defecto de la temperatura son compensadas por la deformación de las aletas de refrigeración que rodean la cuba.

10.12.3.4 PROTECCIONES PROPIAS DEL TRANSFORMADOR

Las causas que durante el funcionamiento del transformador pueden dar lugar a averías, son:

- de origen interno: contactos entre arrolamientos o entre estos y masa, descenso del nivel del aceite en la cuba, etc.
- De origen externo: sobrecargas, cortocircuitos y sobretensiones.

Protección contra defectos internos:

- Relé Buchholz. Las descargas eléctricas en el aceite aislante producen un desprendimiento de gases. El relé reacciona ante acumulaciones de gas o aire en el interior de la cuba o también excesivamente el nivel de aceite, poniendo en marcha una señal de alarma o, si la avería es grave, desconectando el transformador. Se coloca entre la cuba y el depósito de expansión.
- Bloque de protección. En los transformadores con cuba de llenado total (sin depósito de expansión) los defectos internos son detectados por un bloque de protección que permite observar el descenso de nivel con un flotador y que en valores importantes produce una señal eléctrica que avisa o desconecta el transformador, el bloque de protección puede llevar además prestatos y termostatos para detección de exceso de presión y temperatura.



Protección contra sobrecargas y cortocircuitos:

Las sobrecargas o sobreintensidades pueden ser de valor grande o de valor poco elevado; pero sostenido a lo largo de mucho tiempo. El mayor valor de sobrecarga se produce cuando existe un cortocircuito en la salida del secundario del transformador. Para la protección contra sobrecargas se utilizan varios dispositivos:

- a) Termómetros y termostatos. Detección del calentamiento anormal del aparato.
- b) Cartuchos fusibles: protegen al trafo contra las sobrecargas fuertes y los cortocircuitos por la fusión de un elemento, cuando la corriente sobrepasa durante un cierto tiempo un valor determinado.
- c) Interruptores automáticos: aparatos de maniobra y protección contra las sobreintensidades; desconexión automática cuando hay un aumento de intensidad mayor que la prevista en cualquiera de las tres fases.

Protección contra las sobretensiones

Las causas de las sobretensiones pueden ser:

- Sobretensiones a frecuencia industrial. Debidas a variaciones bruscas de carga.
- Sobretensiones de maniobra. Debidas a conexiones o desconexiones bruscas.
- Sobretensiones atmosféricas. Por caída de rayo en un conductor o en sus proximidades.

- Protección interna del transformador contra sobretensiones

- 1) Protección de cuba. Conola las corrientes de fuga a tierra originadas por una sobretensión. Consiste en aislar la cuba del transformador de tierra, conectándola luego a una toma de tierra mediante un conductor que pasa por un anillo de material magnético. Sobre el anillo toroidal está arrollada una bobina que conecta un relé, el cual acciona el interruptor de conexión del transformador.
- 2) Limitador de sobretensión. Es una protección conectada en el lado de B.T. del transformador, conectado obligatoriamente en el régimen de neutro IT. El limitador de sobretensión deriva a tierra las tensiones peligrosas del secundario por fallos de aislamiento entre el devanado primario y secundario. El limitador funciona al perforarse un aislante de grosor determinado según la sobretensión.



- Protección externa del transformador contra sobretensiones.(nuestro caso).

Se realiza con autoválvulas. Conectadas entre los conductores de la línea y tierra, protegen los centros de transformación contra las sobretensiones de origen atmosféricos.



11. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

	Euros
Cuadros de distribución.....	
CAPI	27641.37
CAPII	76377.27
CAPIII	5135.93
CAPIV	7033.51
CAPV	18834.3
CAPVI	4988.59
CAPVII	4450.51
CAPIX	5520.34
CAPX	25247.39
CAPXI	21958.15
CAPXII	3195.94
CAPXIII	7046.42
CAPIV	6747.94
CAPXV	3936.66
CAPVI	3047.57
SUBTOTAL	216711.38
Alumbrado interior.....	
CAPXVII	44938.00
SUBTOTAL	44938.00
Alumbrado emergencia.....	
CAPXVIII	3096.00
SUBTOTAL	3096.00
Pequeño material.....	
CAPXIX	6890.80
SUBTOTAL	6890.80
Compensación factor de potencia.....	
CAPXX	12519.30
SUBTOTAL	12519.30
Instalación de puesta a tierra.....	
CAPXX	3200.00
SUBTOTAL	3200.00
Inalación del CT.....	
CAPXX	49188.56
SUBTOTAL	49188.56
Elementos seguridad AT.....	
CAPXX	333.66
SUBTOTAL	333.66



Equipo de seguridad y salud.....CAPXX 296.00

SUBTOTAL 296.00

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL.....337188.74

El total ejecución material asciende a TRESCIENTOS TREINTA Y SIETE MIL CIENTO OCHENTA Y OCHO con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Gastos generles 5% 16859.437

Beneficios industrial 10% 33708.87

Suma de G.G. y B.I. (P.E. POR CONTRATA) 387757.04

El total ejecución material asciende a TRESCIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL SETECINTOS SETENTA Y CINCO con CUATRO CÉNTIMOS.

3% HONORARIOS PROYECTISTA 11632.71

3% HONORARIOS DIRECCIÓN DE OBRA 11632.71

TOTAL PRESUPUESTO 411022.46

Asciende el preupuesto general, SIN IVA, a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS ONCE MIL VEINTIDÓS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS.



12. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- **Instalaciones eléctricas en media y baja tensión.**
 - (José García Trasancos)
- **Dibujo eléctrico**
 - (Jose Javier Crespo Ganuza)
 - (Iñaki Ustarroz Irizar)
- **Instalaciones eléctricas de enlace y centro de transformación**
 - (Alberto Guerrero Fernández)
- **El factor de potencia**
 - (José Ramirez Vázquez)
- **Luminotécnia**
 - (José Ramirez Vázquez)
- **Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas**
 - (José C. Toledano Gasca)
 - (Juan J. Martínez Requena)

CATÁLOGOS:

- GENERAL CABLE
- PHILIPS
- SCHNEIDER ELECTRIC
- OMARZABAL

PÁGINAS WEB VISITADAS

- www.philips.com
- www.ormazabal.es
- www.schneider.com
- www.terasaki.es
- pdf.directindustry.es

NORMATIVA:

- Normas del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo
- Ordenanzas y normas municipales
- Normas particulares de la compañía suministradora
- Guía práctica para la prevención de riesgos laborales
- Guía técnica de distribución eléctrica en baja tensión
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias (Real Decreto 842/2002 de agosto de 2002)



- Real Decreto 1.215/1997, de 18 de julio, de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y reguacidad en el suministro de energía eléctrica. (Real Decreto 1075/1986, de 2 de mayo de 1986)
- Real Decreto 208/2005 de 25 de febrero sobre aparatos eléctricos o electrónicos y la gestión de sus residuos.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre, Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Reglamento sobre las condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación e instrucciones técnicas complementarias. Ministerio de industria y energía.
- Real Decreto 3275/1982, Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (MIE).
- Normas UNE de obligado cumplimiento que se encuentran incluidas en el reglamento y demás normas de obligado cumplimiento.
- Recomendaciones UNESA.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales.

Pamplona, Abril de 2010

Javier Lisarri Garrues



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 2: CÁLCULOS

Javier Lisarri Garrues

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril de 2010

ÍNDICE

1. CÁLCULO DE ALUMBRADO	2
1.1 Alumbrado interior	14
1.2 Alumbrado de emergencia	22
2. CÁLCULO DE CONDUCTORES Y CANALIZACIONES	23
2.1 Cálculo de las corrientes de línea	31
2.2 Dimensionado de los conductores y canalizaciones	32
2.2.1 Línea a cuadro auxiliar CT	34
2.2.2 Línea general (CT-CGD)	35
2.2.3 Líneas a los cuadros auxiliares (CGD-caux)	40
2.2.4 Líneas a los receptores	53
3 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES DE BAJA TENSIÓN	54
3.1 Cálculo de las impedancias de cortocircuito	99
4. CÁLCULO DE COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	100
4.1 Cálculo de la potencia reactiva a instalar	100
4.1.1 Cálculo de la energía reactiva de la instalación	101
4.2 Solución adoptada	102
4.3 Cálculo del conductor de unión con la batería	103
4.4 Justificación de la mejora del factor de potencia	104
5. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	105
5.1 Resistencia del electrodo	105
5.2 Resistencia total	106
6. CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	107
6.1 Intensidad en el lado de alta tensión	107
6.2 Intensidad en el lado de baja tensión	107
6.3 Corrientes de cortocircuito	108
6.3.1 Cortocircuito en el lado de alta tensión	108
6.3.2 Cortocircuitos en el lado de baja tensión	109
6.4 Impedancias de los transformadores referidas al secundario	109
6.5 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra	109
6.5.1 Investigación de las características del terreno	109
6.5.2 Determinación de la corriente máxima de tiempo máximo de eliminación.	110
6.5.3 Cálculo de la resistencia de puesta a tierra y las tensiones de paso y de contacto	112
6.5.4 Separación entre sistema de puesta a tierra de protección y sistema de puesta a tierra de servicio	113
6.5.5 Separación entre puestas a tierra	113
6.5.6 Corrección y ajuste del diseño inicial	113
6.6 Dimensionado de la ventilación	115



1. CÁLCULO DE ALUMBRADO

1.1) ALUMBRADO INTERIOR

A la hora de calcular los diferentes tipos de luminarias y lámparas a utilizar, estudiaremos de forma independiente cada vestíbulo de la nave. En primer lugar tendremos en cuenta las dimensiones y demás factores de cada uno de los vestíbulos que influyen en dicho cálculo después iremos estudiando cada apartado especificado en la memoria sobre el cálculo de las iluminaciones interiores.

ALMACEN		
datos:	m	
anchura:		27,8
longitud:		54,2
altura total		5
color del techo y paredes	blanco	
factor de reflexión	techo	70%
	paredes	50%
nivel de iluminación		
Em		150 lux
tipo de lampara	Oiva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW	
coeficiente de utilización(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		513668,1818 lumenes
numero minimo de luminarias		98,78234266
		100 LAMPARAS

NAVE 1		
datos	m	
anchura:		34,3
longitud:		56,2
altura total		5
color del techo y paredes	blanco	
factor de reflexión	techo	70%
	paredes	50%
nivel de iluminación		
Em		300 lux
tipo de lampara	Oiva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW	
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		1314313,636
número minimo de luminarias		252,7526224
		253 LAMPARAS

NAVE 2		
datos	m	
anchura:		30,44
longitud:		65,9



altura total		5	
color del techo y paredes	blanco		
factor de reflexión	techo		70%
	paredes		50%
nivel de iluminación			
Em		300	
tipo de lampara	Oiva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW		
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55	
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8	
flujo luminoso		1367724,545	
número minimo de luminarias		263,023951	
		264	LAMPARAS

MANTENIMIENO 1			
datos	m		
anchura:		9	
longitud:		8,4	
altura total		3	
color del techo y paredes	blanco		70%
factor de reflexión	techo		50%
	paredes		
nivel de iluminación			
Em		150	
tipo de lampara	Oiva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW		
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55	
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8	
flujo luminoso		25772,72727	
número minimo de luminarias		4,956293706	
		5	LAMPARAS

MANTENIMIENTO 2			
datos	m		
anchura:		4,9	
longitud:		3	
altura total		3	
color del techo y paredes	blanco		70%
factor de reflexión	techo		50%
	paredes		
nivel de iluminación			
Em		150	
tipo de lampara	Oiva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW		
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55	
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8	
flujo luminoso		5011,363636	
número minimo de luminarias		0,963723776	



	1	LAMPARA
--	----------	----------------

MANTENIMIENTO 3		
datos	m	
anchura:		3,9
longitud:		3
altura total		3
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em		150
tipo de lampara	Oiva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW	
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		3988,636364
número minimo de luminarias		0,767045455
	1	LAMPARA

LABORATORIO		
datos	m	
METROS CUADRADOS		29,37
altura total		3
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em		500
tipo de lampara	Pentura Mini TWG128 1xTL5-28W/840 HF	
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		33375
número minimo de luminarias		12,83653846
	13	LAMPARAS

BAÑOS LABORATORIO		
datos	m	
anchura:		3,6
longitud:		4,6
altura total		3
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em		200



tipo de lampara	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		7527,272727
número minimo de luminarias		6,272727273
		7 LAMPARAS

VESTUARIOS		
datos	m	
anchura:		3,9
longitud:		20
altura total		3
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em		200
tipo de lampara	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		35454,54545
número minimo de luminarias		29,54545455
		30 LAMPARAS

OFICINA 1 A		
datos	m	
anchura:		3,3
longitud:		4,8
altura total		3
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em		300
tipo de lampara	Oiva 460TMS 1xTL-D36W/840 HF MB	
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		10800
número minimo de luminarias		3,223880597
		4 LAMPARAS

OFICINA 1 B		
datos	m	
anchura:		3
longitud:		3,3
altura total		3



color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em	300	
tipo de lampara	Oiva 460TMS 1xTL-D36W/840 HF MB	
coeficiente de iluminación(Cu)	0,55	
coeficiente de depreciación(Cd)	0,8	
flujo luminoso	6750	
número mínimo de luminarias	2,014925373	
	3	LAMPARAS

OFICINA 1 C		
datos	m	
anchura:	3	
longitud:	4,6	
altura total	3	
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em	300	
tipo de lampara	Oiva 460TMS 1xTL-D36W/840 HF MB	
coeficiente de iluminación(Cu)	0,55	
coeficiente de depreciación(Cd)	0,8	
flujo luminoso	9409,090909	
número mínimo de luminarias	2,808683853	
	3	LAMPARAS

OFICINA 1 D		
datos	m	
anchura:	3,6	
longitud:	4,84	
altura total	3	
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em	300	
tipo de lampara	Oiva 460TMS 1xTL-D36W/840 HF MB	
coeficiente de iluminación(Cu)	0,55	
coeficiente de depreciación(Cd)	0,8	
flujo luminoso	11880	
número mínimo de luminarias	3,546268657	
	4	LAMPARAS



OFICINA 1 E		
datos	m	
anchura:		4,8
longitud:		2,7
altura total		3
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em		300
tipo de lampara	Oiva 460TMS 1xTL-D36W/840 HF MB	
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		8836,363636
número mínimo de luminarias		2,637720488
		3 LAMPARAS

DESPACHO 1		
datos	m	
anchura:		11,9
longitud:		6,6
altura total		3
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em		200
tipo de lampara	Latina FBH022 2xPL-C/2P26W/840 CON	
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		35700
número mínimo de luminarias		19,833333333
		20 LAMPARAS

DESPACHO 2		
datos	m	
anchura:		5
longitud:		4,8
altura total		3
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em		200



tipo de lampara	Latina FBH022 2xPL-C/2P26W/840 CON	
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		10909,09091
número minimo de luminarias		6,060606061
		7 LAMPARAS

DESPACHO 3		
datos	m	
anchura:		5,7
longitud:		3,6
altura total		3
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em		200
tipo de lampara	Latina FBH022 2xPL-C/2P26W/840 CON	
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		9327,272727
número minimo de luminarias		5,181818182
		6 LAMPARAS

DESPACHO 4		
datos	m	
anchura:		3,7
longitud:		2,85
altura total		3
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em		200
tipo de lampara	Latina FBH022 2xPL-C/2P26W/840 CON	
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		4793,181818
número minimo de luminarias		2,662878788
		3 LAMPARAS

DESPACHO 5		
datos	m	
anchura:		3,7
longitud:		2,85



altura total		3	
color del techo y paredes	blanco		70%
factor de reflexión	techo		50%
	paredes		
nivel de iluminación			
Em		200	
tipo de lampara	Latina FBH022 2xPL-C/2P26W/840 CON		
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55	
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8	
flujo luminoso		4793,181818	
número mínimo de luminarias		2,662878788	
		3	LAMPARAS

BAÑOS OFICINAS			
datos	m		
anchura:		3,2	
longitud:		2,85	
altura total		3	
color del techo y paredes	blanco		70%
factor de reflexión	techo		50%
	paredes		
nivel de iluminación			
Em		200	
tipo de lampara	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P		
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55	
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8	
flujo luminoso		4145,454545	
número mínimo de luminarias		3,454545455	
		4	LAMPARAS

ENTRADA			
datos	m		
anchura:		3,6	
longitud:		5,7	
altura total		3	
color del techo y paredes	blanco		70%
factor de reflexión	techo		50%
	paredes		
nivel de iluminación			
Em		200	
tipo de lampara	Philips Spot LED 3 BCG481 1x5LEDs/4000K 25D		
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55	
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8	
flujo luminoso		9327,272727	
número mínimo de luminarias		20,72727273	
		21	LAMPARAS



RECEPCIÓN		
datos	m	
anchura:		4,5
longitud:		3,9
altura total		3
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em		200
tipo de lampara	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		7977,272727
número mínimo de luminarias		17,72727273
		18 LAMPARAS

PAS.OFI A		
datos	m	
anchura:		4,84
longitud:		1
altura total		3
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em		50
tipo de lampara	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		550
número mínimo de luminarias		1,222222222
		2 LAMPARAS

PAS.OFI B		
datos	m	
anchura:		8,18
longitud:		2,6
altura total		3
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em		50



tipo de lampara	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		2416,818182
número minimo de luminarias		5,370707071
		6 LAMPARAS

PAS.OFI C		
datos	m	
anchura:		10,4
longitud:		2
altura total		3
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em		50
tipo de lampara	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		2363,636364
número minimo de luminarias		5,252525253
		6 LAMPARAS

PAS.DESPACHO A		
datos	m	
SECCIÓN		23,58
altura total		3
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em		50
tipo de lampara	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	
coeficiente de iluminación(Cu)		0,55
coeficiente de depreciación(Cd)		0,8
flujo luminoso		1179
número minimo de luminarias		2,62
		3 LAMPARAS

PAS.DESPACHO B		
datos	m	
SECCIÓN		13,48
altura total		3
color del techo y paredes	blanco	70%



factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em	50	
tipo de lampara	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	
coeficiente de iluminación(Cu)	0,55	
coeficiente de depreciación(Cd)	0,8	
flujo luminoso	674	
número mínimo de luminarias	1,497777778	
	2	LAMPARAS

PAS.DESPACHO C		
datos	m	
SECCIÓN	4,2	
altura total	3	
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em	50	
tipo de lampara	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	
coeficiente de iluminación(Cu)	0,55	
coeficiente de depreciación(Cd)	0,8	
flujo luminoso	210	
número mínimo de luminarias	0,466666667	
	1	LAMPARAS

CUARTO DE MÁQUINAS		
datos	m	
anchura:	2	
longitud:	3,3	
altura total	3	
color del techo y paredes	blanco	70%
factor de reflexión	techo	50%
	paredes	
nivel de iluminación		
Em	150	
tipo de lampara	Oiva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW	
coeficiente de iluminación(Cu)	0,55	
coeficiente de depreciación(Cd)	0,8	
flujo luminoso	2250	
número mínimo de luminarias	0,432692308	
	1	LAMPARA



A continuación se expone una tabla resumen de las luminarias utilizadas:

VESTÍBULO	TIPO	UNIDADES	POT/UNIDAD	LM/UNIDAD
ALMACEN	Oiva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW	100	110	513668,182
NAVE 1	Oiva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW	253	110	1314313,64
NAVE 2	Oiva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW	264	110	1367724,55
MANTENIMIENTO 1	Oiva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW	5	110	25772,7273
MANTENIMIENTO 2	Oiva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW	1	110	5011,36364
MANTENIMIENTO 3	Oiva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW	1	110	3988,63636
LABORATORIO	Pentura Mini TWG128 1xTL5-28W/840 HF	13	32	33375
BAÑOS LABORATORIO	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	7	37	7527,27273
VESTUARIOS	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	30	37	35454,5455
OFICINA 1A	Oiva 460TMS 1xTL-D36W/840 HF MB	4	36	10800
OFICINA 1B	Oiva 460TMS 1xTL-D36W/840 HF MB	3	36	6750
OFICINA 1C	Oiva 460TMS 1xTL-D36W/840 HF MB	3	36	9409,09091
OFICINA 1D	Oiva 460TMS 1xTL-D36W/840 HF MB	4	36	11880
OFICINA 1E	Oiva 460TMS 1xTL-D36W/840 HF MB	3	36	8836,36364
DESPACHO 1	Latina FBH022 2xPL-C/2P26W/840 CON	20	32,8	35700
DESPACHO 2	Latina FBH022 2xPL-C/2P26W/840 CON	7	32,8	10909,0909
DESPACHO 3	Latina FBH022 2xPL-C/2P26W/840 CON	6	32,8	9327,27273
DESPACHO 4	Latina FBH022 2xPL-C/2P26W/840 CON	3	32,8	4793,18182
DESPACHO 5	Latina FBH022 2xPL-C/2P26W/840 CON	3	32,8	4793,18182
BAÑOS OFICINAS	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	4	37	4145,45455
ENTRADA	Philips Spot LED 3 BCG481 1x5LEDs/4000K 25D	21	10	9327,27273
RECEPCIÓN	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	18	10	7977,27273
PAS.OFI A	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	2	10	550



PAS.OFI B	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	6	10	2416,81818
PAS.OFI C	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	6	10	2363,63636
PAS.DESPACHO A	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	3	10	1179
PAS.DESPACHO B	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	2	10	674
PAS.DESPACHO C	Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P	1	10	210
CUARTO DE MÁQUINAS	Oiva 460TMS 2xTL-D58W/840 HF RW	1	110	2250
POTENCIA TOTAL(W)			73164,2	



1.2) ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El cálculo del alumbrado de emergencia se utiliza para obtener una iluminación media de 5 lux por m² en toda la nave, de manera que en caso de que el alumbrado general falle se mantenga un nivel de iluminación que nos permita evacuar la nave por las rutas marcadas.

Posteriormente se presenta el cálculo:

CALCULO ALUMBRADO DE EMERGENCIA		
ALMACEN	m ²	
superficie	1506,76	
iluminación media	5	
flujo total necesario	7533,8	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	16,0293617	
	17	LAMPARAS

NAVE 1	m ²	
superficie	1927,66	
iluminación media	5	
flujo total necesario	9638,3	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	20,50702128	
	21	LAMPARAS

NAVE 2	m ²	
superficie	2006	
iluminación media	5	
flujo total necesario	10030	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	21,34042553	
	22	LAMPARAS



MANTENIMIENTO 1	m2	
superficie	75,6	
iluminación media	5	
flujo total necesario	378	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,804255319	
	1	LAMPARAS

MANTENIMIENTO 2	m2	
superficie	14,7	
iluminación media	5	
flujo total necesario	73,5	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,156382979	
	1	LAMPARAS

MANTENIMIENTO 3	m2	
superficie	11,7	
iluminación media	5	
flujo total necesario	58,5	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,124468085	
	1	LAMPARAS

LABORATORIO	m2	
superficie	29,37	
iluminación media	5	
flujo total necesario	146,85	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,312446809	
	1	LAMPARAS

BAÑOS LABORATORIO	m2	
superficie	16,56	
iluminación media	5	
flujo total necesario	82,8	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	



flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,176170213	
	1	LAMPARAS
VESTUARIOS	m2	
superficie	78	
iluminación media	5	
flujo total necesario	390	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,829787234	
	1	LAMPARAS

OFICINA 1A	m2	
superficie	15,84	
iluminación media	5	
flujo total necesario	79,2	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,168510638	
	1	LAMPARAS

OFICINA 1B	m2	
superficie	9,9	
iluminación media	5	
flujo total necesario	49,5	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,105319149	
	1	LAMPARAS

OFICINA 1C	m2	
superficie	13,8	
iluminación media	5	
flujo total necesario	69	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,146808511	
	1	LAMPARAS

OFICINA 1D	m2	
superficie	17,42	
iluminación media	5	
flujo total necesario	87,1	

Documento: Cálculos

Instalación eléctrica y centro de transformación de una nave industrial



altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,185319149	
	1	LAMPARAS
OFICINA 1E	m2	
superficie	12,96	
iluminación media	5	
flujo total necesario	64,8	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,13787234	
	1	LAMPARAS
DESPACHO 1	m2	
superficie	78,54	
iluminación media	5	
flujo total necesario	392,7	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,835531915	
	1	LAMPARAS
DESPACHO 2	m2	
superficie	24	
iluminación media	5	
flujo total necesario	120	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,255319149	
	1	LAMPARAS
DESPACHO 3	m2	
superficie	20,52	
iluminación media	5	
flujo total necesario	102,6	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,218297872	
	1	LAMPARAS



DESPACHO 4	m2	
superficie	10,54	
iluminación media	5	
flujo total necesario	52,7	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,11212766	
	1	LAMPARAS
DESPACHO 5	m2	
superficie	10,54	
iluminación media	5	
flujo total necesario	52,7	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,11212766	
	1	LAMPARAS
BAÑOS OFICINAS	m2	
superficie	9,12	
iluminación media	5	
flujo total necesario	45,6	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,097021277	
	1	LAMPARAS
ENTRADA	m2	
superficie	20,52	
iluminación media	5	
flujo total necesario	102,6	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,218297872	
	1	LAMPARAS
RECEPCIÓN	m2	
superficie	17,55	
iluminación media	5	
flujo total necesario	87,75	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	



flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,186702128	
	1	LAMPARAS
PAS.OFI A	m2	
superficie	4,84	
iluminación media	5	
flujo total necesario	24,2	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,051489362	
	1	LAMPARAS
PAS.OFI B	m2	
superficie	21,27	
iluminación media	5	
flujo total necesario	106,35	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,226276596	
	1	LAMPARAS
PAS.OFI C	m2	
superficie	20,8	
iluminación media	5	
flujo total necesario	104	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,221276596	
	1	LAMPARAS
PAS.DESPACHO A	m2	
superficie	23,58	
iluminación media	5	
flujo total necesario	117,9	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,250851064	
	1	LAMPARAS
PAS.DESPACHO B	m2	
superficie	13,48	
iluminación media	5	

Documento: Cálculos

Instalación eléctrica y centro de transformación de una nave industrial



flujo total necesario	67,4	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,143404255	
	1	LAMPARAS
PAS.DESPACHO C	m2	
superficie	4,2	
iluminación media	5	
flujo total necesario	21	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,044680851	
	1	LAMPARAS
CUARTO DE MÁQUINAS	m2	
superficie	6,6	
iluminación media	5	
flujo total necesario	33	
altura aparatos		
tipo de aparato	TCH329 1xTL8W/840 CON P	
flujo de cada aparato	470	
número mínimo de aparatos a instalar	0,070212766	
	1	LAMPARAS

A continuación se expone una tabla resumen de las luminarias utilizadas:



VESTÍBULO	TIPO	UNIDADES	POT/UNIDAD	LM/UNIDAD
ALMACEN	TCH329 1xTL8W/840 CON P	17	12	470
NAVE 1	TCH329 1xTL8W/840 CON P	21	12	470
NAVE 2	TCH329 1xTL8W/840 CON P	22	12	470
MANTENIMIENTO 1	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
MANTENIMIENTO 2	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
MANTENIMIENTO 3	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
LABORATORIO	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
BAÑOS LABORATORIO	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
VESTUARIOS	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
OFICINA 1A	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
OFICINA 1B	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
OFICINA 1C	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
OFICINA 1D	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
OFICINA 1E	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
DESPACHO 1	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
DESPACHO 2	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
DESPACHO 3	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
DESPACHO 4	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
DESPACHO 5	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
BAÑOS OFICINAS	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
ENTRADA	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
RECEPCIÓN	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
PAS.OFI A	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
PAS.OFI B	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
PAS.OFI C	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
PAS.DESPACHO A	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
PAS.DESPACHO B	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
PAS.DESPACHO C	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
CUARTO DE MÁQUINAS	TCH329 1xTL8W/840 CON P	1	12	470
POTENCIA TOTAL(W)		1032		

2.) CÁLCULO DE CONDUCTORES Y CANALIZACIONES:

2.1) CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE LÍNEA

En este apartado se procede a calcular las corrientes de línea que circularán por los diferentes tramos de los conductores de la instalación. Como dato de partida se tiene la potencia de consumo de cada receptor. Sabiendo, además, el factor de potencia y la tensión nominal en condiciones de plena carga de los receptores.

En nuestro caso todos los receptores van a ser de tipo trifásico, incluido tomas de corriente y alumbrado, para que no se pueda producir ningún tipo de descompensación en las líneas.

$$I_l = (P) / (\sqrt{3} \times V_n \times \cos \phi)$$

La corriente obtenida se multiplicará por 1.8 en el caso de los receptores compuestos por lámparas de descarga. En los receptores a motor se multiplicará por 1.3.

Aunque haya receptores monofásicos, como los destinados al alumbrado, la distribución se realizará en corriente alterna trifásica procurando repartir las cargas lo más equitativamente posible entre las fases.

En las tablas siguientes se exponen las corrientes máximas a considerar de cada receptor, agrupados en sus respectivos cuadros auxiliares, agrupados en sus respectivos cuadros auxiliares de distribución para el posterior cálculo de las secciones de los conductores.

La suma total de las corrientes que llegan a cada cuadro será la corriente total máxima de la instalación, y por lo tanto será también la máxima corriente que circulará por la LGA (línea general de alimentación).

La instalación se dimensionará dejando la puerta abierta a futuras ampliaciones, por lo que se aplicará un factor de ampliación del 30%. En este aspecto, que concierne especialmente al centro de transformación, se dimensionará también la LGA con ese factor de ampliación.

POTENCIA TOTAL DE LA NAVE

Hallaremos la potencia total de la nave sumando cada una de las expuestas anteriormente para cada cuadro. A ésta le aplicaremos un 30% más para posibles ampliaciones posteriores de la nave. Todo esto nos servirá para dimensionar el centro de transformación y para la LGA que será la que vaya desde el centro de transformación hasta el cuadro general de distribución de la nave.

La previsión de potencia de la nave, se realizará teniendo en cuenta la posibilidad, como ya he dicho, de aumentar la producción en un futuro. Por las



dimensiones de la nave, y por la utilidad que se le puede dar, en un futuro, puede que en la nave se instale alguna máquina más o aumentar la potencia de las ya instaladas.

En la actualidad, la distribución de la potencia en la nave será la siguiente:

a) POTENCIA DE MAQUINARIA

MÁQUINA	POT (KW)
silos y cintas de negro de Humo	6
silos MP alimentación 5 unidades	2
Basculas dosificación 4 unidades	8
Extrusora doble usillo	41,6
Corte en cabeza y secador	8
Criba de material	2
Transporte material	4
Silos M.P alimentación 5 unidades	3
Basculas dosificación 5 unidades	0
Extrusora doble usillo	83,2
Corte en cabeza y secador	12
Criba material	3
Transporte material	4
Silos M.P alimentación 3 unidades	3
Tolvas mezcladoras aditivos 4 unidades	2
Basculas dosificación 7 unidades	10
Extrusora doble usillo	41,5
Corte en cabeza y secador	8
Crba de material	2
Transporte de material	4
Silos M.P alimentación 3 unidades	2
Mezclador aditivos	35
Basculas dosificación 4 unidades	4
Extrusora doble usillo	166
Corte en cabeza y secador	5
Criba de material	1,12
Transporte material	3
Silos M.P 22 unidades	7
Sistema transporte por vacío 3 unidades	10
Dosificadores gravimétricos 18 unidades	18
A6 MARIS TM30	16,4
A7 MARIS TM58	16,4
A8 MARIS TM40	16,6
Corte en cabeza y secador 3 unidades	6
Criba de material 3 unidades	3,36
Transporte material 2 unidades	3
Silos M.P alimentación 7 unidades	3
Basculas dosificación 5 unidades	4
Extrusora monousillo	65
Corte en cabeza y secador	8
Criba de material	2



Transporte material	3
Basculas dosificación 12 unidades	10
Amasador monousillo k-neader	54
Extrusora salida material	12
Corte en cabeza y secador	8
Criba de material	3
Compresor 1	11
Compresor 2	7,5
Compresor 3	7,5
Bombas impulsión 4 unidades	10
Torre evaporativa 1	3
Torre evaporativa 2	3
Montacargas fábrica	3
Montacargas laboratorio	2
Filtro Nº1 Nave 2(A1,A2,A3)	3
Filtro Nº2 Nave 1(A4, Granceadoras)	2,5
Filtro Nº3 Nave 1(B1, mezclas)	2,5
Filtro Nº4 alto vacio toda la fábrica	2,5
Grupo frío oficinas	6,6
Grupo calor oficinas	6,6
Gupo climatización laboratorio	6,7
Extrusora pruebas	1,81
Extrusora probetas	1,2

La potencia total a instalar en maquinaria es 1056,367 kW. Considerando la potencia total en maqinaria, la suma de las potencias corregidas. De esta manera dimensionaremos los transformadores por encima de las necesidades reales, dotándole así de un amplio margen a la hora de futuras ampliaciones.

b) POTENCIA EN ALUMBRADO

Potencia total alumbrado interior + emergencia = $(73,992 \cdot 1.8) = 133,1856$ kW

c) POTENCIA EN TOMAS DE CORRIENTE

UBICACIÓN	T. MONO	T. TRIFA	W
ALMACEN	2	2	9920
NAVE 1	4	4	19840
NAVE 2	4	4	19840
MANTENIMIENTO 1	2	1	8640
MANTENIMIENTO 2	2	0	7360
MANTENIMIENTO 3	1	0	3680
LABORATORIO	2	1	8640
BEÑOS LABORATOIO	1	0	3680
VESTUARIOS	2	0	7360

Documento: Cálculos

Instalación eléctrica y centro de transformación de una nave industrial



OFICINA 1A	4	0	14720
OFICINA 1B	4	0	14720
OFICINA 1C	5	0	18400
OFICINA 1D	3	0	11040
OFICINA 1E	4	0	14720
DESPACHO 1	2	0	7360
DESPACHO 2	2	0	7360
DESPACHO 3	2	0	7360
DESPACHO 4	2	0	7360
DESPACHO 5	2	0	7360
BAÑOS OFICINAS	2	0	7360
ENTRADA	0	0	0
RECEPCIÓN	0	0	0
PAS.OFI A	0	0	0
PAS.OFI B	1	0	3680
PAS.OFI C	0	0	0
PAS.DESPACHO A	1	0	3680
PAS.DESPACHO B	0	0	0
PAS.DESPACHO C	1	0	3680
CUARTO DE MÁQUINAS	1	0	3680
	206080 W	15360 W	359680 W

Potencia total tomas de corriente = $359680 * 1,3) = 467.58 \text{ kW}$.

d) POTENCIA TOTAL

La potencia total será la suma de las potencias calculadas anteriormente. En nuestro caso nuestra instalación se dividirá en dos. Así pues, tendré dos transformadores, uno para cada línea, dos LGA y sus diferentes cuadros auxiliares.

d.1) POTENCIA TOTAL DISTRIBUCIÓN 1

IDENTIFICACIÓN	MONO	TRIFA	PT(KW)	I(KA)	Cu	Cs	I(KA)total	PT(KW)
MÁQUINAS1	0	TODOS	985,634	1,7783	0,9	0,6	0,9603	532,2424



d.2) POTENCIA TOTAL DISTRIBUCIÓN 2

IDENTIFICACIÓN	MONO	TRIFA	PT(KW)	I(KA)trifa	Cu	Cs	I(KA)total	PT(KW)
ALUMBRADO	0	TODO	133,1856	0,213597	0,6	0,3	0,0384	23,97341
T.CORRIENTE	66	12	335,712	0,538398	0,4	0,3	0,0646	40,28544
MÁQUINAS2	0	TODO	435,071	0,784964	0,9	0,6	0,4239	234,9383

e) CORRIENTE TOTAL

La corriente nominal de la instalación 1 será la suma de la corriente consumida por la maquinaria 1, la corriente 2 será la consumida por el alumbrado, las tomas de corriente, y la maquinaria 2. La maquinaria 2, estará constituida parcialmente por la maquinaria 1, así en caso de fallo del trafo 1, podrá seguir suministrando energía a parte de la instalación 1.

Intensidad nominal 1 = 0,9603 kA.

Intensidad nominal 2 = 0,0384 + 0,0646 + 0,4239 = 0,526936 kA.

La instalación se distribuirá en cuadros secundarios según se indica en las tablas que siguen. En estas se expone por columnas:

RECEPTOR 1	P(KW)	In(A)	Ireal(KA)	Fc	Imax(kA)	Pmax(KW)	FASE
silos y cintas de negro de Humo	6	22	0,010825318	1,25	0,0135316	7,5	TRIFA
silos MP alimentación 5 unidades	2	10	0,003608439	1,25	0,0045105	2,5	TRIFA
Basculas dosificación 4 unidades	8	25	0,014433757	1,25	0,0180422	10	TRIFA
Extrusora doble usillo	41,6	120	0,075055535	1,25	0,0938194	52	TRIFA
Corte en cabeza y secador	8	25	0,014433757	1,25	0,0180422	10	TRIFA
Criba de material	2	10	0,003608439	1,25	0,0045105	2,5	TRIFA
Transporte material	4	20	0,007216878	1,25	0,0090211	5	TRIFA
total						89,5	



RECEPTOR 2	P(KW)	In(A)	Ireal(KA)	Fc	I _{max} (kA)	P _{max} (KW)	FASE
Silos M.P alimentación 5 unidades	3	12	0,005412659	1,25	0,0067658	3,75	TRIFA
Basculas dosificación 5 unidades	0	0	0	1,25	0	0	TRIFA
Extrusora doble usillo	83,2	240	0,15011107	1,25	0,1876388	104	TRIFA
Corte en cabeza y secador	12	36	0,021650635	1,25	0,0270633	15	TRIFA
Criba material	3	12	0,005412659	1,25	0,0067658	3,75	TRIFA
Transporte material	4	20	0,007216878	1,25	0,0090211	5	TRIFA
total						131,5	

RECEPTOR 3	P(KW)	In(A)	Ireal(KA)	Fc	I _{max} (kA)	P _{max} (KW)	FASE
Silos M.P alimentación 3 unidades	3	12	0,005412659	1,25	0,0067658	3,75	TRIFA
Tolvas mezcladoras aditivos 4 unidades	2	10	0,003608439	1,25	0,0045105	2,5	TRIFA
Basculas dosificación 7 unidades	10	30	0,018042196	1,25	0,0225527	12,5	TRIFA
Extrusora doble usillo	41,5	120	0,074875113	1,25	0,0935939	51,875	TRIFA
Corte en cabeza y secador	8	25	0,014433757	1,25	0,0180422	10	TRIFA
Crba de material	2	10	0,003608439	1,25	0,0045105	2,5	TRIFA
Transporte de material	4	20	0,007216878	1,25	0,0090211	5	TRIFA
total						88,125	



RECEPTOR 4	P(KW)	In(A)	Ireal(KA)	Fc	I _{max} (kA)	P _{max} (KW)	FASE
Silos M.P alimentación 3 unidades	2	10	0,003608439	1,25	0,0045105	2,5	TRIFA
Mezclador aditivos	35	100	0,063147686	1,25	0,0789346	43,75	TRIFA
Basculas dosificación 4 unidades	4	20	0,007216878	1,25	0,0090211	5	TRIFA
Extrusora doble usillo	166	450	0,299500452	1,25	0,3743756	207,5	TRIFA
Corte en cabeza y secador	5	25	0,009021098	1,25	0,0112764	6,25	TRIFA
Criba de material	1,12	5	0,002020726	1,25	0,0025259	1,4	TRIFA
Transporte material	3	12	0,005412659	1,25	0,0067658	3,75	TRIFA
total						270,15	

RECEPTOR 5	P(KW)	In(A)	Ireal(KA)	Fc	I _{max} (kA)	P _{max} (KW)	FASE
Silos M.P 22 unidades	7	23	0,012629537	1,25	0,0157869	8,75	TRIFA
Sistema transporte por vacio 3 unidades	10	30	0,018042196	1,25	0,0225527	12,5	TRIFA
Dosificadores gravimétricos 18 unidades	18	50	0,032475953	1,25	0,0405949	22,5	TRIFA
A6 MARIS TM30	16,4	42	0,029589201	1,25	0,0369865	20,5	TRIFA
A7 MARIS TM58	16,4	42	0,029589201	1,25	0,0369865	20,5	TRIFA
A8 MARIS TM40	16,6	42	0,029950045	1,25	0,0374376	20,75	TRIFA
Corte en cabeza y secador 3 unidades	6	22	0,010825318	1,25	0,0135316	7,5	TRIFA
Criba de material 3 unidades	3,36	18	0,006062178	1,25	0,0075777	4,2	TRIFA
Transporte material 2 unidades	3	12	0,005412659	1,25	0,0067658	3,75	TRIFA
total						120,95	

RECEPTOR 6	P(KW)	In(A)	Ireal(KA)	Fc	I _{max} (kA)	P _{max} (KW)	FASE
Silos M.P alimentación 7 unidades	3	12	0,005412659	1,25	0,0067658	3,75	TRIFA
Basculas dosificación 5 unidades	4	20	0,007216878	1,25	0,0090211	5	TRIFA
Extrusora monousillo	65	160	0,117274273	1,25	0,1465928	81,25	TRIFA
Corte en cabeza y secador	8	25	0,014433757	1,25	0,0180422	10	TRIFA
Criba de material	2	10	0,003608439	1,25	0,0045105	2,5	TRIFA
Transporte mateial	3	12	0,005412659	1,25	0,0067658	3,75	TRIFA
total						106,25	



RECEPTOR 7	P(KW)	In(A)	Ireal(KA)	Fc	I _{max} (kA)	P _{max} (KW)	FASE
Basculas dosificación 12 unidades	10	30	0,018042196	1,25	0,0225527	12,5	TRIFA
Amasador monousillo k-neader	54	130	0,097427858	1,25	0,1217848	67,5	TRIFA
Extrusora salida material	12	35	0,021650635	1,25	0,0270633	15	TRIFA
Corte en cabeza y secador	8	25	0,014433757	1,25	0,0180422	10	TRIFA
Criba de material	3	12	0,005412659	1,25	0,0067658	3,75	TRIFA
Compresor 1	11	32	0,019846416	1,25	0,024808	13,75	TRIFA
Compresor 2	7,5	23	0,013531647	1,25	0,0169146	9,375	TRIFA
Compresor 3	7,5	23	0,013531647	1,25	0,0169146	9,375	TRIFA
total						141,25	

RECEPTOR 8	P(KW)	In(A)	Ireal(KA)	Fc	I _{max} (kA)	P _{max} (KW)	FASE
Bombas impulsión 4 unidades	10	30	0,018042196	1,25	0,0225527	12,5	TRIFA
Torre evaporativa 1	3	12	0,005412659	1,25	0,0067658	3,75	TRIFA
Torre evaporativa 2	3	12	0,005412659	1,25	0,0067658	3,75	TRIFA
Montacargas fábrica	3	12	0,005412659	1,25	0,0067658	3,75	TRIFA
Montacargas laboratorio	2	10	0,003608439	1,25	0,0045105	2,5	TRIFA
Filtro N°1 Nave 2(A1,A2,A3)	3	12	0,005412659	1,25	0,0067658	3,75	TRIFA
Filtro N°2 Nave 1(A4, Granceadoras)	2,5	8	0,004510549	1,25	0,0056382	3,125	TRIFA
Filtro N°3 Nave 1(B1, mezclas)	2,5	8	0,004510549	1,25	0,0056382	3,125	TRIFA
Filtro N°4 alto vacio toda la fábrica	2,5	8	0,004510549	1,25	0,0056382	3,125	TRIFA
total						39,375	



RECEPTOR 9	P(KW)	In(A)	Ireal(KA)	Fc	I _{max} (kA)	P _{max} (KW)	FASE
Grupo frío oficinas	6,6	22	0,011907849	1,25	0,0148848	8,25	TRIFA
Grupo calor oficinas	6,6	22	0,011907849	1,25	0,0148848	8,25	TRIFA
Gupo climatización laboratorio	6,7	22	0,012088271	1,25	0,0151103	8,375	TRIFA
Extrusora pruebas	1,81	6	0,003265637	1,25	0,004082	2,2625	TRIFA
Extrusora probetas	1,2	4	0,002165064	1,25	0,0027063	1,5	TRIFA
Tomas de corriente(trifásicas)1	3,072	5	0,004926722	1	0,005	3,072	TRIFA
Tomas de corriente(trifásicas)2	6,144	9	0,011085125	1	0,011	6,144	TRIFA
Tomas de corriente(trifásicas)3	9,216	12	0,014780167	1	0,015	9,216	TRIFA
Tomas de corriente1(monofásicas)	11,4816	400	0,018413625	1	0,0184136	11,482	TRIFA
Tomas de corriente2(monofásicas)	17,2224	720	0,027620437	1	0,0276204	17,222	TRIFA
Tomas de corriente3(monofásicas)	6,88896	220	0,011048175	1	0,0110482	6,889	TRIFA
Tomas de corriente4(monofásicas)	2,29632	110	0,003682725	1	0,0036827	2,2963	TRIFA
Alumbrado 1	10,1932	60	0,016347283	1	0,0163473	10,193	TRIFA
Alumbrado 2	0,86612	16	0,001389035	1	0,001389	0,8661	TRIFA
Alumbrado 3	0,06804	10	0,000109119	1	0,0001091	0,068	TRIFA
total						93,014	

Se ha aplicado un factor corrector de 1.25 en todas las máquinas como previsión por el exceso de consumo de estas en el arranque tal y como se menciona en la memoria. Las lamparas anteriormente se les impusieron un factor de 1.8 de corrección ya que se tratan de lámparas de descarga. Las tomas se les corrigio con un factor de utilización 0.4 y un factor de simultaneidad de 0.3, debido a que se prevé que no todos se usaran plena carga ni mucho menos.

2.2) DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES Y CANALIZACIONES

A continuación se exponen ls pautas a seguir en el dimensionado de los conductores, siguiendo para ello las indicaciones y condiciones dispuestas por el RBT.

1. Identificación de las características de cada línea, como potencia de transporte, tipo de receptores, longitud, alimentación monofásica o trifásica y temperatura ambiente previsible.
2. Cálculo de las intensidades que circulan por cada tramo. Para suministro monofásico se tiene que:

$$I = P / (V_n \times \cos\phi)$$

Mientras que para suministro trifásico:

$$I = P / (\sqrt{3} \times V_n \times \cos\varnothing)$$

Donde:

I: es la intensidad que circula por el conductor o conductores activos.

P: es la potencia a suministrar por la línea.

V: es la tensión de servicio.

$\cos\varnothing$: es el factor de potencia del receptor.

3. Se determina la sección de los conductores por criterio térmico. La elección de los mismos se hará en base a aspectos del material del conductor, el aislamiento o el tipo de instalación, mediante las tablas de RBT.
4. Se calculan las caídas de tensión en los distintos tramos teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables de longitud e intensidad que puedan darse. Para una línea monofásica:

$$\Delta V = (2 \times L \times I \times \cos\varnothing) / c \times S$$

Mientras que para una línea trifásica:

$$\Delta V = (\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\varnothing) / c \times S$$

Donde:

ΔV : es la caída de tensión en la línea en voltios.

L: es la longitud de la línea en metros.

I: es la intensidad eficaz en amperios.

II: es la intensidad de línea en amperios.

$\cos\varnothing$: es el factor de potencia del receptor.

S: es la sección del conductor en milímetros cuadrados.

c: es la conductividad del conductor (para el cobre $c = 56$ metro entre ohmio por milímetro cuadrado y para el aluminio $c = 35$ metro entre ohmio por milímetro cuadrado.)

5. Si la caída de tensión en el tramo es mayor que la máxima establecida, se tomará un conductor de sección superior, y se volverán a repetir los cálculos, hasta que la caída de tensión esté dentro de los márgenes fijados.

La caída de tensión máxima permitida depende de la función a la que ha sido encomendada. Así, el RBT establece una caída de tensión máxima para el alumbrado del 4.5% y un 6.5% para los demás usos.



2.2.1 LÍNEA A CUADRO AUXILIAR CT:

Es la línea que va al cuadro situado en el centro de transformación. Este cuadro alimentará los servicios básicos del centro de transformación como son el alumbrado del mismo así como el de emergencia y consta de dos enchufes, uno monofásico y otro trifásico para posibles tareas de mantenimiento empotrados en el exterior del cuadro. Desde este cuadro también se alimentará el cuadro general de distribución. Esta línea une el transformador con el cuadro auxiliar del centro de transformación.

Cuadro auxiliar CT1 Pmax=8.84kW

A CUADRO CT BT 1

POTENCIA max (KW)	Ireal.max(KA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	nº cables por fase	SECCIÓN(mm2)
8.84	0.044	2	400	1	10

MENOR DEL 1%								
In cable(A)	caída de tensión(V)	caída tensión(%)	Conduc-tividad	tipo linea	fase	protección	tubos	neutro
40	0,24	0,06	56	empotrada	TRIFA	10	90	10

Cuadro auxiliar CT2 Pmax=8.84kW

A CUADRO CT BT 2

POTENCIA max (KW)	Ireal.max(KA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	nº cables por fase	SECCIÓN(mm2)
8.84	0.044	2	400	1	10



			MENOR DEL 1%					
In cable(A)	caída de tensión(V)	caída tensión(%)	Conduc-tividad	tipo línea	fase	protección	tubos	neutro
40	0,24	0,06	56	empotrada	TRIFA	10	90	10

2.2.2 LÍNEA GENERAL (CT-CGD)

Es la línea que une el centro de transformación con el cuadro general. Transporta toda la corriente de la instalación y estará diseñada para ampliar en un 30% como mínimo la carga de la misma, o en su caso poder aprovechar el transformador al 100%.

Esta línea deberá de soportar la suma de todas las corrientes señaladas anteriormente. Se dimensionará para la potencia nominal del transformador, así estara sobredimensionada previniendo posibles futuras ampliaciones. Tenemos en cuenta que este suministro es triásico.

a) LGA1

La línea será subterránea y cumplirá todo lo establecido por la ITC-BT07. Los conductores serán:

- Conductor de aluminio.
- Tensión mínima asignada 0.6/1kV.
- Aislamiento polietileno reticulado (XLPE).
- Cables unipolares.

POT.TRAFO(KVA)	In TRAFO(KA)	Ireal(KA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	n° cables por fase	SECCIÓN(mm2)
800	1,1547	1,102	19	400	2	400

			MENOR DE 0,5%		
In cable(A)	caída de tensión(V)	Caída tensión (%)	conductividad	tipo línea	fase
705	2,09	0,49	35	SUBTERRANA	TRIFA



La sección será de 400 milímetros cuadrados por fase. Es decir 2x (3x400).

b) LGA 2

La línea será subterránea y cumplirá todo lo establecido por la ITC-BT07. Los conductores serán:

- Conductor de aluminio.
- Tensión mínima asignada 0.6/1kV.
- Aislamiento polietileno reticulado (XLPE).
- Cables unipolares.

POT.TRAFO(KVA)	In TRAFO(KA)	Ireal(KA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	n° cables por fase	SECCIÓN(mm2)
630	0,909	0,566	19	400	1	400

MENOR DEL 0.5%						
In cable(A)	caída de tensión(V)	caída tensión(%)	conductividad	tipo línea	fase	neutro
705	0,99	0,24773	35	SUBTERRANA	TRIFA	240

La sección será de 400 milímetros cuadrados por fase , neutro de 200 milímetros cuadrados. Es decir 3x400/200.

2.2.2 LÍNEAS A LOS CUADROS AUXILIARES (CGD-C.AUX)

Es el tramo de línea comprendido entre el cuadro general y cada uno de los cuadros secundarios. El reglamento nos permite una caída de tensión total del 1% máximo para la DI.

Para este cálculo vamos a seguir haciendo uso de la ITC-BT 07 del RBT, aunque nos encontremos ya en una instalación interior la gran potencia de nuestra instalación nos obliga a enterrar esta parte de la instalación.

Las líneas serán subterráneas y cumplirán todo lo establecido por la ITC-BT07. Los conductores serán:

- Conductor de cobre.
- Tensión mínima asignada 0.6/1kV.
- Aislamiento polietileno reticulado (XLPE).
- Cables unipolares.



Líneas pertenecientes al transformador número 1

**A CUADRO
AUXILIAR Nº1**

POTENCIA max (KW)	Ireal.max(KA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	nº cables por fase	SECCIÓN(mm2)
89,5	0,16148	7	400	1	50

MENOR DEL 1%

In cable(A)	caída de tensión(V)	caida tensión(%)	conductividad	tipo linea	fase	protección	tubos
230	0,5594	0,139844	56	SUBTERRANEA	TRIFA	25	110

**A CUADRO
AUXILIAR Nº2**

POTENCIA max (KW)	Ireal.max(KA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	nº cables por fase	SECCIÓN(mm2)
131,5	0,23725	32	400	1	70

MENOR DEL 1%

In cable(A)	caída de tensión(V)	caida tensión(%)	conductividad	tipo linea	fase	protección	tubos
280	2,6837	0,670918	56	SUBTERRANE	TRIFA	35	125



**A CUADRO
AUXILIAR N°3**

POTENCIA max (KW)	Ireal.max(KA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	n° cables por fase	SECCIÓN(mm2)
88,125	0,159	55	400	1	50

MENOR DEL 1%

In cable(A)	caída de tensión(V)	caida tensión(%)	conductividad	tipo linea	fase	protección
230	4,3276	1,081892	56	SUBTERRANE	TRIFA	35

**A CUADRO
AUXILIAR N°4**

POTENCIA max (KW)	Ireal.max(KA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	n° cables por fase	SECCIÓN(mm2)
270,15	0,48741	2	400	1	400

MENOR DEL 1%

In cable(A)	caída de tensión(V)	caida tensión(%)	conductividad	tipo linea	fase	protección
705	0,0603	0,015075	56	SUBTERRANE	TRIFA	200



**A CUADRO
AUXILIAR N°5**

POTENCIA max (KW)	Ireal.max(KA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	n° cables por fase	SECCIÓN(mm2)
120,95	0,21822	41	400	1	70

MENOR DEL 1%

In cable(A)	caída de tensión(V)	caida tensión(%)	conductividad	tipo linea	fase	protección
280	3,1626	0,790649	56	SUBTERRANE	TRIFA	35

**A CUADRO
AUXILIAR
N°6**

POTENCIA max (KW)	Ireal.max(KA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	n° cables por fase	SECCIÓN(mm2)
106,25	0,1917	43	400	1	50

MENOR DEL 1%

In cable(A)	caída de tensión(V)	Caida tensión(%)	conductividad	tipo linea	fase	protección
230	4,0792	1,01981	56	SUBTERRANE	TRIFA	35



**A CUADRO
AUXILIAR N°7**

POTENCIA max (KW)	Ireal.max(KA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	n° cables por fase	SECCIÓN(mm2)
141,25	0,25485	84	400	1	150

MENOR DEL 1%

In cable(A)	caída de tensión(V)	caída tensión(%)	conductividad	tipo linea	fase	protección
425	3,5313	0,882813	56	SUBTERRANE	TRIFA	95

a) Líneas pertenecientes al transformador 2

**A CUADRO
AUXILIAR N°8**

POTENCIA max (KW)	Ireal.max(KA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	n° cables por fase	SECCIÓN(mm2)
39,375	0,07104	51	400	1	25

MENOR DEL 1%

In cable(A)	caída de tensión(V)	caída tensión(%)	conductividad tipo linea	fase	protección
160	3,5859	0,896484	SUBTE-RRANE	TRIFA	16



**CUADRO
AUXILIAR Nº9**

POTENCIA max (KW)	Ireal.max(KA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	nº cables por fase	SECCIÓN(mm2)
93,01409344	0,16782	71	400	1	120

MENOR DEL 1%							
In cable(A)	caída de tensión(V)	caída tensión(%)	conductividad	tipo linea	fase	protección	neutro
380	2,4568	0,614211	56	SUBTERRANE	TRIFA	50	50

Los tubos protectores transportarán la manguera de cables compuesta por los tres conductores de fase, el de protección y el neutro si así se precisa. El diámetro exterior de cada uno de los tubos se expone en la ITC-BT-21.

2.2.3 LÍNEAS A LOS RECEPTORES

Es el tramo de conductores comprendido entre los cuadros auxiliares y el receptor o grupo de receptores final.

Los conductores quedarán dimensionados para la corriente máxima que pueda solicitar el receptor o grupo de receptores. En el caso de las líneas que alimentan directamente a receptores motores, se prevé una corriente máxima igual a la máxima corriente de arranque permitida por el RBT, y en el caso de los receptores de alumbrado la corriente máxima será el producto de la corriente nominal por el factor 1.8.

La caída de tensión se calcula para un régimen de funcionamiento permanente, es decir, no se tiene en cuenta la condición máxima de corriente, como en el arranque de motores. No obstante, se dejará siempre un amplio margen de caída de tensión disponible para posibles soluciones de este tipo.



CUADROS AUXILIARES DEL TRANSFORMADOR 1

CUADRO AUXILIAR 1

RECEPTOR	POTENCIA (KW)	Ireal.max (kA)	LONG (m)	TENSIÓN (V)	n° cables por fase	SECCIÓN (mm2)	In cable(A)
silos y cintas de negro de Humo	7,5	0,013532	3,54	400	1	35	96
silos MP alimentación 5 unidades	2,5	0,004511	3,54	400	1	35	96
Basculas dosificación 4 unidades	10	0,018042	3,54	400	1	35	96
Extrusora doble usillo	52	0,093819	3,54	400	1	50	117
Corte en cabeza y secador	10	0,018042	3,54	400	1	35	96
Criba de material	2,5	0,004511	3,54	400	1	35	96
Transporte material	5	0,009021	3,54	400	1	35	96

RECEPTOR	caída de tensión (V)	caída tensión (%)	Conduc-tividad	Tipo línea	fase	Protec-cion	tubos
silos y cintas de negro de Humo	0,033865	0,00847	56	empotrada	trifásica	25	50
silos MP alimentación 5 unidades	0,011288	0,00282	56	empotrada	trifásica	25	50
Basculas dosificación 4 unidades	0,045153	0,01129	56	empotrada	trifásica	25	50
Extrusora doble usillo	0,164357	0,04109	56	empotrada	trifásica	25	50
Corte en cabeza y secador	0,045153	0,01129	56	empotrada	trifásica	25	50
Criba de material	0,011288	0,00282	56	empotrada	trifásica	25	50
Transporte material	0,022577	0,00564	56	empotrada	trifásica	25	50



CUADRO AUXILIAR 2

RECEPTOR	POTENCIA (KW)	Ireal. max(kA)	LONG. (m)	TENSIÓN (V)	n° cables por fase	SECCIÓN (mm2)	In cable (A)
Silos M.P alimentación 5 unidades	3,75	0,006766	18	400	1	1,5	13,5
Extrusora doble usillo	104	0,187639	18	400	1	120	208
Corte en cabeza y secador	15	0,027063	18	400	1	10	44
Criba material	3,75	0,006766	18	400	1	1,5	13,5
Transporte material	5	0,009021	18	400	1	1,5	13,5

RECEPTOR	caída de tensión (V)	caída tensión (%)	Conduc-tividad	tipo línea	fase	Protec-cion	tubos
Silos M.P alimentación 5 unidades	2,008	0,50223	56	emporada	trifasica	1,5	16
Extrusora doble usillo	0,696	0,17411	56	emporada	trifasica	70	75
Corte en cabeza y secador	1,205	0,30134	56	emporada	trifasica	10	32
Criba material	2,008	0,50223	56	emporada	trifasica	1,5	16
Transporte material	2,678	0,66964	56	emporada	trifasica	1,5	16



CUADRO AUXILIAR 3

RECEPTOR	POTENCIA (KW)	Ireal. max(kA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN (V)	n° cables por fase	SECCIÓN (mm2)	In cable(A)
Silos M.P alimentación 3 unidades	3,75	0,006766	20	400	1	1,5	13,5
Tolvas mezcladoras aditivos 4 unidades	2,5	0,004511	20	400	1	1,5	13,5
Basculas dosificación 7 unidades	12,5	0,022553	20	400	1	4	24
Extrusora doble usillo	51,875	0,093594	20	400	1	50	107
Corte en cabeza y secador	10	0,018042	20	400	1	4	24
Crba de material	2,5	0,004511	20	400	1	1,5	13,5
Transporte de material	5	0,009021	20	400	1	1,5	13,5

RECEPTOR	caída de tensión V)	caida tensión (%)	Conduc-tividad	Tipo linea	fase	Protec-cion	tubos
Silos M.P alimentación 3 unidades	2,232143	0,55804	56	emporada	trifasica	1,5	16
Tolvas mezcladoras aditivos 4 unidades	1,488095	0,37202	56	emporada	trifasica	1,5	16
Basculas dosificación 7 unidades	2,790179	0,69754	56	emporada	trifasica	4	20
Extrusora doble usillo	0,926339	0,23158	56	emporada	trifasica	25	40
Corte en cabeza y secador	2,232143	0,55804	56	emporada	trifasica	4	20
Crba de material	1,488095	0,37202	56	emporada	trifasica	1,5	16
Transporte de material	2,97619	0,74405	56	emporada	trifasica	1,5	16



CUADRO AUXILIAR 4

RECEPTOR	POTENCIA (KW)	Ireal. Max (kA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN (V)	n° cables por fase	SECCIÓN (mm2)	In Cable (A)
Silos M.P alimentación 3 unidades	2,5	0,004511	14	400	1	1,5	13,5
Mezclador aditivos	43,75	0,078935	14	400	1	35	96
Basculas dosificación 4 unidades	5	0,009021	14	400	1	1,5	13,5
Extrusora doble usillo	207,5	0,374376	14	400	1	150	425
Corte en cabeza y secador	6,25	0,011276	14	400	1	2,5	18,5
Criba de material	1,4	0,002526	14	400	1	1,5	13,5
Transporte material	3,75	0,006766	14	400	1	1,5	13,5

RECEPTOR	caída de tensión(V)	caida tensión(%)	Conduc-tividad	tipo linea	fase	Protec-cion	Tubos
Silos M.P alimentación 3 unidades	1,041667	0,26042	56	empotrada	trifasica	1,5	16
Mezclador aditivos	0,78125	0,19531	56	empotrada	trifasica	16	50
Basculas dosificación 4 unidades	2,083333	0,52083	56	empotrada	trifasica	1,5	16
Extrusora doble usillo	0,864583	0,21615	56	subterranea	trifasica	75	75
Corte en cabeza y secador	1,5625	0,39063	56	empotrada	trifasica	2,5	20
Criba de material	0,583333	0,14583	56	empotrada	trifasica	1,5	16
Transporte material	1,5625	0,39063	56	empotrada	trifasica	1,5	16



CUADRO AUXILIAR 5

RECEPTOR	POTENCIA (KW)	Ireal .max (kA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	n° cables por fase	SECCIÓN (mm2)	In cable(A)
Silos M.P 22 unidades	8,75	0,015787	15	400	1	2,5	18,5
Sistema transporte por vacio 3 unidades	12,5	0,022553	15	400	1	6	32
Dosificadores gravimétricos 18 unidades	22,5	0,040595	15	400	1	10	44
A6 MARIS TM30	20,5	0,036987	15	400	1	10	44
A7 MARIS TM58	20,5	0,036987	15	400	1	10	44
A8 MARIS TM40	20,75	0,037438	15	400	1	10	44
Corte en cabeza y secador 3 unidades	7,5	0,013532	15	400	1	2,5	18,5
Criba de material 3 unidades	4,2	0,007578	15	400	1	1,5	13,5
Transporte material 2 unidades	3,75	0,006766	15	400	1	1,5	13,5

RECEPTOR	caída de tensión(V)	caida tensión(%)	Conduc-tividad	Tipo linea	fase	proteccion	tubos
Silos M.P 22 unidades	2,34375	0,58594	56	empotrada	trifasica	2,5	20
Sistema transporte por vacio 3 unidades	1,395089	0,34877	56	empotrada	trifasica	4	25
Dosificadores gravimétricos 18 unidades	1,506696	0,37667	56	empotrada	trifasica	10	32
A6 MARIS TM30	1,372768	0,34319	56	empotrada	trifasica	10	32
A7 MARIS TM58	1,372768	0,34319	56	empotrada	trifasica	10	32
A8 MARIS TM40	1,389509	0,34738	56	empotrada	trifasica	10	32
Corte en cabeza y secador 3 unidades	2,008929	0,50223	56	empotrada	trifasica	2,5	20

Documento: Cálculos

45

Instalación eléctrica y centro de transformación de una nave industrial



Criba de material 3 unidades	1,875	0,46875	56	empotrada	trifasica	1,5	16
Transporte material 2 unidades	1,674107	0,41853	56	empotrada	trifasica	1,5	16

CUADRO AUXILIAR 6

RECEPTOR	POTENCIA (KW)	Ireal .max (kA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN (V)	n° cables por fase	SECCIÓN (mm2)	In cable(A)
Silos M.P alimentación 7 unidades	3,75	0,006766	10	400	1	1,5	13,5
Basculas dosificación 5 unidades	5	0,009021	10	400	1	1,5	13,5
Extrusora monousillo	81,25	0,146593	10	400	1	95	180
Corte en cabeza y secador	10	0,018042	10	400	1	4	24
Criba de material	2,5	0,004511	10	400	1	1,5	13,5
Transporte mateial	3,75	0,006766	10	400	1	1,5	13,5

RECEPTOR	caída de tensión (V)	caida tensión (%)	Conduc-tividad	Tipo linea	fase	Protec-cion	tubos
Silos M.P alimentación 7 unidades	1,116071	0,27902	56	empotrada	trifasica	1,5	16
Basculas dosificación 5 unidades	1,488095	0,37202	56	empotrada	trifasica	1,5	16
Extrusora monousillo	0,381814	0,09545	56	empotrada	trifasica	50	75
Corte en cabeza y secador	1,116071	0,27902	56	empotrada	trifasica	4	20
Criba de material	0,744048	0,18601	56	empotrada	trifasica	1,5	16
Transporte mateial	1,116071	0,27902	56	empotrada	trifasica	1,5	16



CUADRO AUXILIAR 7

RECEPTOR	POTENCIA (KW)	Ireal. Max (kA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	n° cables por fase	SECCIÓN (mm2)	In Cable (A)
Basculas dosificación 12 unidades	12,5	0,022553	15	400	1	6	32
Amasador monousillo k-neader	67,5	0,121785	15	400	1	70	149
Extrusora salida material	15	0,027063	15	400	1	10	44
Corte en cabeza y secador	10	0,018042	15	400	1	4	24
Criba de material	3,75	0,006766	15	400	1	1,5	13,5
Compresor 1	13,75	0,024808	15	400	1	6	32
Compresor 2	9,375	0,016915	15	400	1	4	24
Compresor 3	9,375	0,016915	15	400	1	4	24

RECEPTOR	caída de tensión(V)	Caida Tensión (%)	Conduc-tividad	tipo linea	fase	Protec-cion	tubos
Basculas dosificación 12 unidades	1,395089	0,34877	56	empotrada	trifasica	6	25
Amasador monousillo k-neader	0,645727	0,16143	56	empotrada	trifasica	35	50
Extrusora salida material	1,004464	0,25112	56	empotrada	trifasica	10	32
Corte en cabeza y secador	1,674107	0,41853	56	empotrada	trifasica	4	20
Criba de material	1,674107	0,41853	56	empotrada	trifasica	1,5	16
Compresor 1	1,534598	0,38365	56	empotrada	trifasica	6	25
Compresor 2	1,569475	0,39237	56	empotrada	trifasica	4	20
Compresor 3	1,569475	0,39237	56	empotrada	trifasica	4	20



CUADRO BT 1

RECEPTOR	POTENCIA (KW)	Ireal. Max (A)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	n° cables por fase	SECCIÓN (mm2)	In Cable (A)
Alumbrado Emergencia	0,296	2,60	2,5	400	1	1,5	13,5
TOMA MONO	3,68	8,00	0,5	400	1	2,5	18,5
TOMA TRIFA	12,8	16,00	0,5	400	1	10	44

RECEPTOR	caída de tensión(V)	Caída Tensión (%)	Conduc-tividad	tipo linea	fase	Protec-cion	tubos
Alumbrado Emergencia			56	empotrada	monofásico	1,5	
T. MONO			56	empotrada	monofásico	1,5	
T. TRIFA			56	empotrada	trifasica	6	

CUADROS AUXILIARES DEL TRANSFORMADOR 2

CUADRO AUXILIAR 8							
RECEPTOR	POTENCIA (KW)	Ireal. Max (kA)	LONG. LGA (m)	TENSIÓN (V)	n° cables por fase	SECCIÓN (mm2)	In cable (A)
Bombas impulsión 4 unidades	12,5	0,022553	15	400	1	4	24
Torre evaporativa 1	3,75	0,006766	15	400	1	1,5	13,5
Torre evaporativa 2	3,75	0,006766	15	400	1	1,5	13,5
Montacargas fábrica	3,75	0,006766	15	400	1	1,5	13,5
Montacargas laboratorio	2,5	0,004511	15	400	1	1,5	13,5
Filtro N°1 Nave 2(A1,A2,A3)	3,75	0,006766	15	400	1	1,5	13,5
Filtro N°2 Nave 1(A4, Granceadoras)	3,125	0,005638	15	400	1	1,5	13,5
Filtro N°3 Nave 1(B1, mezclas)	3,125	0,005638	15	400	1	1,5	13,5
Filtro N°4 alto vacio toda la fábrica	3,125	0,005638	15	400	1	1,5	13,5



RECEPTOR	caída de tensión (V)	caída tensión (%)	Conduc-tividad	tipo línea	fase	proteccion	tubos
Bombas impulsión 4 unidades	2,092634	0,52316	56	empotrada	trifasica	4	20
Torre evaporativa 1	1,674107	0,41853	56	empotrada	trifasica	1,5	16
Torre evaporativa 2	1,674107	0,41853	56	empotrada	trifasica	1,5	16
Montacargas fábrica	1,674107	0,41853	56	empotrada	trifasica	1,5	16
Montacargas laboratorio	1,116071	0,27902	56	empotrada	trifasica	1,5	16
Filtro Nº1 Nave 2(A1,A2,A3)	1,674107	0,41853	56	empotrada	trifasica	1,5	16
Filtro Nº2 Nave 1(A4, Granceadoras)	1,395089	0,34877	56	empotrada	trifasica	1,5	16
Filtro Nº3 Nave 1(B1, mezclas)	1,395089	0,34877	56	empotrada	trifasica	1,5	16
Filtro Nº4 alto vacio toda la fábrica	1,395089	0,34877	56	empotrada	trifasica	1,5	16

CUADRO AUXILIAR 9

RECEPTOR	POTENCIA (KW)	Ireal. Max (kA)	LONG. LGA (m)	TENSIÓN (V)	nº cables por fase	SECCIÓN (mm2)	In cable(A)
Grupo frío oficinas	8,25	0,014885	19	400	1	2,5	18,5
Grupo calor oficinas	8,25	0,014885	19	400	1	2,5	18,5
Gupo climatización laboratorio	8,375	0,01511	19	400	1	2,5	18,5
Extrusora pruebas	2,2625	0,004082	19	400	1	1,5	13,5
Extrusora probetas	1,5	0,002706	19	400	1	1,5	13,5
Alumbrado1 TOMAS TRIFA	25,5532	0,040981	19	400	1	25	77
Alumbrado2 TOMAS 1Y3	19,2367	0,030851	19	400	1	10	44
Alumbrado3 TOMAS 2Y4	19,5868	0,031412	19	400	1	10	44



RECEPTOR	caída de tensión (V)	caída tensión (%)	Conduc-tividad	Tipo línea	fase	Protec-cion	neutro	tubos
Grupo frío oficinas	2,799107	0,69978	56	empotrada	trifasica	2,5	*	20
Grupo calor oficinas	2,799107	0,69978	56	empotrada	trifasica	2,5	*	20
Gupo climatización laboratorio	2,841518	0,71038	56	empotrada	trifasica	2,5	*	20
Extrusora pruebas	1,27939	0,31985	56	empotrada	trifasica	1,5	*	16
Extrusora probetas	0,848214	0,21205	56	empotrada	trifasica	1,5	*	16
Alumbrado1 TOMAS TRIFA	1,001105	0,43526	56	empotrada	trifasica	16	16	50
Alumbrado2 TOMAS 1Y3	1,884105	0,81918	56	empotrada	trifasica	10	10	32
Alumbrado3 TOMAS 2Y4	1,918393	0,83408	56	empotrada	trifasica	10	10	32

CUADRO BT 2

RECEPTOR	POTENCIA (KW)	Ireal. Max (kA)	LONG. LGA(m)	TENSIÓN(V)	n° cables por fase	SECCIÓN (mm2)	In Cable (A)
Alumbrado Emergencia	0,296	2,60	2,5	400	1	1,5	13,5
TOMA MONO	3,68	8,00	0,5	400	1	2,5	18,5
TOMA TRIFA	12,8	16,00	0,5	400	1	10	44

RECEPTOR	caída de tensión(V)	Caida Tensión (%)	Conduc-tividad	tipo línea	fase	Protec-cion	tubos
Alumbrado Emergencia			56	empotrada	monofásico	1,5	
T. MONO			56	empotrada	monofásico	1,5	
T. TRIFA			56	empotrada	trifasica	6	



SUBCUADROS AUXILIARES DEL 9

SUBCUADRO 9B

DESIGNACIÓN	POTENCIA (W)	Ireal. max(A)	LONG. LGA (m)	TENSIÓN (V)	n° cables por fase	SECCIÓN (mm2)	In Cable (A)
ALMACEN	11000	17,64126	70,4	400	1	2,5	18,5
NAVE 1 NAVE1, MANTENIMIENTO	18675,4	29,95062	79	400	1	10	44
LABORATORIO, BAÑOS, VESTUARIOS	1785	2,862695	56	400	1	1,5	13,5
Alum.emer 1	720	1,154701	225	400	1	1,5	13,5
tomas trifasicas	1843,2	2,956033	225	400	1	1,5	13,5

DESIGNACIÓN	caída de tensión (V)	Caida Tensión (%)	Conduc-tividad	tipo linea	fase	Protec-cion	neutro	tubos
ALMACEN	13,828	3,45	56	empotrada	trifásica	2,5	2,5	20
NAVE 1 NAVE1, MANTENIMIENTO	6,586	1,64	56	empotrada	trifásica	10	10	32
LABORATORIO, BAÑOS, VESTUARIOS	2,975	0,74	56	empotrada	trifásica	1,5	1,5	20
Alum.emer 1	4,821429	1,20536	56	empotrada	trifásica	1,5	1,5	
tomas trifasicas	12,34	3,08	56	empotrada	trifásica	1,5	*	16



SUBCUADRO 9C

DESIGNACIÓN	POTENCIA (W)	Ireal. max(A)	LONG. LGA (m)	TENSIÓN (V)	n° cables por fase	SECCIÓN (mm2)	In Cable (A)
OFICINAS, C.MAQUINAS, PAS OFIS, RECEPCIÓN	1186	1,902048	26	400	1	1,5	13,5
Alum.emer 2	192	0,30792	115	400	1	1,5	13,5
DESPACHOS,PAS DESP,BAÑOS OFICINAS	1487,2	2,385098	29	400	1	1,5	13,5
T.C almacen, naves, mantenimiento, laboratorio, baños lab, vestuarios	8832	14,16433	213	400	1	4	24
T.C despachos, baños oficinas	5300	8,499879	64	400	1	1,5	13,5

DESIGNACIÓN	caída de tensión(V)	Caída de tensión(%)	Conduc tividad	tipo linea	fase	Protec- cion	neutro	tubos
OFICINAS, C.MAQUINAS, PAS OFIS, RECEPCIÓN	0,917738	0,22943	56	empotrada	trifásica	1,5	1,5	20
DESPACHOS, PAS DESP, BAÑOS OFICINAS	1,283595	0,3209	56	empotrada	trifásica	1,5	1,5	20
Alum. Emer 2	0,657143	0,16429	56	empotrada	trifásica	1,5	1,5	
T.C almacen, naves, mantenimiento, laboratorio, baños lab, vestuarios	20,99571	5,24893	56	empotrada	trifásica	4	4	25
T.C despachos, baños oficinas	10,09524	2,52381	56	empotrada	trifásica	1,5	1,5	20



SUBCUADRO 9D

DESIGNACIÓN	POTENCIA (W)	Ireal. max (A)	LONG. LGA (m)	TENSIÓN (V)	n° cables por fase	SECCIÓN (mm2)	In cable(A)
ENTRADA	210	0,336788	21	400	1	1,5	13,5
T.C oficinas	13248	21,24649	27	400	1	4	24
Alum emer 3	120	0,19245	70	400	1	1,5	13,5
T.C entrada, recepción, pasillos, cuarto de maquinas	1766,4	2,832865	22	400	1	1,5	13,5

DESIGNACIÓN	Caída de tensión- (V)	Caída tensión- (%)	Conduc- tividad	tipo linea	fase	Protec- cion	neutro	tubos
ENTRADA	0,13125	0,03281	56	empotrada	trifásica	1,5	1,5	20
Alum. Ermer 3	0,25	0,0625	56	empotrada	trifásica	1,5	1,5	
T.C oficinas	3,992143	0,99804	56	empotrada	trifásica	4	4	25
T.C entrada, recepción, pasillos, cuarto de maquinas	1,156571	0,28914	56	empotrada	trifásica	1,5	1,5	20

3 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES DE BAJA TENSIÓN

3.1 CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS DE CORTOCIRCUITO

En primer lugar, calcularemos las impedancias de cada uno de los elementos que forman nuestra instalación:

Línea de media tensión:

La potencia de cortocircuito que proporciona la red es de 500MVA. Este es un dato suministrado por la Compañía Suministradora (IBERDROLA S.A.). Supondremos que la impedancia de nuestra línea es toda reactiva.

$$X_a = U^2 / S_{cc}$$

Este valor está referido a MT, para pasarlo a BT, hacemos lo siguiente:

$$X_{a|bt} = X_a \times (400/13200)^2$$

Transformador

Al igual que en el caso anterior supondremos que toda la impedancia es parte reactiva.

$$X_{t1} = U_{cc} * U^2 / S_n$$

Conductores

La impedancia de los conductores la consideramos toda resistiva. Esto lo podemos hacer por estar en baja tensión.

$$R_l = \rho (\Omega * mm^2 / m) * L(m) / S(mm^2)$$

Donde ρ para un conductor de cobre y a 20°C, es 0.017($\Omega * mm^2 / m$).

Aparamenta:

Para cada interruptor automático, consideramos 0.15m Ω reactivos.

$$X_{aut} = 0.15m\Omega_j$$

Una vez calculadas todas las impedancias de los elementos de nuestra instalación, procederemos al cálculo de las protecciones. Para ello calcularemos en primer lugar las corrientes de cortocircuito máxima y mínima de los interruptores automáticos. El cálculo de la corriente de cortocircuito máxima nos sirve para determinar el poder de corte del interruptor. La corriente de cortocircuito mínima nos sirve para determinar la curva del interruptor automático y el tiempo de desconexión. Cuando la corriente del interruptor a



calcular supere los 115 A, sólo efectuaremos el cálculo de la corriente de cortocircuito máxima, ya que este tipo de interruptores consta de un interruptor manual, para ajustar el tiempo de desconexión.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito máxima tendremos en cuenta todo lo que hay aguas arriba del interruptor automático a calcular. Fórmula empleada para el cálculo de la corriente de cortocircuito máxima:

$$I_{ccmax} = c \cdot U_n / \sqrt{3} \cdot |Z_d|$$

Donde $Z_d = |R_l + (X_a + X_t + X_{aut})j|$

Nota: $c=1$, por tratarse de una línea trifásica de 400V en el caso del cálculo de I_{ccmax} .

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito mínima tendremos en cuenta lo que se encuentra aguas abajo del interruptor y las consideraciones explicadas en el proceso de cálculo descrito a continuación. Fórmula empleada para el cálculo de la corriente de cortocircuito mínima:

PROTECCIONES LÍNEAS TRANSFORMADOR 1

Designación	CALCULO I_{ccMAX}						
	$Z_a = U^2 / S_{cc}$	$Z_a' = Z_a \cdot ((V_a)^2 / (V_b)^2)j$	$Z_t = U_{cc} \cdot V_a^2 / S_{nj}$	$Z_{l1} = \zeta \cdot L_1 / S_1$	$Z_{l2} = \zeta \cdot L_2 / S_2$	$Z_{l3} = \zeta \cdot L_3 / S_3$	Z_l
GENERAL	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0	0	0,000043
ALUM	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0	0	0,000043
EMERG	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0	0	0,000043
MONO	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0	0	0,000043
TRIF	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0	0	0,000043
LGA 1	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0	0,00086
CUADRO 1	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0	0,00086
CUADRO 2	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0	0,00086
CUADRO 4	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0	0,00086
CUADRO 6	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0	0,00086
CUADRO 3	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0	0,00086
CUADRO 5	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0	0,00086
CUADRO 7	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0	0,00086



Designación	$Z_{aut} = (0,15j)m\Omega \cdot N^{\circ}$ protec	$Z_d = Z_l + (Z_a' + Z_t + Z_{aut})j$	$I_{ccmax} = (C \cdot U_n) / (\sqrt{3} \cdot Z_d)$	PDC(KA)
GENERAL	0,00015	0,0094	24386,24	36
ALUM	0,0003	0,0096	24006,00	36
EMERG	0,0003	0,0096	24006,00	36
MONO	0,0003	0,0096	24006,00	36
TRIF	0,0003	0,0096	24006,00	36
LGA 1	0,0003	0,0096	23910,45	50
CUADRO 1	0,00045	0,0098	23546,20	36
CUADRO 2	0,00045	0,0098	23546,20	36
CUADRO 4	0,00045	0,0098	23546,20	36
CUADRO 6	0,00045	0,0098	23546,20	36
CUADRO 3	0,00045	0,0098	23546,20	36
CUADRO 5	0,00045	0,0098	23546,20	36
CUADRO 7	0,00045	0,0098	23546,20	36



CÁLCULO DE I _{cc} MIN				
Designación	RI1'= ZI1(1+αAT)	RI2'= ζ*L2/S2*(1+αAT)	RI3'= ζ*L3/S3*(1+αAT)	RIt'= RI1'+RI2'+RI3'=(Ω)
GENERAL	0,000082	0	0,0045	0,0046
ALUM	0,000082	0	0	0,000082
EMERG	0,000082	0	0	0,000082
MONO	0,000082	0	0	0,000082
TRIF	0,000082	0	0	0,000082
LGA 1	0,000082	0,0015	0,0045	0,0062
CUADRO 1	0,000082	0,0015	0,00057	0,0022
CUADRO 2	0,000082	0,0015	0,0033	0,0050
CUADRO 4	0,000082	0,0015	0,00016	0,0018
CUADRO 6	0,000082	0,0015	0,0035	0,0052
CUADRO 3	0,000082	0,0015	0,0045	0,0062
CUADRO 5	0,000082	0,0015	0,0033	0,0050
CUADRO 7	0,000082	0,0015	0,0069	0,0086



Designación	$Za''=Za'=(\Omega)j$	$Zt'=Zt=(\Omega)j$	$Zaut'=(0,15j)m\Omega*N^{\circ}$ protec= $(\Omega)j$	$Zd'=\frac{Zl'+(Za''+Zt'+Zaut')j}{}$
GENERAL	0,00032	0,009	0,00075	0,011
ALUM	0,00032	0,009	0,00075	0,010
EMERG	0,00032	0,009	0,00075	0,010
MONO	0,00032	0,009	0,00075	0,010
TRIF	0,00032	0,009	0,00075	0,010
LGA 1	0,00032	0,009	0,00075	0,011
CUADRO 1	0,00032	0,009	0,00075	0,010
CUADRO 2	0,00032	0,009	0,00075	0,011
CUADRO 4	0,00032	0,009	0,00075	0,010
CUADRO 6	0,00032	0,009	0,00075	0,011
CUADRO 3	0,00032	0,009	0,00075	0,011
CUADRO 5	0,00032	0,009	0,00075	0,011
CUADRO 7	0,00032	0,009	0,00075	0,013
GENERAL	0,00032	0,009	0,00075	0,011



Designación	Zao=	Zto= Zt'=(Ω)j	Zlo= 3*Z'l=(Ω)	Zauto= (3*Zaut')=(Ω)j	Zo= Zto+Zlo+Zauto
GENERAL	0	0,009	0,013	0,0022	0,017
ALUM	0	0,009	0,00024	0,0022	0,011
EMERG	0	0,009	0,00024	0,0022	0,011
MONO	0	0,009	0,00024	0,0022	0,011
TRIF	0	0,009	0,00024	0,0022	0,011
LGA 1	0	0,009	0,018	0,0022	0,021
CUADRO 1	0	0,009	0,0067	0,0022	0,013
CUADRO 2	0	0,009	0,015	0,0022	0,018
CUADRO 4	0	0,009	0,0054	0,0022	0,012
CUADRO 6	0	0,009	0,015	0,0022	0,019
CUADRO 3	0	0,009	0,018	0,0022	0,021
CUADRO 5	0	0,009	0,015	0,0022	0,018
CUADRO 7	0	0,009	0,025	0,0022	0,028



Designación	$I_{ccmin} = \frac{C \cdot U_n \cdot \sqrt{3}}{(2Zd' + Z_o)}$	$t_{mcicc} = \frac{C_c \cdot s^2}{I_{ccmin}}$	In	CURVA
GENERAL	16432,20	5,23	1250	B
ALUM	20965,51	3,21	10	C
EMERG	20965,51	3,21	10	C
MONO	20965,51	3,21	10	C
TRIF	20965,51	3,21	10	C
LGA 1	14493,53	6,73	1250	B
CUADRO 1	19515,91	0,13	200	C
CUADRO 2	15900,42	0,39	250	C
CUADRO 4	19961,66	8,21	630	C
CUADRO 6	15691,51	0,20	200	C
CUADRO 3	14493,53	0,24	200	C
CUADRO 5	15900,42	0,39	250	C
CUADRO 7	12042,14	3,17	400	C



CUADRO AUXILIAR 1

Cálculo Icc Max

Designación	$Z_a = \frac{U^2}{S_{cc}}$	$Z_a' = \frac{Z_a \cdot ((V_a)^2 / (V_b)^2)}$	$Z_t = \frac{U_{cc} \cdot V_a^2}{S_{nj}}$	$Z_{I1} = \frac{\zeta \cdot L_1}{S_1}$	$Z_{I2} = \frac{\zeta \cdot L_2}{S_2}$	$Z_{I3} = \frac{\zeta \cdot L_1}{S_3}$	ZI
silos y cintas de negro de Humo	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0003	0,0011
silos MP alimentación 5 unidades	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0003	0,0011
Basculas dosificación 4 unidades	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0003	0,0011
Extrusora doble usillo	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0003	0,0011
Corte en cabeza y secador	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0003	0,0011
Criba de material	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0003	0,0011
Transporte material	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0003	0,0011

Designación	$Z_{aut} = (0,15j) m\Omega \cdot N^0$ protec	$Z_d = \frac{Z_t + (Z_a' + Z_t + Z_{aut})_j}{}$	$I_{ccmax} = \frac{C \cdot U_n}{(\sqrt{3} \cdot Z_d)}$	PDC= (KA)
silos y cintas de negro de Humo	0,00075	0,010	22781,86	25
silos MP alimentación 5 unidades	0,00075	0,010	22781,86	25
Basculas dosificación 4 unidades	0,00075	0,010	22781,86	25
Extrusora doble usillo	0,00075	0,010	22781,86	25
Corte en cabeza y secador	0,00075	0,010	22781,86	25
Criba de material	0,00075	0,010	22781,86	25
Transporte material	0,00075	0,010	22781,86	25



Cálculo IccMIN

Designación	$RI1' = ZI1(1+\alpha AT)$	$RI2' = \zeta * L2/S2*(1+\alpha AT)$	$RI3' = \zeta * L3/S3*(1+\alpha AT)$	$RIt' = RI1'+RI2'+RI3'=(\Omega)$
silos y cintas de negro de Humo	0,000082	0,0015	0,00057	0,0022
silos MP alimentación 5 unidades	0,000082	0,0015	0,00057	0,0022
Basculas dosificación 4 unidades	0,000082	0,0015	0,00057	0,0022
Extrusora doble usillo	0,000082	0,0015	0,00057	0,0022
Corte en cabeza y secador	0,000082	0,0015	0,00057	0,0022
Criba de material	0,000082	0,0015	0,00057	0,0022
Transporte material	0,000082	0,0015	0,00057	0,0022

Designación	$Za'' = Za'=(\Omega)j$	$Zt' = Zt=(\Omega)j$	$Zaut' = (0,15j)m\Omega * N^{\circ}$ $protec=(\Omega)j$	$Zd' = Zl'+(Za''+Zt'+Zaut')j$
silos y cintas de negro de Humo	0,00032	0,009	0,00075	0,010
silos MP alimentación 5 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,010
Basculas dosificación 4 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,010
Extrusora doble usillo	0,00032	0,009	0,00075	0,010
Corte en cabeza y secador	0,00032	0,009	0,00075	0,010
Criba de material	0,00032	0,009	0,00075	0,010
Transporte material	0,00032	0,009	0,00075	0,010
Silos M.P alimentación 5 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,010



Designación	Zao=	Zto=Zt'=(Ω)j	Zlo=3*Z'l=(Ω)	Zauto= (3*Zaut')=(Ω)j	Zo= Zto+Zlo+Zauto
silos y cintas de negro de Humo	0	0,009	0,0067	0,0022	0,013
silos MP alimentación 5 unidades	0	0,009	0,0067	0,0022	0,013
Basculas dosificación 4 unidades	0	0,009	0,0067	0,0022	0,013
Extrusora doble usillo	0	0,009	0,0067	0,0022	0,013
Corte en cabeza y secador	0	0,009	0,0067	0,0022	0,013
Criba de material	0	0,009	0,0067	0,0022	0,013
Transporte material	0	0,009	0,0067	0,0022	0,013

Designación	lccmin= (C*Un*√3)/(2Zd'+Zo)	tmcicc= (Cc*s^2)/lccmin	In	CURVA
silos y cintas de negro de Humo	19515,91	0,12	20	C
silos MP alimentación 5 unidades	19515,91	0,12	20	C
Basculas dosificación 4 unidades	19515,91	0,12	20	C
Extrusora doble usillo	19515,91	0,22	100	C
Corte en cabeza y secador	19515,91	0,12	20	C
Criba de material	19515,91	0,12	20	C
Transporte material	19515,91	0,12	20	C



CUADRO AUXILIAR 2

Cálculo de IccMAX

Designación	$Z_a = \frac{U^2}{S_{cc}}$	$Z_a' = \frac{Z_a \cdot ((V_a)^2 / (V_b)^2)_j}{j}$	$Z_t = \frac{U_{cc} \cdot V_a^2}{S_{nj}}$	$Z_{I1} = \frac{\zeta \cdot L_1}{S_1}$	$Z_{I2} = \frac{\zeta \cdot L_2}{S_2}$	$Z_{I3} = \frac{\zeta \cdot L_1}{S_3}$	ZI
Silos M.P alimentación 5 unidades	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0017	0,0026
Extrusora doble usillo	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0017	0,0026
Corte en cabeza y secador	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0017	0,0026
Criba material	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0017	0,0026
Transporte material	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0017	0,0026

Designación	$Z_{aut} = \frac{(0,15j)m\Omega \cdot N^0}{protec}$	$Z_d = \frac{Z_I + (Z_a' + Z_t + Z_{aut})_j}{j}$	$I_{ccmax} = \frac{C \cdot U_n}{(\sqrt{3} \cdot Z_d)}$	PDC = (KA)
Silos M.P alimentación 5 unidades	0,00075	0,010	22189,67	25
Extrusora doble usillo	0,00075	0,010	22189,67	25
Corte en cabeza y secador	0,00075	0,010	22189,67	25
Criba material	0,00075	0,010	22189,67	25
Transporte material	0,00075	0,010	22189,67	25



Cálculo IccMIN

Designación	$R_{I1}' = Z_{I1}(1+\alpha AT)$	$R_{I2}' = \zeta \cdot L_2/S_2^*(1+\alpha AT)$	$R_{I3}' = \zeta \cdot L_3/S_3^*(1+\alpha AT)$	$R_{It}' = R_{I1}' + R_{I2}' + R_{I3}' = (\Omega)$
Silos M.P alimentación 5 unidades	0,000082	0,0015	0,0033	0,0050
Extrusora doble usillo	0,000082	0,0015	0,0033	0,0050
Corte en cabeza y secador	0,000082	0,0015	0,0033	0,0050
Criba material	0,000082	0,0015	0,0033	0,0050
Transporte material	0,000082	0,0015	0,0033	0,0050

Designación	$Z_{a}'' = Z_{a}' = (\Omega)_j$	$Z_{t}' = Z_{t} = (\Omega)_j$	$Z_{aut}' = (0,15j)m\Omega \cdot N^0$ protec = $(\Omega)_j$	$Z_{d}' = Z_{l}' + (Z_{a}'' + Z_{t}' + Z_{aut}')_j$
Silos M.P alimentación 5 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Extrusora doble usillo	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Corte en cabeza y secador	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Criba material	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Transporte material	0,00032	0,009	0,00075	0,011



Designación	$Z_{ao} =$	$Z_{to} = Z_{t'} = (\Omega)j$	$Z_{lo} = 3 * Z_{l'} = (\Omega)$	$Z_{auto} = (3 * Z_{aut'}) = (\Omega)j$	$Z_o = Z_{to} + Z_{lo} + Z_{auto}$
Silos M.P alimentación 5 unidades	0	0,009	0,015	0,0022	0,018
Extrusora doble usillo	0	0,009	0,015	0,0022	0,018
Corte en cabeza y secador	0	0,009	0,015	0,0022	0,018
Criba material	0	0,009	0,015	0,0022	0,018
Transporte material	0	0,009	0,015	0,0022	0,018

Designación	$l_{ccmin} = (C * U_n * \sqrt{3}) / (2Zd' + Z_o)$	$t_{mcicc} = (C_c * s^2) / l_{ccmin}$	l_n	CURVA
Silos M.P alimentación 5 unidades	15900,42	0,29	10	C
Extrusora doble usillo	15900,42	5,68	200	C
Corte en cabeza y secador	15900,42	0,44	32	C
Criba material	15900,42	0,29	10	C
Transporte material	15900,42	0,29	10	C



CUADRO AUXILIAR 3

Cálculo de IccMAX

Designación	$Z_a = U^2/S_{cc}$	$Z_a' = Z_a * ((V_a)^2 / (V_b)^2)_j$	$Z_t = U_{cc} * V_a^2 / S_{nj}$	$Z_{I1} = \zeta * L1 / S1$	$Z_{I2} = \zeta * L2 / S2$	$Z_{I3} = \zeta * L1 / S3$	ZI
Silos M.P alimentación 3 unidades	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0023	0,0032
Tolvas mezcladoras aditivos 4 unidades	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0023	0,0032
Basculas dosificación 7 unidades	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0023	0,0032
Extrusora doble usillo	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0023	0,0032
Corte en cabeza y secador	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0023	0,0032
Crba de material	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0023	0,0032
Silos M.P alimentación 3 unidades	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,0023	0,0032

Designación	$Z_{aut} = (0,15j)m\Omega * N^{\circ}$ protec	$Z_d = Z_I + (Z_a' + Z_t + Z_{aut})_j$	$I_{ccmax} = (C * U_n) / (\sqrt{3} * Z_d)$	PDC=(KA)
Silos M.P alimentación 3 unidades	0,00075	0,010	21836,03	25
Tolvas mezcladoras aditivos 4 unidades	0,00075	0,010	21836,03	25
Basculas dosificación 7 unidades	0,00075	0,010	21836,03	25
Extrusora doble usillo	0,00075	0,010	21836,03	25
Corte en cabeza y secador	0,00075	0,010	21836,03	25
Crba de material	0,00075	0,010	21836,03	25
Transporte de material	0,00075	0,010	21836,03	25



Cálculo de IccMIN

Designación	$RI1' = ZI1(1+\alpha AT)$	$RI2' = \zeta * L2/S2 * (1+\alpha AT)$	$RI3' = \zeta * L3/S3 * (1+\alpha AT)$	$RI1' + RI2' + RI3' = (\Omega)$
Silos M.P alimentación 3 unidades	0,000082	0,0015	0,0045	0,0062
Tolvas mezcladoras aditivos 4 unidades	0,000082	0,0015	0,0045	0,0062
Basculas dosificación 7 unidades	0,000082	0,0015	0,0045	0,0062
Extrusora doble usillo	0,000082	0,0015	0,0045	0,0062
Corte en cabeza y secador	0,000082	0,0015	0,0045	0,0062
Crba de material	0,000082	0,0015	0,0045	0,0062
Transporte de material	0,000082	0,0015	0,0045	0,0062

Designación	$Za'' = Za' = (\Omega)j$	$Zt' = Zt = (\Omega)j$	$Zaut' = (0,15j)m\Omega * N^0$ protec = $(\Omega)j$	$Zd' = Zl' + (Za'' + Zt' + Zaut')j$
Silos M.P alimentación 3 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Tolvas mezcladoras aditivos 4 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Basculas dosificación 7 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Extrusora doble usillo	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Corte en cabeza y secador	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Crba de material	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Transporte de material	0,00032	0,009	0,00075	0,011



Designación	Zao=	Zto= Zt'=(Ω)j	Zlo=3*Z'l=(Ω)	Zauto= (3*Zaut')=(Ω)j	Zo= Zto+Zlo+Zauto
Silos M.P alimentación 3 unidades	0	0,009	0,018	0,0022	0,021
Tolvas mezcladoras aditivos 4 unidades	0	0,009	0,018	0,0022	0,021
Basculas dosificación 7 unidades	0	0,009	0,018	0,0022	0,021
Extrusora doble usillo	0	0,009	0,018	0,0022	0,021
Corte en cabeza y secador	0	0,009	0,018	0,0022	0,021
Crba de material	0	0,009	0,018	0,0022	0,021
Transporte de material	0	0,009	0,018	0,0022	0,021

Designación	lccmin= (C*Un*√3)/(2Zd'+Zo)	tmcicc= (Cc*s^2)/lccmin	In	CURVA
Silos M.P alimentación 3 unidades	14493,53	0,39	10	C
Tolvas mezcladoras aditivos 4 unidades	14493,53	0,39	6	C
Basculas dosificación 7 unidades	14493,53	0,60	25	C
Extrusora doble usillo	14493,53	5,09	100	C
Corte en cabeza y secador	14493,53	0,50	20	C
Crba de material	14493,53	0,39	6	C
Transporte de material	14493,53	0,39	10	C



CUADRO AUXILIAR 4

Cálculo de IccMAX

Designación	$Z_a = \frac{U^2}{S_{cc}}$	$Z_a' = \frac{Z_a \cdot ((V_a)^2 / (V_b)^2)}$	$Z_t = \frac{U_{cc} \cdot V_a^2}{S_{nj}}$	$Z_{I1} = \frac{\zeta \cdot L_1}{S_1}$	$Z_{I2} = \frac{\zeta \cdot L_2}{S_2}$	$Z_{I3} = \frac{\zeta \cdot L_1}{S_3}$	ZI
Silos M.P alimentación 3 unidades	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,000086	0,00094
Mezclador aditivos	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,000086	0,00094
Basculas dosificación 4 unidades	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,000086	0,00094
Extrusora doble usillo	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,000086	0,00094
Corte en cabeza y secador	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,000086	0,00094
Criba de material	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,000086	0,00094
Transporte material	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,00081	0,000086	0,00094

Designación	$Z_{aut} = (0,15j)m\Omega \cdot N^0$ protec	$Z_d = \frac{Z_t}{Z_I + (Z_a' + Z_t + Z_{aut})_j}$	$I_{ccmax} = \frac{C \cdot U_n}{(\sqrt{3} \cdot Z_d)}$	PDC = (KA)
Silos M.P alimentación 3 unidades	0,00075	0,010	22832,48	25
Mezclador aditivos	0,00075	0,010	22832,48	25
Basculas dosificación 4 unidades	0,00075	0,010	22832,48	25
Extrusora doble usillo	0,00075	0,010	22832,48	25
Corte en cabeza y secador	0,00075	0,010	22832,48	25
Criba de material	0,00075	0,010	22832,48	25
Transporte material	0,00075	0,010	22832,48	25



Cálculo de IccMIN

Designación	$R1' = \frac{Z1}{1+\alpha AT}$	$R2' = \frac{\zeta * L2}{S2 * (1+\alpha AT)}$	$R3' = \frac{\zeta * L3}{S3 * (1+\alpha AT)}$	$Rt' = R1' + R2' + R3' = (\Omega)$
Silos M.P alimentación 3 unidades	0,000082	0,0015	0,00016	0,0018
Mezclador aditivos	0,000082	0,0015	0,00016	0,0018
Basculas dosificación 4 unidades	0,000082	0,0015	0,00016	0,0018
Extrusora doble usillo	0,000082	0,0015	0,00016	0,0018
Corte en cabeza y secador	0,000082	0,0015	0,00016	0,0018
Criba de material	0,000082	0,0015	0,00016	0,0018
Transporte material	0,000082	0,0015	0,00016	0,0018

Designación	$Za'' = Za' = (\Omega)j$	$Zt' = Zt = (\Omega)j$	$Zaut' = (0,15j)m\Omega * N^{\circ} \text{ protec} = (\Omega)j$	$Zd' = Zl' + (Za'' + Zt' + Zaut')j$
Silos M.P alimentación 3 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,010
Mezclador aditivos	0,00032	0,009	0,00075	0,010
Basculas dosificación 4 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,010
Extrusora doble usillo	0,00032	0,009	0,00075	0,010
Corte en cabeza y secador	0,00032	0,009	0,00075	0,010
Criba de material	0,00032	0,009	0,00075	0,010
Transporte material	0,00032	0,009	0,00075	0,010



Designación	$Z_{ao} =$	$Z_{to} = Z_{t'} = (\Omega)j$	$Z_{lo} = 3 \cdot Z_{l'} = (\Omega)$	$Z_{auto} = (3 \cdot Z_{aut'}) = (\Omega)j$	$Z_o = Z_{to} + Z_{lo} + Z_{auto}$
Silos M.P alimentación 3 unidades	0	0,009	0,0054	0,0022	0,012
Mezclador aditivos	0	0,009	0,0054	0,0022	0,012
Basculas dosificación 4 unidades	0	0,009	0,0054	0,0022	0,012
Extrusora doble usillo	0	0,009	0,0054	0,0022	0,012
Corte en cabeza y secador	0	0,009	0,0054	0,0022	0,012
Criba de material	0	0,009	0,0054	0,0022	0,012
Transporte material	0	0,009	0,0054	0,0022	0,012

Designación	$l_{ccmin} = (C \cdot U_n \cdot \sqrt{3}) / (2Z_d' + Z_o)$	$t_{mcicc} = (C_c \cdot s^2) / l_{ccmin}$	ln	CURVA
Silos M.P alimentación 3 unidades	19961,66	0,16	6	C
Mezclador aditivos	19961,66	0,25	80	C
Basculas dosificación 4 unidades	19961,66	0,16	10	C
Extrusora doble usillo	19961,66	0,77	400	C
Corte en cabeza y secador	19961,66	0,16	16	C
Criba de material	19961,66	0,16	4	C
Transporte material	19961,66	0,16	10	C



CUADRO AUXILIAR 5

Designación	$Z_a = \frac{U^2}{S_{cc}}$	$Z_{a'} = \frac{Z_a \cdot ((V_a)^2 / (V_b)^2)_j}{}$	$Z_t = \frac{U_{cc} \cdot V_a^2}{S_{nj}}$	$Z_{I1} = \frac{\zeta \cdot L_1}{S_1}$	$Z_{I2} = \frac{\zeta \cdot L_2}{S_2}$	$Z_{I3} = \frac{\zeta \cdot L_1}{S_3}$	ZI
Silos M.P 22 unidades	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0017	0,0026
Sistema transporte por vacío 3 unidades	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0017	0,0026
Dosificadores gravimétricos 18 unidades	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0017	0,0026
A6 MARIS TM30	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0017	0,0026
A7 MARIS TM58	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0017	0,0026
A8 MARIS TM40	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0017	0,0026
Corte en cabeza y secador 3 unidades	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0017	0,0026
Criba de material 3 unidades	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0017	0,0026
Transporte material 2 unidades	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0017	0,0026

Designación	$Z_{aut} = (0,15j) m \Omega \cdot N^{\circ} \text{protec}$	$Z_d = Z_l + (Z_{a'} + Z_t + Z_{aut})_j$	$I_{ccmax} = \frac{C \cdot U_n}{(\sqrt{3} \cdot Z_d)}$	PDC = (KA)
Silos M.P 22 unidades	0,00075	0,010	22189,67	25
Sistema transporte por vacío 3 unidades	0,00075	0,010	22189,67	25
Dosificadores gravimétricos 18 unidades	0,00075	0,010	22189,67	25
A6 MARIS TM30	0,00075	0,010	22189,67	25
A7 MARIS TM58	0,00075	0,010	22189,67	25
A8 MARIS TM40	0,00075	0,010	22189,67	25
Corte en cabeza y secador 3 unidades	0,00075	0,010	22189,67	25
Criba de material 3 unidades	0,00075	0,010	22189,67	25
Transporte material 2 unidades	0,00075	0,010	22189,67	25



Cálculo de IccMIN

Designación	$R1' = Z1(1+\alpha AT)$	$R2' = \zeta * L2/S2 * (1+\alpha AT)$	$R3' = \zeta * L3/S3 * (1+\alpha AT)$	$Rt' = R1' + R2' + R3' = (\Omega)$
Silos M.P 22 unidades	0,000082	0,0015	0,0033	0,0050
Sistema transporte por vacío 3 unidades	0,000082	0,0015	0,0033	0,0050
Dosificadores gravimétricos 18 unidades	0,000082	0,0015	0,0033	0,0050
A6 MARIS TM30	0,000082	0,0015	0,0033	0,0050
A7 MARIS TM58	0,000082	0,0015	0,0033	0,0050
A8 MARIS TM40	0,000082	0,0015	0,0033	0,0050
Corte en cabeza y secador 3 unidades	0,000082	0,0015	0,0033	0,0050
Criba de material 3 unidades	0,000082	0,0015	0,0033	0,0050
Transporte material 2 unidades	0,000082	0,0015	0,0033	0,0050

Designación	$Za'' = Za' = (\Omega)j$	$Zt' = Zt = (\Omega)j$	$Zaut' (0,15j)m\Omega * N^{\circ} protec = (\Omega)j$	$Zd' = Zl' + (Za'' + Zt' + Zaut')j$
Silos M.P 22 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Sistema transporte por vacío 3 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Dosificadores gravimétricos 18 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,011
A6 MARIS TM30	0,00032	0,009	0,00075	0,011
A7 MARIS TM58	0,00032	0,009	0,00075	0,011
A8 MARIS TM40	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Corte en cabeza y secador 3 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Criba de material 3 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Transporte material 2 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,011

Documento: Cálculos

Instalación eléctrica y centro de transformación de una nave industrial



Designación	Zao=	Zto= Zt'=(Ω)j	Zlo= 3*Z'l=(Ω)	Zauto= (3*Zaut')=(Ω)j	Zo= Zto+Zlo+Zauto
Silos M.P 22 unidades	0	0,009	0,015	0,0022	0,018
Sistema transporte por vacío 3 unidades	0	0,009	0,015	0,0022	0,018
Dosificadores gravimétricos 18 unidades	0	0,009	0,015	0,0022	0,018
A6 MARIS TM30	0	0,009	0,015	0,0022	0,018
A7 MARIS TM58	0	0,009	0,015	0,0022	0,018
A8 MARIS TM40	0	0,009	0,015	0,0022	0,018
Corte en cabeza y secador 3 unidades	0	0,009	0,015	0,0022	0,018
Criba de material 3 unidades	0	0,009	0,015	0,0022	0,018
Transporte material 2 unidades	0	0,009	0,015	0,0022	0,018

Designación	lccmin= (C*Un*√3)/(2Zd'+Zo)	tmcicc= (Cc*s^2)/lccmin	ln	CURVA
Silos M.P 22 unidades	15900,42	0,23	16	C
Sistema transporte por vacío 3 unidades	15900,42	0,29	25	C
Dosificadores gravimétricos 18 unidades	15900,42	0,53	50	C
A6 MARIS TM30	15900,42	0,38	40	C
A7 MARIS TM58	15900,42	0,38	40	C
A8 MARIS TM40	15900,42	0,38	40	C
Corte en cabeza y secador 3 unidades	15900,42	0,23	16	C
Criba de material 3 unidades	15900,42	0,21	10	C
Transporte material 2 unidades	15900,42	0,21	10	C

Documento: Cálculos

Instalación eléctrica y centro de transformación de una nave industrial



CUADRO AUXILIAR 6

Cálculo de IccMAX

Designación	$Z_a = U^2/S_{cc}$	$Z_{a'} = Z_a * ((V_a)^2 / (V_b)^2)_j$	$Z_t = U_{cc} * V_a^2 / S_{nj}$	$Z_{I1} = \zeta * L1 / S1$	$Z_{I2} = \zeta * L2 / S2$	$Z_{I3} = \zeta * L1 / S3$	ZI
Silos M.P alimentación 7 unidades	0,34848	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0018	0,0027
Basculas dosificación 5 unidades	0,34848	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0018	0,0027
Extrusora monousillo	0,34848	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0018	0,0027
Corte en cabeza y secador	0,34848	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0018	0,0027
Criba de material	0,34848	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0018	0,0027
Transporte mateial	0,34848	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0018	0,0027

Designación	$Z_{aut} = (0,15j) m\Omega * N^{\circ} \text{protec}$	$Z_d = Z_I + (Z_{a'} + Z_t + Z_{aut})_j$	$I_{ccmax} = (C * U_n) / (\sqrt{3} * Z_d)$	PDC= (KA)
Silos M.P alimentación 7 unidades	0,00075	0,010	22142,63	25
Basculas dosificación 5 unidades	0,00075	0,010	22142,63	25
Extrusora monousillo	0,00075	0,010	22142,63	25
Corte en cabeza y secador	0,00075	0,010	22142,63	25
Criba de material	0,00075	0,010	22142,63	25
Transporte mateial	0,00075	0,010	22142,63	25



Cálculo de IccMIN

Designación	$R1' = \frac{Z1}{1+\alpha AT}$	$R2' = \frac{\zeta * L2}{S2 * (1+\alpha AT)}$	$R3' = \frac{\zeta * L3}{S3 * (1+\alpha AT)}$	$RIt' = R1' + R2' + R3' = (\Omega)$
Silos M.P alimentación 7 unidades	0,000082	0,0015	0,0035	0,0052
Basculas dosificación 5 unidades	0,000082	0,0015	0,0035	0,0052
Extrusora monousillo	0,000082	0,0015	0,0035	0,0052
Corte en cabeza y secador	0,000082	0,0015	0,0035	0,0052
Criba de material	0,000082	0,0015	0,0035	0,0052
Transporte mateial	0,000082	0,0015	0,0035	0,0052

Designación	$Za'' = Za' = (\Omega)j$	$Zt' = Zt = (\Omega)j$	$Zaut' = (0,15j)m\Omega * N^0$ protec = $(\Omega)j$	$Zd' = Zl' + (Za'' + Zt' + Zaut')j$
Silos M.P alimentación 7 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Basculas dosificación 5 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Extrusora monousillo	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Corte en cabeza y secador	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Criba de material	0,00032	0,009	0,00075	0,011
Transporte mateial	0,00032	0,009	0,00075	0,011



Designación	$Z_{ao} =$	$Z_{to} = Z_{t'} = (\Omega)j$	$Z_{lo} = 3 * Z'_{l} = (\Omega)$	$Z_{auto} = (3 * Z_{aut}') = (\Omega)j$	$Z_o = Z_{to} + Z_{lo} + Z_{aut}$
Silos M.P alimentación 7 unidades	0	0,009	0,015	0,0022	0,019
Basculas dosificación 5 unidades	0	0,009	0,015	0,0022	0,019
Extrusora monousillo	0	0,009	0,015	0,0022	0,019
Corte en cabeza y secador	0	0,009	0,015	0,0022	0,019
Criba de material	0	0,009	0,015	0,0022	0,019
Transporte mateial	0	0,009	0,015	0,0022	0,019

Designación	$l_{ccmin} = (C * U_n * \sqrt{3}) / (2Z_d' + Z_o)$	$t_{mcicc} = (C_c * s^2) / l_{ccmin}$	ln	CURVA
Silos M.P alimentación 7 unidades	15691,51	0,10	10	C
Basculas dosificación 5 unidades	15691,51	0,10	10	C
Extrusora monousillo	15691,51	8,075	160	C
Corte en cabeza y secador	15691,51	0,15	20	C
Criba de material	15691,51	0,10	6	C
Transporte mateial	15691,51	0,10	10	C



CUADRO AUXILIAR 7

Cálculo de la IccMAX

Designación	Za= U ² /Scc	Za'= Za*((Va) ² /(Vb) ²) ^j	Zt= Ucc*Va ² /Snj	ZI1= ζ*L1/S1	ZI2= ζ*L2/S2	ZI3= ζ*L1/S3	ZI
Basculas dosificación 12 unidades	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0036	0,0044
Amasador monousillo k-neader	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0036	0,0044
Extrusora salida material	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0036	0,0044
Corte en cabeza y secador	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0036	0,0044
Criba de material	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0036	0,0044
Compresor 1	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0036	0,0044
Compresor 2	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0036	0,0044
Compresor 3	0,34	0,00032	0,009	0,000043	0,0008	0,0036	0,0044

Designación	Zaut= (0,15j)mΩ*N ⁰ protec	Zd= Zl+(Za'+Zt+Zaut) ^j	Iccmax= (C*Un)/(√3* Zd)	PDC= (KA)
Basculas dosificación 12 unidades	0,00075	0,011	20951,58	25
Amasador monousillo k-neader	0,00075	0,011	20951,58	25
Extrusora salida material	0,00075	0,011	20951,58	25
Corte en cabeza y secador	0,00075	0,011	20951,58	25
Criba de material	0,00075	0,011	20951,58	25
Compresor 1	0,00075	0,011	20951,58	25
Compresor 2	0,00075	0,011	20951,58	25
Compresor 3	0,00075	0,011	20951,58	25



Cálculo de IccMIN

Designación	$RI1' = \frac{Z_{I1}}{1+\alpha AT}$	$RI2' = \zeta \cdot \frac{L2}{S2} \cdot (1+\alpha AT)$	$RI3' = \zeta \cdot \frac{L3}{S3} \cdot (1+\alpha AT)$	$RIt' = RI1' + RI2' + RI3' = (\Omega)$
Basculas dosificación 12 unidades	0,000082	0,0015	0,0069	0,0086
Amasador monousillo k-neader	0,000082	0,0015	0,0069	0,0086
Extrusora salida material	0,000082	0,0015	0,0069	0,0086
Corte en cabeza y secador	0,000082	0,0015	0,0069	0,0086
Criba de material	0,000082	0,0015	0,0069	0,0086
Compresor 1	0,000082	0,0015	0,0069	0,0086
Compresor 2	0,000082	0,0015	0,0069	0,0086
Compresor 3	0,000082	0,0015	0,0069	0,0086

Designación	$Za'' = Za' = (\Omega)j$	$Zt' = Zt = (\Omega)j$	$Zaut' = (0,15j)m\Omega \cdot N^{\circ}$ protec = $(\Omega)j$	$Zd' = \frac{Zl'}{Zl' + (Za'' + Zt' + Zaut')j}$
Basculas dosificación 12 unidades	0,00032	0,009	0,00075	0,013
Amasador monousillo k-neader	0,00032	0,009	0,00075	0,013
Extrusora salida material	0,00032	0,009	0,00075	0,013
Corte en cabeza y secador	0,00032	0,009	0,00075	0,013
Criba de material	0,00032	0,009	0,00075	0,013
Compresor 1	0,00032	0,009	0,00075	0,013
Compresor 2	0,00032	0,009	0,00075	0,013
Compresor 3	0,00032	0,009	0,00075	0,013



Designación	Zao=	Zto=Zt'=(Ω)j	Zlo=3*Z'l=(Ω)	Zauto=(3*Zaut')=(Ω)j	Zo=Zto+Zlo+Zauto
Basculas dosificación 12 unidades	0	0,009	0,025	0,0022	0,028
Amasador monousillo k-neader	0	0,009	0,025	0,0022	0,028
Extrusora salida material	0	0,009	0,025	0,0022	0,028
Corte en cabeza y secador	0	0,009	0,025	0,0022	0,028
Criba de material	0	0,009	0,025	0,0022	0,028
Compresor 1	0	0,009	0,025	0,0022	0,028
Compresor 2	0	0,009	0,025	0,0022	0,028
Compresor 3	0	0,009	0,025	0,0022	0,028

Designación	lccmin=(C*Un*√3)/(2 Zd'+Zo)	tmcicc=(Cc*s^2)/lccmin	In	CURVA
Basculas dosificación 12 unidades	12042,14	0,57	25	C
Amasador monousillo k-neader	12042,14	2,94	125	C
Extrusora salida material	12042,14	0,37	32	C
Corte en cabeza y secador	12042,14	0,25	20	C
Criba de material	12042,14	0,21	10	C
Compresor 1	12042,14	0,29	25	C
Compresor 2	12042,14	0,25	20	C
Compresor 3	12042,14	0,25	20	C



PROTECCIONES LÍNEAS TRANSFORMADOR 2

Cálculo de IccMAX

Designación	$Z_a = U^2/S_{cc}$	$Z_a' = Z_a * ((V_a)^2 / (V_b)^2)j$	$Z_t = U_{cc} * V_a^2 / S_{nj}$	$Z_{I1} = \zeta * L1 / S1$	$Z_{I2} = \zeta * L2 / S2$	$Z_{I3} = \zeta * L3 / S3$	$Z_{I4} = \zeta * L4 / S4$
GENERAL	0,34	0,00032	0,011	0,00004	0	0	0
ALUM	0,34	0,00032	0,011	0,00004	0	0	0
EMERG	0,34	0,00032	0,011	0,00004	0	0	0
MONO	0,34	0,00032	0,011	0,00004	0	0	0
TRIF	0,34	0,00032	0,011	0,00004	0	0	0
LGA 2	0,34	0,00032	0,011	0,00004	0,00081	0	0
CUADRO 8	0,34	0,00032	0,011	0,00004	0,00081	0	0
CUADRO 9	0,34	0,00032	0,011	0,00004	0,00081	0	0

Designación	ZI	$Z_{aut} = (0,15j)m\Omega * N^{\circ} \text{protec}$	$Z_d = Z_I + (Z_a' + Z_t + Z_{aut})j$	$I_{ccmax} = (C * U_n) / (\sqrt{3} * Z_d)$	PDC=(K A)
GENERAL	0,000043	0,00015	0,011	19408,93	25
ALUM	0,000043	0,0003	0,012	19167,30	25
EMERG	0,000043	0,0003	0,012	19167,30	25
MONO	0,000043	0,0003	0,012	19167,30	25
TRIF	0,000043	0,0003	0,012	19167,30	25
LGA 2	0,00086	0,0003	0,012	19118,55	20
CUADRO 8	0,00086	0,00045	0,012	18884,64	20
CUADRO 9	0,00086	0,00045	0,012	18884,64	20



Cálculo de IccMIN

Designación	$R_{I1}' = \frac{Z_{I1}}{1+\alpha AT}$	$R_{I2}' = \frac{\zeta \cdot L_2}{S_2 \cdot (1+\alpha AT)}$	$R_{I3}' = \frac{\zeta \cdot L_3}{S_3 \cdot (1+\alpha AT)}$	$R_{I4}' = \frac{\zeta \cdot L_4}{S_4 \cdot (1+\alpha AT)}$	$R_{It}' = R_{I1}' + R_{I2}' + R_{I3}' + R_{I4}' = (\Omega)$
GENERAL	0,000082	0	0,067	0	0,067
ALUM	0,000082	0	0	0	0,000082
EMERG	0,000082	0	0	0	0,000082
MONO	0,000082	0	0	0	0,000082
TRIF	0,000082	0,00157	0	0	0,0016
LGA 2	0,000082	0,00157	0,067	0	0,069
CUADRO 8	0,000082	0,00157	0,067	0	0,069
CUADRO 9	0,000082	0,00157	0,019	0	0,021

Designación	$Z_{a''} = Z_{a'} = (\Omega)j$	$Z_{t'} = Z_t = (\Omega)j$	$Z_{aut}' = (0,15j)m\Omega \cdot N^{\circ} \text{protec} = (\Omega)j$	$Z_{d'} = \frac{Z_{I1}'}{Z_{I1}' + Z_{t'} + Z_{aut}' }j$
GENERAL	0,00032	0,0114	0,00075	0,0687
ALUM	0,00032	0,0114	0,00075	0,0124
EMERG	0,00032	0,0114	0,00075	0,0124
MONO	0,00032	0,0114	0,00075	0,0124
TRIF	0,00032	0,0114	0,00075	0,0126
LGA 2	0,00032	0,0114	0,00075	0,0703
CUADRO 8	0,00032	0,0114	0,00075	0,0703
CUADRO 9	0,00032	0,0114	0,00075	0,0246



Designación	$Z_{ao} =$	$Z_{to} = Z_{t'} = (\Omega)j$	$Z_{lo} = 3 \cdot Z'_{l} = (\Omega)$	$Z_{auto} = (3 \cdot Z_{aut'}) = (\Omega)j$	$Z_o = Z_{to} + Z_{lo} + Z_{auto}$
GENERAL	0	0,0114	0,202	0,00225	0,216
ALUM	0	0,0114	0,0002	0,00225	0,0139
EMERG	0	0,0114	0,0002	0,00225	0,0139
MONO	0	0,0114	0,0002	0,00225	0,0139
TRIF	0	0,0114	0,0049	0,00225	0,0186
LGA 2	0	0,0114	0,207	0,00225	0,221
CUADRO 8	0	0,0114	0,207	0,00225	0,221
CUADRO 9	0	0,0114	0,063	0,00225	0,0773

Designación	$l_{ccmin} = \frac{(C \cdot U_n \cdot \sqrt{3})}{2 \cdot Z_{d'} + Z_o}$	$t_{mcicc} = \frac{(C_c \cdot s^2)}{l_{ccmin}}$	l_n	CURVA
GENERAL	1859,20	408,9	630	B
ALUM	16909,2	4,94	10	C
EMERG	16909,1	4,94	10	C
MONO	16909,1	4,94	10	C
TRIF	15006,6	6,2	16	C
LGA 2	1819,0	427,2	630	B
CUADRO 8	1819,0	0,61	80	C
CUADRO 9	5195,3	10,9	250	C



CUADRO AUXILIAR 8

Cálculo de IccMAX

Designación	$Z_a = \frac{U^2}{S_c}$	$Z_{a'} = \frac{Z_a \cdot ((V_a)^2 / (V_b)^2)}{j}$	$Z_t = \frac{U_{cc} \cdot V_a^2}{S_{nj}}$	$Z_{I1} = \frac{\zeta \cdot L_1}{S_1}$	$Z_{I2} = \frac{\zeta \cdot L_2}{S_2}$	$Z_{I3} = \frac{\zeta \cdot L_3}{S_3}$	$Z_{I4} = \frac{\zeta \cdot L_4}{S_4}$
Bombas impulsión 4 unidades	0,34	0,00032	0,0114	0,00004	0,00081	0,035	0
Torre evaporativa 1	0,34	0,00032	0,0114	0,00004	0,00081	0,035	0
Torre evaporativa 2	0,34	0,00032	0,0114	0,00004	0,00081	0,035	0
Montacargas fábrica	0,34	0,00032	0,0114	0,00004	0,00081	0,035	0
Montacargas laboratorio	0,34	0,00032	0,0114	0,00004	0,00081	0,035	0
Filtro Nº1 Nave 2(A1,A2,A3)	0,34	0,00032	0,0114	0,00004	0,00081	0,035	0
Filtro Nº2 Nave 1(A4, Granceadoras)	0,34	0,00032	0,0114	0,00004	0,00081	0,035	0
Filtro Nº3 Nave 1(B1, mezclas)	0,34	0,00032	0,0114	0,00004	0,00081	0,035	0
Filtro Nº4 alto vacío toda la fábrica	0,34	0,00032	0,0114	0,00004	0,00081	0,035	0

Designación	ZI	$Z_{aut} = (0,15j) m\Omega \cdot N^{\circ} \text{ protecc}$	$Z_d = Z_i + (Z_{a'} + Z_t + Z_{aut})j$	$I_{ccmax} = \frac{C \cdot U_n}{(\sqrt{3} \cdot Z_d)}$	PDC= (KA)
Bombas impulsión 4 unidades	0,036	0,00075	0,038	6055,41	10
Torre evaporativa 1	0,036	0,00075	0,038	6055,41	10
Torre evaporativa 2	0,036	0,00075	0,038	6055,41	10
Montacargas fábrica	0,036	0,00075	0,038	6055,41	10
Montacargas laboratorio	0,036	0,00075	0,038	6055,41	10
Filtro Nº1 Nave 2(A1,A2,A3)	0,036	0,00075	0,038	6055,41	10
Filtro Nº2 Nave 1(A4, Granceadoras)	0,036	0,00075	0,038	6055,41	10
Filtro Nº3 Nave 1(B1, mezclas)	0,036	0,00075	0,038	6055,41	10
Filtro Nº4 alto vacío toda la fábrica	0,036	0,00075	0,038	6055,41	10



Cálculo IccMIN

Designación	RI1'= ZI1(1+αAT)	RI2'= ζ*L2/S2*(1+αAT)	RI3'= ζ*L3/S3*(1+αAT)	RI4'= ζ*L4/S4*(1+αAT)	RIi'= RI1'+RI2'+RI3'+RI4'=(Ω)
Bombas impulsión 4 unidades	0,000082	0,00157	0,0675	0	0,0691
Torre evaporativa 1	0,000082	0,00157	0,0675	0	0,0691
Torre evaporativa 2	0,000082	0,00157	0,0675	0	0,0691
Montacargas fábrica	0,000082	0,00157	0,0675	0	0,0691
Montacargas laboratorio	0,000082	0,00157	0,0675	0	0,0691
Filtro N°1 Nave 2(A1,A2,A3)	0,000082	0,00157	0,0675	0	0,0691
Filtro N°2 Nave 1(A4, Granceadoras)	0,000082	0,00157	0,0675	0	0,0691
Filtro N°3 Nave 1(B1, mezclas)	0,000082	0,00157	0,0675	0	0,0691
Filtro N°4 alto vacío toda la fábrica	0,000082	0,00157	0,0675	0	0,0691

Designación	Za''= Za'=(Ω)j	Zt'= Zt=(Ω)j	Zaut'=(0,15j)mΩ*Nº protec=(Ω)j	Zd'= Zl'+(Za''+Zt'+Zaut')j
Bombas impulsión 4 unidades	0,00032	0,011	0,00075	0,070
Torre evaporativa 1	0,00032	0,011	0,00075	0,070
Torre evaporativa 2	0,00032	0,011	0,00075	0,070
Montacargas fábrica	0,00032	0,011	0,00075	0,070
Montacargas laboratorio	0,00032	0,011	0,00075	0,070
Filtro N°1 Nave 2(A1,A2,A3)	0,00032	0,011	0,00075	0,070
Filtro N°2 Nave 1(A4, Granceadoras)	0,00032	0,011	0,00075	0,070
Filtro N°3 Nave 1(B1, mezclas)	0,00032	0,011	0,00075	0,070
Filtro N°4 alto vacío toda la f.	0,00032	0,011	0,00075	0,070



Designación	Zao=	Zto= Zt'=(Ω)j	Zlo= 3*Z'l=(Ω)	Zauto= (3*Zaut')=(Ω)j	Zo= Zto+Zlo+Zauto
Bombas impulsión 4 unidades	0	0,011	0,20	0,0022	0,22
Torre evaporativa 1	0	0,011	0,20	0,0022	0,22
Torre evaporativa 2	0	0,011	0,20	0,0022	0,22
Montacargas fábrica	0	0,011	0,20	0,0022	0,22
Montacargas laboratorio	0	0,011	0,20	0,0022	0,22
Filtro Nº1 Nave 2(A1,A2,A3)	0	0,011	0,20	0,0022	0,22
Filtro Nº2 Nave 1(A4, Granceadoras)	0	0,011	0,20	0,0022	0,22
Filtro Nº3 Nave 1(B1, mezclas)	0	0,011	0,20	0,0022	0,22
Filtro Nº4 alto vacio toda la fábrica	0	0,011	0,20	0,0022	0,22

Designación	lccmin= (C*Un*√3)/(2Zd'+Zo)	tmcicc= (Cc*s^2)/lccmin	In	CURVA
Bombas impulsión 4 unidades	1819,07	1,01	25	C
Torre evaporativa 1	1819,07	0,43	10	C
Torre evaporativa 2	1819,07	0,43	10	C
Montacargas fábrica	1819,07	0,43	10	C
Montacargas laboratorio	1819,07	0,43	10	C
Filtro Nº1 Nave 2(A1,A2,A3)	1819,07	0,43	10	C
Filtro Nº2 Nave 1(A4, Granceadoras)	1819,07	0,43	10	C
Filtro Nº3 Nave 1(B1, mezclas)	1819,07	0,43	10	C
Filtro Nº4 alto vacio toda la fábrica	1819,07	0,43	10	C



CUADRO AUXILIAR 9

Cálculo de IccMAX

Designación	$Z_a = U^2/S_{cc}$	$Z_a' = Z_a * ((V_a)^2 / (V_b)^2)_j$	$Z_t = U_{cc} * V_a^2 / S_{nj}$	$Z_{I1} = \zeta * L_1 / S_1$	$Z_{I2} = \zeta * L_2 / S_2$	$Z_{I3} = \zeta * L_3 / S_3$	$Z_{I4} = \zeta * L_4 / S_4$
Grupo frío oficinas	0,34	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0
Grupo calor oficinas	0,34	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0
Gupo climatización laboratorio	0,34	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0
Extrusora pruebas	0,34	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0
Extrusora probetas	0,34	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0
Alumbrado1 TOMAS TRIFA	0,34	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0
Alumbrado2 TOMAS 1Y3	0,34	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0
Alumbrado3 TOMAS 2Y4	0,34	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0

Designación	ZI	$Z_{aut} = (0,15j)m\Omega * N^{\circ} \text{protec}$	$Z_d = Z_I + (Z_a' + Z_t + Z_{aut})_j$	$I_{ccmax} = (C * U_n) / (\sqrt{3} * Z_d)$	PDC= (KA)
Grupo frío oficinas	0,011	0,00075	0,016	13836,20	15
Grupo calor oficinas	0,011	0,00075	0,016	13836,20	15
Gupo climatización laboratorio	0,011	0,00075	0,016	13836,20	15
Extrusora pruebas	0,011	0,00075	0,016	13836,20	15
Extrusora probetas	0,011	0,00075	0,016	13836,20	15
Alumbrado1 TOMAS TRIFA	0,011	0,00075	0,016	13836,20	15
Alumbrado2 TOMAS 1Y3	0,011	0,00075	0,016	13836,20	15
Alumbrado3 TOMAS 2Y4	0,011	0,00075	0,016	13836,20	15



Cálculo IccMIN

Designación	$RI1' = ZI1(1+\alpha AT)$	$RI2' = \zeta * L2/S2*(1+\alpha AT)$	$RI3' = \zeta * L3/S3*(1+\alpha AT)$	$RI4' = \zeta * L4/S4*(1+\alpha AT)$	$RIt' = RI1'+RI2'+RI3'+RI4' = (\Omega)$
Grupo frío oficinas	0,000082	0,0015	0,019	0	0,021
Grupo calor oficinas	0,000082	0,0015	0,019	0	0,021
Gupo climatización laboratorio	0,000082	0,0015	0,019	0	0,021
Extrusora pruebas	0,000082	0,0015	0,019	0	0,021
Extrusora probetas	0,000082	0,0015	0,019	0	0,021
Alumbrado1 TOMAS TRIFA	0,000082	0,0015	0,019	0,025	0,046
Alumbrado2 TOMAS 1Y3	0,000082	0,0015	0,019	0,062	0,084
Alumbrado3 TOMAS 2Y4	0,000082	0,0015	0,019	0,062	0,084

Designación	$Za'' = Za' = (\Omega)j$	$Zt' = Zt = (\Omega)j$	$Zaut' = (0,15j)m\Omega * N^{\circ}$ protec = $(\Omega)j$	$Zd' = Zl' + (Za'' + Zt' + Zaut')j$
Grupo frío oficinas	0,00032	0,011	0,00075	0,024
Grupo calor oficinas	0,00032	0,011	0,00075	0,024
Gupo climatización laboratorio	0,00032	0,011	0,00075	0,024
Extrusora pruebas	0,00032	0,011	0,00075	0,024
Extrusora probetas	0,00032	0,011	0,00075	0,024
Alumbrado1 TOMAS TRIFA	0,00032	0,011	0,0010	0,048
Alumbrado2 TOMAS 1Y3	0,00032	0,011	0,0010	0,085
Alumbrado3 TOMAS 2Y4	0,00032	0,011	0,0010	0,085



Designación	Zao=	Zto=Zt'=(Ω)j	Zlo= 3*Z'l=(Ω)	Zauto= (3*Zaut')=(Ω)j	Zo= Zto+Zlo+Zauto
Grupo frío oficinas	0	0,011	0,063	0,0022	0,077
Grupo calor oficinas	0	0,011	0,063	0,0022	0,077
Gupo climatización laboratorio	0	0,011	0,063	0,0022	0,077
Extrusora pruebas	0	0,011	0,063	0,0022	0,077
Extrusora probetas	0	0,011	0,063	0,0022	0,077
Alumbrado1 TOMAS TRIFA	0	0,011	0,13	0,0031	0,15
Alumbrado2 TOMAS 1Y3	0	0,011	0,25	0,0031	0,26
Alumbrado3 TOMAS 2Y4	0	0,011	0,25	0,0031	0,26

Designación	lccmin= (C*Un*√3)/(2Zd'+Zo)	tmcicc= (Cc*s^2)/lccmin	In	CURVA
Grupo frío oficinas	5195,35	0,56	16	C
Grupo calor oficinas	5195,35	0,56	16	C
Gupo climatización laboratorio	5195,35	0,56	16	C
Extrusora pruebas	5195,35	0,52	10	C
Extrusora probetas	5195,35	0,52	10	C
Alumbrado1 TOMAS TRIFA1	2632,44	18545,30	63	C
Alumbrado2 TOMAS 1Y3	1505,54	403,71	32	C
Alumbrado3 TOMAS 2Y4	1505,54	38,67	32	C



SUBCUADRO AUXILIAR 9B

Cálculo IccMAX

Designación	$Z_a = U^2/S_{cc}$	$Z_a' = Z_a * ((V_a)^2 / (V_b)^2)^j$	$Z_t = U_{cc} * V_a^2 / S_{nj}$	$Z_{I1} = \zeta * L1 / S1$	$Z_{I2} = \zeta * L2 / S2$	$Z_{I3} = \zeta * L3 / S3$	$Z_{I4} = \zeta * L4 / S4$
ALMACEN	0,34	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0,013
NAVE 1 NAVE1, MANTENIMIENTO	0,34	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0,013
LABORATORIO, BAÑOS, VESTUARIOS	0,34	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0,013
alum emer 1	0,34	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0,013
tomas trifasicas(1)	0,34	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0,013
tomas trifásicas(2)	0,34	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0,013

Designación	ZI	$Z_{aut} = (0,15j)m\Omega * N^{\circ}$ protec	$Z_d = Z_I + (Z_a' + Z_t + Z_{aut})^j$	$I_{ccmax} = (C * U_n) / (\sqrt{3} * Z_d)$	PDC = (KA)
ALMACEN	0,024	0,0010	0,027	8445,48	10
NAVE 1 NAVE1, MANTENIMIENTO	0,024	0,0010	0,027	8445,48	10
LABORATORIO, BAÑOS, VESTUARIOS	0,024	0,0010	0,027	8445,48	10
alum emer 1	0,024	0,0010	0,027	8445,48	10
tomas trifasicas(1)	0,024	0,0010	0,027	8445,48	10
tomas trifásicas(2)	0,024	0,0010	0,027	8445,48	10



Cálculo IccMIN

Designación	$R1' = \frac{Z1}{1+\alpha AT}$	$R2' = \frac{\zeta * L2}{S2 * (1+\alpha AT)}$	$R3' = \frac{\zeta * L3}{S3 * (1+\alpha AT)}$	$R4' = \frac{\zeta * L4}{S4 * (1+\alpha AT)}$	$RIt' = R1' + R2' + R3' + R4' = (\Omega)$
ALMACEN	0,000082	0,0015	0,019	0,025	0,046
NAVE 1 NAVE1, MANTENIMIENTO	0,000082	0,0015	0,019	0,025	0,046
LABORATORIO, BAÑOS, VESTUARIOS	0,000082	0,0015	0,019	0,025	0,046
alum emer 1	0,000082	0,0015	0,019	0,025	0,046
tomas trifasicas(1)	0,000082	0,0015	0,019	0,025	0,046
tomas trifásicas(2)	0,000082	0,0015	0,019	0,025	0,046

Designación	$Za'' = \frac{Za'}{(\Omega)j}$	$Zt' = \frac{Zt}{(\Omega)j}$	$Zaut' = \frac{0,15j}{m\Omega * N^0} \text{ protec} = (\Omega)j$	$Zd' = \frac{Zl' + (Za'' + Zt' + Zaut')j}{}$
ALMACEN	0,00032	0,011	0,0010	0,048
NAVE 1 NAVE1, MANTENIMIENTO	0,00032	0,011	0,0010	0,048
LABORATORIO, BAÑOS, VESTUARIOS	0,00032	0,011	0,0010	0,048
alum emer 1	0,00032	0,011	0,0010	0,048
tomas trifasicas(1)	0,00032	0,011	0,0010	0,048
tomas trifásicas(2)	0,00032	0,011	0,0010	0,048



Designación	Zao=	Zto=Zt'=(Ω)j	Zlo=3*Z'l=(Ω)	Zauto= (3*Zaut')=(Ω)j	Zo=Zto+Zlo+Zauto
ALMACEN	0	0,011	0,13	0,0031	0,15
NAVE 1 NAVE1, MANTENIMIENTO	0	0,011	0,13	0,0031	0,15
LABORATORIO, BAÑOS, VESTUARIOS	0	0,011	0,13	0,0031	0,15
alum emer 1	0	0,011	0,13	0,0031	0,15
tomas trifasicas(1)	0	0,011	0,13	0,0031	0,15
tomas trifásicas(2)	0	0,011	0,13	0,0031	0,15

Designación	Iccmin= (C*Un*√3)/(2Zd'+Zo)	Tmcicc= (Cc*s^2)/Iccmin	In	CURVA
ALMACEN	2632,44	7,53	20	C
NAVE 1 NAVE1, MANTENI- MIENTO	2632,44	11,40	32	C
LABORATORIO, BAÑOS, VESTUARIOS	2632,44	4,38	10	C
alum emer 1	2632,44	66,76	6	C
tomas trifasicas(1)	2632,44	66,76	6	C
tomas trifásicas(2)	2632,44	66,76	6	C



SUBCUADRO AUXILIAR 9C

Cálculo IccMAX

Designación	$Z_a = \frac{U^2}{S_{cc}}$	$Z_a' = \frac{Z_a \cdot ((V_a)^2 / (V_b)^2)^j}{j}$	$Z_t = \frac{U_{cc} \cdot V_a^2}{S_{nj}}$	$Z_{I1} = \zeta \cdot L_1 / S_1$	$Z_{I2} = \zeta \cdot L_2 / S_2$	$Z_{I3} = \zeta \cdot L_3 / S_3$	$Z_{I4} = \zeta \cdot L_4 / S_4$
OFICINAS, C.MAQUINAS, PAS OFIS, RECEPCIÓN	0,348	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0,032
DESPACHOS, PAS DESP, BAÑOS OFICINAS	0,348	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0,032
T.C almacen, naves, mantenimiento, laboratorio,baños lab, vestuarios	0,348	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0,032
alum emer 2	0,348	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0,032
T.C despachos, baños oficinas	0,348	0,00032	0,011	0,000043	0,00081	0,010	0,032

Designación	Z_I	$Z_{aut} = (0,15j) m\Omega \cdot N^0$ protec	$Z_d = \frac{Z_t}{Z_I + (Z_a' + Z_t + Z_{aut})j}$	$I_{ccmax} = \frac{C \cdot U_n}{(\sqrt{3} \cdot Z_d)}$	PDC = (KA)
OFICINAS,C.MAQUINAS, PAS OFIS, RECEPCIÓN	0,043	0,0010	0,045	5059,017	6
DESPACHOS, PAS DESP, BAÑOS OFICINAS	0,043	0,0010	0,045	5059,017	6
T.C almacen, naves, mantenimiento, laboratorio,baños lab, vestuarios	0,043	0,0010	0,045	5059,017	6
alum emer 2	0,043	0,0010	0,045	5059,017	6
T.C despachos, baños oficinas	0,043	0,0010	0,045	5059,017	6



Cálculo IccMIN

Designación	$R1' = \frac{Z1}{1+\alpha AT}$	$R2' = \zeta \frac{L2}{S2} (1+\alpha AT)$	$R3' = \zeta \frac{L3}{S3} (1+\alpha AT)$	$R4' = \zeta \frac{L4}{S4} (1+\alpha AT)$	$RIt' = R1' + R2' + R3' + R4' = (\Omega)$
OFICINAS, C.MAQUINAS, PAS OFIS, RECEPCIÓN	0,000082	0,0015	0,019	0,062	0,084
DESPACHOS, PAS DESP, BAÑOS OFICINAS	0,000082	0,0015	0,019	0,062	0,084
T.C almacen, naves, mantenimiento, laboratorio,baños lab, vestuarios	0,000082	0,0015	0,019	0,062	0,084
alum emer 2	0,000082	0,0015	0,019	0,062	0,084
T.C despachos, baños oficinas	0,000082	0,0015	0,019	0,062	0,084

Designación	$Za'' = \frac{Za}{(\Omega)j}$	$Zt' = \frac{Zt}{(\Omega)j}$	$Zaut' = (0,15j)m\Omega \cdot N^{\circ} \text{protec} = (\Omega)j$	$Zd' = \frac{Zd}{Zl' + (Za'' + Zt' + Zaut')j}$
OFICINAS, C.MAQUINAS, PAS OFIS, RECEPCIÓN	0,00032	0,011	0,0010	0,085
DESPACHOS, PAS DESP, BAÑOS OFICINAS	0,00032	0,011	0,0010	0,085
T.C almacen, naves, mantenimiento, laboratorio,baños lab, vestuarios	0,00032	0,011	0,0010	0,085
alum emer 2	0,00032	0,011	0,0010	0,085
T.C despachos, baños oficinas	0,00032	0,011	0,0010	0,085



Designación	Zao=	Zto=Zt'=(Ω)j	Zlo=3*Z'l =(Ω)	Zauto=(3*Zaut') =(Ω)j	Zo= Zto+Zlo+Zauto
OFICINAS, C.MAQUINAS, PAS OFIS, RECEPCIÓN	0	0,011	0,25	0,0031	0,26
DESPACHOS, PAS DESP, BAÑOS OFICINAS	0	0,011	0,25	0,0031	0,26
alum emer 2	0	0,011	0,25	0,0031	0,26
T.C almacen, naves, mantenimiento, laboratorio, baños lab, vestuarios	0	0,011	0,25	0,0031	0,26
T.C despachos, baños oficinas	0	0,011	0,25	0,0031	0,26

Designación	lccmin= (C*Un*√3)/(2Zd'+Zo)	tmcicc= (Cc*s^2)/lccmin	ln	CURVA
OFICINAS,C.MAQUINAS,PAS OFIS, RECEPCIÓN	1505,54	1,15	10	C
DESPACHOS,PAS DESP,BAÑOS OFICINAS	1505,54	1,40	10	C
alum emer 2	1505,54	9,08	10	C
T.C almacen,naves, mantenimiento,laboratorio,baños lab,vestuarios	1505,54	64,59	16	C
T.C despachos, baños oficinas	1505,54	5,96	10	C



SUBCUADRO AUXILIAR 9D

Cálculo IccMAX

Designación	$Z_a = \frac{U^2}{S_{cc}}$	$Z_{a'} = \frac{Z_a \cdot ((V_a)^2 / (V_b)^2)^j}{j}$	$Z_t = \frac{U_{cc} \cdot V_a^2}{S_{nj}}$	$Z_{l1} = \frac{\zeta \cdot L_1}{S_1}$	$Z_{l2} = \frac{\zeta \cdot L_2}{S_2}$	$Z_{l3} = \frac{\zeta \cdot L_3}{S_3}$	$Z_{l4} = \frac{\zeta \cdot L_4}{S_4}$
ENTRADA	0,348	0,00032	0,011	0,000043	0,0008	0,010	0,032
T.C oficinas	0,348	0,00032	0,011	0,000043	0,0008	0,010	0,032
alum emer 3	0,348	0,00032	0,011	0,000043	0,0008	0,010	0,032
T.C entrada, recepción, pasillos, cuarto de maquinas	0,348	0,00032	0,011	0,000043	0,0008	0,010	0,032
tomas trifásicas(3)	0,348	0,00032	0,011	0,000043	0,0008	0,010	0,032

Designación	Z_l	$Z_{aut} = \frac{0,15j}{m \cdot \Omega \cdot N^0 \text{protec}}$	$Z_d = \frac{Z_l + (Z_{a'} + Z_t + Z_{aut})j}{j}$	$I_{ccmax} = \frac{C \cdot U_n}{(\sqrt{3} \cdot Z_d)}$	PDC = (KA)
ENTRADA	0,043	0,0010	0,045	5059,01	6
T.C oficinas	0,043	0,0010	0,045	5059,01	6
alum emer 3	0,043	0,0010	0,045	5059,01	6
T.C entrada, recepción, pasillos, cuarto de maquinas	0,043	0,0010	0,045	5059,01	6
tomas trifásicas(3)	0,043	0,0010	0,045	5059,01	6



Cálculo IccMIN

Designación	$R_{I1}' = \frac{Z_{L1}}{1+\alpha AT}$	$R_{I2}' = \frac{\zeta \cdot L_2}{S_2 \cdot (1+\alpha AT)}$	$R_{I3}' = \frac{\zeta \cdot L_3}{S_3 \cdot (1+\alpha AT)}$	$R_{I4}' = \frac{\zeta \cdot L_4}{S_4 \cdot (1+\alpha AT)}$	$R_{It}' = R_{I1}' + R_{I2}' + R_{I3}' + R_{I4}' = (\Omega)$
ENTRADA	0,000082	0,0015	0,019	0,062	0,084
T.C oficinas	0,000082	0,0015	0,019	0,062	0,084
alum emer 3	0,000082	0,0015	0,019	0,062	0,084
T.C entrada, recepción, pasillos, cuarto de maquinas	0,000082	0,0015	0,019	0,062	0,084
tomas trifásicas(3)	0,000082	0,0015	0,019	0,062	0,084

Designación	$Z_{a''} = \frac{Z_a}{(\Omega)j}$	$Z_{t'} = Z_t = (\Omega)j$	$Z_{aut}' = (0,15j)m\Omega \cdot N^{\circ}$ protec = $(\Omega)j$	$Z_{d'} = \frac{Z_l}{Z_l + (Z_{a''} + Z_{t'} + Z_{aut}')j}$
ENTRADA	0,00032	0,011	0,0010	0,085
T.C oficinas	0,00032	0,011	0,0010	0,085
alum emer 3	0,00032	0,011	0,0010	0,085
T.C entrada, recepción, pasillos, cuarto de maquinas	0,00032	0,011	0,0010	0,085
tomas trifásicas(3)	0,00032	0,011	0,0010	0,085



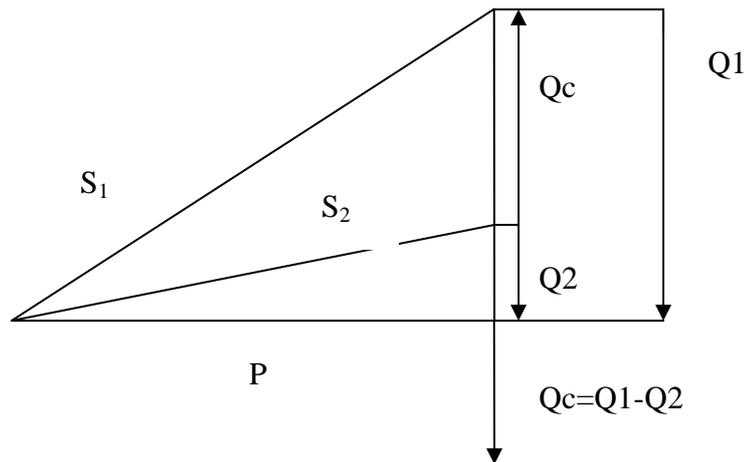
Designación	Zao=	Zto= Zt'=(Ω)j	Zlo= 3*Z'l=(Ω)	Zauto=(3*Zaut')=(Ω)j	Zo=Zto+Zlo+Zauto
ENTRADA	0	0,011	0,25	0,0031	0,26
T.C oficinas	0	0,011	0,25	0,0031	0,26
alum emer 3	0	0,011	0,25	0,0031	0,26
T.C entrada, recepción, pasillos, cuarto de maquinas	0	0,011	0,25	0,0031	0,26
tomas trifásicas(3)	0	0,011	0,25	0,0031	0,26

Designación	lccmin= (C*Un*√3)/(2Zd'+Zo)	tmcicc= (Cc*s^2)/lccmin	In	CURVA
ENTRADA	1505,54	0,80	10	C
T.C oficinas	1505,54	2,36	25	C
alum emer 3	1505,54	113,10	10	C
T.C entrada, recepción, pasillos, cuarto de maquinas	1505,54			
tomas trifásicas(3)	1505,54	0,87	10	C



4. CÁLCULO DE COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

El cálculo de la potencia reactiva Q_c de una batería de condensadores para corregir el factor de potencia de un receptor de potencia activa P , desde un valor de $\cos\delta_1$ a otro $\cos\delta_2$, se hace según el triángulo de potencias representado a continuación:



La potencia reactiva inicial de la instalación es $Q_1 = P \times \tan\delta_1$.

La potencia reactiva final después de conectar los conductores es $Q_2 = P \times \tan\delta_2$

Por tanto, la potencia reactiva compensada por los condensadores será:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = P(\tan\delta_1 - \tan\delta_2)$$

4.1 CÁLCULO DE LA POTENCIA REACTIVA A INSTALAR

4.1.1 CÁLCULO DE LA ENERGÍA REACTIVA DE LA INSTALACIÓN

Se utilizará el método de cálculo indicado anteriormente. Para ello se parte de la corriente nominal de la instalación obteniendo el factor de potencia global de la misma. La potencia ya la hemos calculado anteriormente y es igual 532.24kW para el primer transformador y de 299.19kW para el segundo transformador, la corriente nominal la calculamos a partir de las corrientes de cada máquina, luminarias y tomas de corriente y aplicando a estas su factor de corrección correspondiente, de esta manera obtenemos un valor de 0.96kA para la primera línea, y de 0.53kA para la segunda.

Compensación energía reactiva instalación 1

$$\cos\delta_1 = P/(\sqrt{3}xVlxI) = 532.24/(\sqrt{3}x400x0.96) = 0.8$$

$$\delta_1 = 36.87^\circ$$

La potencia reactiva inicial de la instalación será:

$$Q_1 = P \times \operatorname{tg}\delta_1 = 532.24 \text{ kW} \times \operatorname{tg}36.87 = 399.18 \text{ kVAr}$$

Queremos elevar el factor de potencia hasta un valor de 0.96, con este factor de potencia la energía reactiva consumida será:

$$\delta_2 = 16.26^\circ$$

$$Q_2 = P \times \operatorname{tg}\delta_2 = 532.24 \text{ kW} \times \operatorname{tg}16.26 = 155.23 \text{ kVAr}$$

Así pues, la potencia reactiva compensada por los condensadores será:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = 399.18 \text{ kVAr} - 155.23 \text{ kVAr} = 243.95 \text{ kVAr}.$$

Compensación energía reactiva instalación 2

$$\cos\delta_1 = P/(\sqrt{3}xVlxI) = 219.19/(\sqrt{3}x400x0.96) = 0.819$$

$$\delta_1' = 34.96^\circ$$

La potencia reactiva inicial de la instalación será:

$$Q_1' = P \times \operatorname{tg}\delta_1 = 219.19 \text{ kW} \times \operatorname{tg}34.96 = 224.397 \text{ kVAr}$$

Queremos elevar el factor de potencia hasta un valor de 0.96, con este factor de potencia la energía reactiva consumida será:

$$\delta_2 = 16.26^\circ$$

$$Q_2' = P \times \operatorname{tg}\delta_2 = 219.19 \text{ kW} \times \operatorname{tg}16.26 = 86.76 \text{ kVAr}$$

Así pues, la potencia reactiva compensada por los condensadores será:

$$Q_c' = Q_1' - Q_2' = 224.397 \text{ kVAr} - 86.76 \text{ kVAr} = 137.63 \text{ kVAr}.$$

4.2 SOLUCIÓN ADOPTADA

- Compensación automática para la instalación 1:

Se eligen baterías automáticas Varlogic de:

$Q=247.5\text{kVAr}$
Tensión: 400V; 50Hz
Compensación: automática.

Al elegirse unas baterías de mayor valor al necesario, $243.95 < 247.5\text{kVAr}$, debemos verificar que el factor de potencia nunca exceda de 1 en caso de que todas las baterías se conecten simultáneamente:

$$Q = P \times \text{tg} \delta$$

$$245 = 532.24 \times \text{tg} \delta \Rightarrow \delta = 24.72 \Rightarrow \cos \delta = 0.91$$

Vemos así que el factor de potencia en ningún momento excederá de la unidad por lo que concluimos que el dimensionamiento está bien hecho

- Compensación automática para el resto de la instalación 2:

Se eligen baterías automáticas Varlogic de:

$Q=142.5\text{kVAr}$
Tensión: 400V; 50Hz
Compensación: automática.

Al elegirse unas baterías de mayor valor al necesario, $137.63 < 142.5\text{kVAr}$, debemos verificar que el factor de potencia nunca exceda de 1 en caso de que todas las baterías se conecten simultáneamente:

$$Q = P \times \text{tg} \delta$$

$$140 = 299.19 \times \text{tg} \delta \Rightarrow \delta = 24.72 \Rightarrow \cos \delta = 0.91$$

Vemos así que el factor de potencia en ningún momento excederá de la unidad por lo que concluimos que el dimensionamiento está bien hecho.

4.3 CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE UNIÓN DE LA BATERIA

Respetando la ITC-BT 48, apartado 2.3, donde se dice que los aparatos de mando y protección de los condensadores deben soportar, en régimen permanente, de 1.5 a 1.8 veces la intensidad nominal asignada del condensador, a fin de tener en cuenta los armónicos y las tolerancias sobre las capacidades, dotaremos a las líneas de unión de las baterías de un margen de 1.6.

Cálculo de conductor de unión de la batería 1

La corriente para la batería de compensación automática será:

$$I = Q / \sqrt{3} \times 400 \times 1 = 245000 / \sqrt{3} \times 400 \times 1 = 353.62 \text{ A}$$

Aplicándole la corrección del 1.6, nos queda:

$$I_c = I \times 1.6 = 353.62 \times 1.6 = 565.792 \text{ A}$$

El cable de la línea hacia la batería de compensación automática será de 300mm^2 , por fase según la ITC-BT 07 para una instalación enterrada, con aislamiento XLPE.

Cálculo de conductor de unión de la batería 2

La corriente para la batería de compensación automática será:

$$I = Q / \sqrt{3} \times 400 \times 1 = 140000 / \sqrt{3} \times 400 \times 1 = 202.07 \text{ A}$$

Aplicándole la corrección del 1.6, nos queda:

$$I_c = I \times 1.6 = 202.07 \times 1.6 = 323.312 \text{ A}$$

El cable de la línea hacia la batería de compensación automática será de 120mm^2 , por fase según la ITC-BT 07 para una instalación de cables unipolares en tubos en montaje superficial, con aislamiento XLPE.

4.4 JUSIFICACIÓN DE LA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA

La mejora del factor de potencia se debe al recargo y bonificación por parte de la compañía eléctrica. Por tanto, tomando como punto de partida la expresión del complemento por energía reactiva en la tarificación de la compañía eléctrica.

$$K_r = (17 / \cos^2 \delta) - 21$$

Se observa que con el factor de potencia que presenta la instalación después de compensar la energía reactiva consumida, la compañía eléctrica nos aplicaría un recargo del 0.46% sobre el término de potencia.

Mientras que para el factor de potencia que presentará la instalación después de compensar la energía reactiva, la compañía eléctrica nos aplicará una bonificación del 2.55% sobre el término de potencia.

$$\cos\delta=0.89 \Rightarrow K_r=0.46$$

$$\cos\delta=0.96 \Rightarrow K_r=-2.55$$

Resultando un ahorro del 3% sobre el término de potencia y de energía en la factura eléctrica.

Además del ahorro económico que supone en la factura eléctrica, la compensación de la energía reactiva, reporta mejoras en las prestaciones y funcionamiento de la instalación, disminuyendo las caídas de tensión y las pérdidas por efecto Joule, y aumentando la potencia disponible.

El factor de potencia no se ha mejorado en mayor medida a que esto llevaba consigo un gran aumento de presupuesto a la hora de comprar los condensadores de mayor potencia.

5. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

5.1 RESISTENCIA DEL ELECTRODO

Según se explica en la memoria, la diferencia entre masa y tierra no debe de ser superior a 24V en lugares húmedos o de 50V en lugares secos. De los dos valores cogemos el de 24V ya que a pesar de ser un local no mojado la mayor parte del tiempo, por el lugar geográfico que ocupa hay épocas del año en que puede llegar a serlo.

Datos de partida:

- Resistividad del terreno (ITC BT 18, tabla 3): Margas y arcillas compactas: $100-200\Omega\cdot m$. con el método Wenner determinados que la resistividad del terreno es de $150\Omega\cdot m$.
- Tensión máxima de contacto (V_c): 24V
- Corriente máxima de disparo del interruptor diferencia más sensible (I_s): 300mA
- El valor máximo de la resistencia de tierra deberá ser:

$$R \leq V_c / I_s = 24V / 0.3 A = 80\Omega$$

En lo que el electrodo de puesta a tierra se refiere, éste estará formado por un conductor de cobre de $50mm^2$ desnudo enterrado a una profundidad de 0.8 metros. El conductor abarcará todo el perímetro de la nave a un metro por el exterior, y en cada vértice tendrá una pica de hacer recubierto de cobre de 14mm de diámetro y 2 metros de longitud. El número total de picas será cuatro y al estar unidas mediante el mismo conductor, se consideran conectadas en paralelo. Por lo que la resistencia total del conjunto será una cuarta parte de la resistencia que presentaría una sola pica enterrada.

La resistencia a tierra de una pica viene dada por:

$$R_p = \rho / L = 150 / 2 = 75\Omega$$

Donde:

- R_p : resistencia a tierra de la pica
- ρ : resistividad del terreno, en $\Omega\cdot m$
- L : longitud de la pica

La resistencia del electrodo viene determinada por:

$$R_e = R_p / n^\circ \text{ de picas} = 75 / 4 = 18.75\Omega$$

Donde:

- R_p : resistencia a tierra de la pica
- R_e : resistencia del electrodo, en Ω

5.2 RESISTENCIA TOTAL

A la hora de calcular la resistencia del conjunto tenemos que tener en cuenta la longitud del conductor que rodea a la nave, que es de 323.1 metros.

La resistencia del conductor que las une será de (según ITC-BT 18, tabla 5):

$$R_c = 2 \times p / L = 2 \times 150 / 323.1 = 0.92 \Omega$$

Donde:

R_c: resistencia del conductor

P: resistividad del terreno

L: longitud del conductor

La resistencia del conjunto será:

$$R_t = R_e + R_c = 18.75 + 0.92 = 19.68 \Omega$$

Teniendo en cuenta que el valor de la resistencia con respecto a tierra se ha establecido en 80Ω quedan aproximadamente 60Ω de resistencia máxima para los conductores de protección.

Considerando el caso del conductor de protección de mayor resistencia, es decir, el de mínima sección empleada (1.5mm²) y despreciando la resistencia de los puntos de puesta a tierra, se obtiene que el valor de la resistencia de 60Ω se dará a partir de una longitud L del conductor de protección ahora calculada.

$$L = s \times R / \rho_{cu} = 1.5 \times 60 / 0.018 = 5000 \text{ metros}$$

Donde:

L: longitud del cable conductor de protección para una resistencia de 60Ω, en metros.

R: resistencia máxima para los conductores de protección en ohmios.

S: sección mínima empleada en mm².

ρ_{cu}: resistividad del cobre en Ω*mm²/m

Esta longitud de 5000 metros no se alcanzará en ningún conductor de protección de la instalación. Por lo tanto la resistencia de puesta a tierra estará en cualquier caso por debajo de los 80 ohmios preestablecidos.

6. CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

6.1 INTENSIDAD EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = S / \sqrt{3} \times U$$

Donde:

I_p : la intensidad primaria en A

S : la potencia del transformador en kVA

U : la tensión compuesta primaria en kV

Intensidad en el lado de alta tensión del transformador 1

$$I_p = 800 / \sqrt{3} \times 13.2 = 35 \text{ A}$$

Intensidad en el lado de alta tensión del transformador 2

$$I_p = 630 / \sqrt{3} \times 13.2 = 27.56 \text{ A}$$

6.2 INTENSIDAD EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s determinada por la expresión:

$$I_s = (S - W_{fe} - W_{cu}) / \sqrt{3} \times U$$

Donde:

I_s : la intensidad en el secundario en A

S : la potencia del transformador en kVA

W_{fe} : las pérdidas en el hierro del transformador

W_{cu} : las pérdidas en los arrollamientos

U : la tensión compuesta en carga del secundario en kV

Despreciando las pérdidas en el hierro y en los arrollamientos, se tiene que:

Intensidad en el lado de baja tensión del transformador 1

$$I_s = 800 / \sqrt{3} \times 0.4 = 1154.7 \text{ A}$$

Intensidad en el lado de baja tensión del transformador 2

$$I_s = 630 / \sqrt{3} \times 0.4 = 909.32 \text{ A}$$



6.3 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora, Iberdrola.

Se calculará la intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión, y la intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión.

6.3.1 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN

La intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión se obtiene mediante la expresión:

$$I_{ccp} = S_{cc} / \sqrt{3} \times U$$

Donde:

I_{ccp} : es la corriente de cortocircuito en el primario en kA

S_{cc} : es la potencia de cortocircuito de la red de distribución en MVA

U : es la tensión en el primario en kV

El valor de cresta de la intensidad inicial de cortocircuito es:

$$I_{cresta} = 2.5 \times I_{ccp}$$

Cortocircuito en el lado de alta tensión del transformador 1 y 2

$$I_{ccp} = 500 / \sqrt{3} \times 13.2 = 21.87 \text{ kA}$$

$$I_{cresta} = 2.5 \times I_{ccp} = 54.67 \text{ kA}$$

6.3.2 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

La intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión se obtiene despreciando la impedancia de la red de distribución, mediante la siguiente expresión:

$$I_{ccs} = S / (\sqrt{3} \times (U_{cc}/100) \times U)$$

Donde:

I_{ccs} : es la corriente de cortocircuito en el secundario en kA

S : es la potencia del transformador en kVA

U_{cc} : es la tensión de cortocircuito del transformador en %

U : es la tensión en carga del secundario en V



Cortocircuito en el lado de baja tensión del transformador 1

$$I_{ccs}=800/\sqrt{3}\times 0.045\times 400=25.66\text{kA}$$

Cortocircuito en el lado de baja tensión del transformador 2

$$I_{ccs}=630/\sqrt{3}\times 0.045\times 400=20.20\text{kA}$$

6.4 IMPEDANCIAS DE LOS TRANSFORMADORES REFERIDOS AL SECUNDARIO.

$$Z_{cc}=V_{L_2}^2*U_{cc} / (S_n*100)$$

Donde:

Z_{cc} : impedancia del transformador referida al secundario. (Ω)

V_{L_2} : tensión nominal de la línea del secundario. (V)

S_n : potencia nominal del transformador (VA)

U_{cc} : tensión porcentual de cortocircuito.

Transformador número 1:

$$Z_{cc}=0.009\Omega$$

Transformador número 2:

$$Z_{cc}=0.011\Omega$$

6.5 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

6.5.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Para instalaciones de primera categoría que alimentan a los centros de transformación cuya intensidad de cortocircuito a tierra sea inferior a 16kA, se admite la posibilidad de estimar la resistividad del terreno, pero se aconseja en todos los casos, medirla.

Según la investigación previa del terreno, se determina que la resistividad superficial media de la zona donde se instalará el centro de transformación es de 150 Ω m.

6.5.2 DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTE MÁXIMA DE TIEMPO MÁXIMO DE ELIMINACIÓN.

El neutro de la red de distribución en media tensión está conectado rígidamente a tierra. Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del centro de transformación, así como de las características de la propia red de media tensión.



La intensidad máxima de defecto a tierra es de 500 A y el tiempo de eliminación es de 0.5 s, según datos proporcionados por la Compañía Eléctrica suministradora (IBERDROLA). Los valores de K y n para calcular la máxima tensión de contacto aplicada según la instrucción MIE-RAT 13 es el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía Eléctrica

$$K=72, n=1$$

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realizará basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Aanaxo 2 del método UNESA.

6.5.3 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA Y LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO

La resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del centro de transformación estará limitada por el nivel de aislamiento de los elementos de baja tensión del centro de transformación, y será:

$$R_t = U_{bt} / I_d = 10000 / 500 = 20 \Omega$$

Donde:

U_{bt}: es el nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del centro de transformación en voltios.

I_d: es la corriente de defecto máxima de acuerdo con las normas de Iberdrola en amperios.

A continuación se procede a la elección del tipo de configuración del electrodo, para ello se utilizan tablas de configuración tipo electrodos de tierra con sus respectivos parámetros característicos, cuyos valores corresponden a electrodos con picas de 14mm de diámetro y conductor desnudo de cobre de 50mm² de sección y la profundidad del electrodo horizontal será de 0.80m con una geometría de rectángulo.

El valor de K_r será menor que el que nos da el valor de la resistencia máxima de puesta a tierra:

$$K_r \leq R_t / \rho = 20 / 150 = 0.1333 \Omega / \Omega \cdot m$$

El número de picas a instalar 2 metros de longitud y 14mm de diámetro. En las tablas UNESA aparecen diferentes configuraciones de puesta a tierra para centros de transformación, tomamos la configuración 7x3 m rectángulo, de donde obtenemos los parámetros característicos del electrodo que son:

De la resistencia	K _r = 0.089 Ω/Ωm
De la tensión de paso	K _p = 0.0145 V/Ωm
De la tensión de contacto exterior	K _c = 0.0447 V/Ωm

Las medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto exteriores e interiores, serán:

- Las puertas y las rejillas metálicas que dan al exterior del C.T. no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos y averías.
- En el suelo del C.T. se instalará un mallazo cubierto por una capa de ormigón de 10 cm conectado a la puesta a tierra de protección del C.T.
- El suelo estará pintado por medio de pinturas aislantes.

Calcularemos los valores de puesta a tierra (R_t'), intensidad de defecto (I_d') y tensiones de paso y contacto (U_p' y U_p' (acc)) del electrodo tipo seleccionado, para una resistividad media del terreno de $150 \Omega m$

La compañía suministradora nos proporciona los datos de puesta a tierra del neutro cuyos valores son. $R_n=0\Omega$ y $X_n=25$.

Resistencia de puesta a tierra ($R_t' \leq R_t$)

$$R_t' = K_r \times \rho = 0.089 \times 150 = 13.35 \Omega$$

Vemos que efectivamente la resistencia de puesta a tierra del electrodo (R_t') es menor que la resistencia de puesta a tierra máxima permitida (R_t).

Intensidad de defecto (I_d')

$$I_d' = U / (\sqrt{3} \times \sqrt{(R_n + R_t')^2 + X_n^2}) = 268.9 \text{ A}$$

Tensión de paso en el exterior ($U_p' \leq U_p$)

$$U_p' = K_p \times I_d' \times \rho = 0.0145 \times 268.9 \times 150 = 584.85 \text{ V}$$

La tensión de paso máxima admisible en el exterior del centro de transformación es, para $K=72$ y $n=1$, la siguiente:

$$U_p = 10 \times K \times (1 + (6 \times \rho) / 1000) / t^n = 2736 \text{ V}$$

Vemos que efectivamente la tensión de paso del electrodo seleccionado es inferior a la máxima admisible.

Tensión de paso en el acceso al centro de transformación ($U_{p'(\text{acc})} \leq U_{p(\text{acc})}$)

$$U_{p'(\text{acc})} = U_{c'} = k_c \times I_d' \times \rho = 0.0447 \times 268.9 \times 150 = 1803 \text{ V}$$

La tensión de paso máxima admisible en el acceso del centro de transformación, para $K=72$ y $n=1$ es de:

$$U_{p(\text{acc})} = 10 \times k \times (1 + (3\rho + 3\rho')/1000) / t^n = 15048 \text{ V}$$

Donde ρ' es la resistividad del hormigón que es de $3000 \Omega\text{m}$.

Por lo tanto vemos que el electrodo está bien diseñado.

Tensión de defecto ($U_d' \leq U_{bt}$)

$$U_d' = R_t' \times I_d' = 13.35 \times 268.9 = 3589.82 \text{ V}$$

En esta ocasión también se cumplen las exigencias:

$$U_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Así se comprueba que los valores calculados satisfacen las condiciones exigidas.

No será necesario calcular las tensiones de paso y contacto en el interior, ya que estas serán prácticamente cero. Esto es así por las medidas de seguridad adoptadas reflejadas anteriormente (puerta y rejillas metálicas de acceso sin poner a tierra; mallazo cubierto de hormigón en el suelo del centro de transformación y pintura aislante en el suelo del centro de transformación)

Se han adoptado las medidas de seguridad expuestas, por lo que no será necesario calcular la tensión de contacto exterior, ya que será prácticamente cero.

La puesta a tierra de protección y la de servicio serán separadas e independientes.

6.5.4 SEPARACIÓN ENTRE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Si la tensión de defecto fuera de 1000 V cabría la posibilidad de instalar un sistema de puesta a tierra único, pero como no es el caso se deberá de disponer de un sistema de puesta a tierra del neutro del transformador (tierra de servicio) separado e independiente de otro sistema de puesta a tierra de las masas (tierra de protección). Debe evitarse que la tensión de defecto en el electrodo de puesta a tierra de protección transmita al de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 100 V .

La distancia mínima de separación será:

$$D \geq I_d' \times \rho / (2 \times \pi \times U) = 268.9 \times 150 / (2 \times \pi \times 1200) = 5.35 \text{ m}$$

Donde:

D: distancia entre los electrodos, en metros

ρ : resistividad media del terreno en Ωm

I_d' : intensidad de defecto a tierra, en amperios

U: 1200V para sistemas de distribución TT

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes la puesta a tierra del neutro de los transformadores se realizarán con cables aislados de 0.6/1kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños, mecánicos.

La configuración de la puesta a tierra de servicio según las alas UNESA es 5/62 que corresponde a una hilera de 6 picas de longitud 2 m y con una separación entre ellas de 6 m, unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50mm de diámetro que se unirá al neutro del transformador por medio de cable aislado con las características nombrada anteriormente. La puesta a tierra del neutro del transformador estará a 10m del C.T. y será paralela a este.

6.5.5 SEPARACIÓN ENTRE PUESTAS A TIERRA

Debemos calcular también la separación entre la puesta a tierra del centro de transformación y la puesta a tierra general de la nave industrial. Sabemos que la puesta a tierra total de la nave asciende a 19.68Ω , por lo tanto calcularemos la corriente de defecto (I_d) y con esta la distancia mínima de separación entre tierras:

$$I_d = U / \sqrt{3 \times \sqrt{((R_n + R'_i)^2 + X_n^2)}} = 239.53 \text{ A}$$

$$D \geq I_d' \times \rho / (2 \times \pi \times U) = 4.77 \text{ m}$$

6.5.6 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

No se considera necesario la corrección del sistema inicial. No obstante, si el valor medio de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o de contacto excesivamente elevadas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del centro de transformación, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

6.6 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN

El caudal de aire en función de las pérdidas de potencia del transformador y de la diferencia de temperatura de entrada y salida de aire (15°C como máximo según

proyecto tipo UNESA). Considerando que un metro cúbico de aire por segundo absorbe 1.16kW por cada grado centígrado, el caudal de aire necesario será:

$$Q = P_p / (1.16 \times \Delta\theta_{\text{aire}}) = (1.7 + 10.5) / 1.16 \times 15 = 0.701 \text{ m}^3/\text{s}$$

Siendo:

Q el caudal de aire en m³/s
 P_p la pérdida de potencia del transformador a plena carga, pérdidas en el hierro más pérdidas en el cobre en kW
 Δθ_{aire} incremento de la temperatura del aire en °C

La superficie de la rejilla de entrada de aire función del caudal en m³/s y de la velocidad de salida en m/s

$$S_{\text{rejilla}} = Q / v_s$$

La superficie total de la rejilla será superior a la superficie neta debido a que las láminas de la rejilla, para no permitir el paso de agua, pequeños animales o de objetos metálicos según MIE RAT 13, disminuyen el paso del aire; por lo que la superficie total mínima de la rejilla se aumentará como mínimo un 40%.

La velocidad de salida (v_s) del aire es función de la distancia vertical en metros entre los centros de las dos rejillas, y del incremento de temperatura en el aire en °C.

$$v_s = 4.6 \times \sqrt{2 / \Delta\theta_{\text{aire}}} = 4.6 \times \sqrt{2 / 15} = 0.434 \text{ m/s}$$

Por tanto la superficie mínima de rejilla para entrada de aire será:

$$S_{\text{entrada}} = 1.4 \times 0.701 / v_s = 2.26 \text{ m}^2$$

La superficie de rejilla para la salida del aire caliente debe ser mayor que la superficie de la rejilla para la entrada de aire, admitiéndose la relación:

$$S_{\text{entrada}} = 0.92 \times S_{\text{salida}}$$

Por lo tanto la superficie mínima de la rejilla de salida es:

$$S_{\text{salida}} = 2.47 \text{ m}^2$$

El edificio dispondrá de una rejilla de ventilación para la entrada de aire situada en la parte lateral izquierda inferior a 0.5 metros del suelo, de dimensiones 2300x1000mm y superficie total de 2.3m², que es ligeramente superior a la necesaria. Para la salida de aire se dispone de una rejilla en la parte superior lateral (opuesta a la rejilla de entrada), 2m por encima de la anterior de dimensiones 2100x1200mm, con superficie de 2.5m². Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura, siendo la distancia media verticalmente de separación entre los puntos



medios de dichas rejilas de 2m, tal como ya se ha tenido en cuenta en el cálculo anterior y se colocarán de manera que queden opuestas la una a la otra facilitando así el flujo de aire.

Pamplona, Abril de 2010

Javier Lisarri Garrues



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 3: PLANOS

Javier Lisarri Garrues

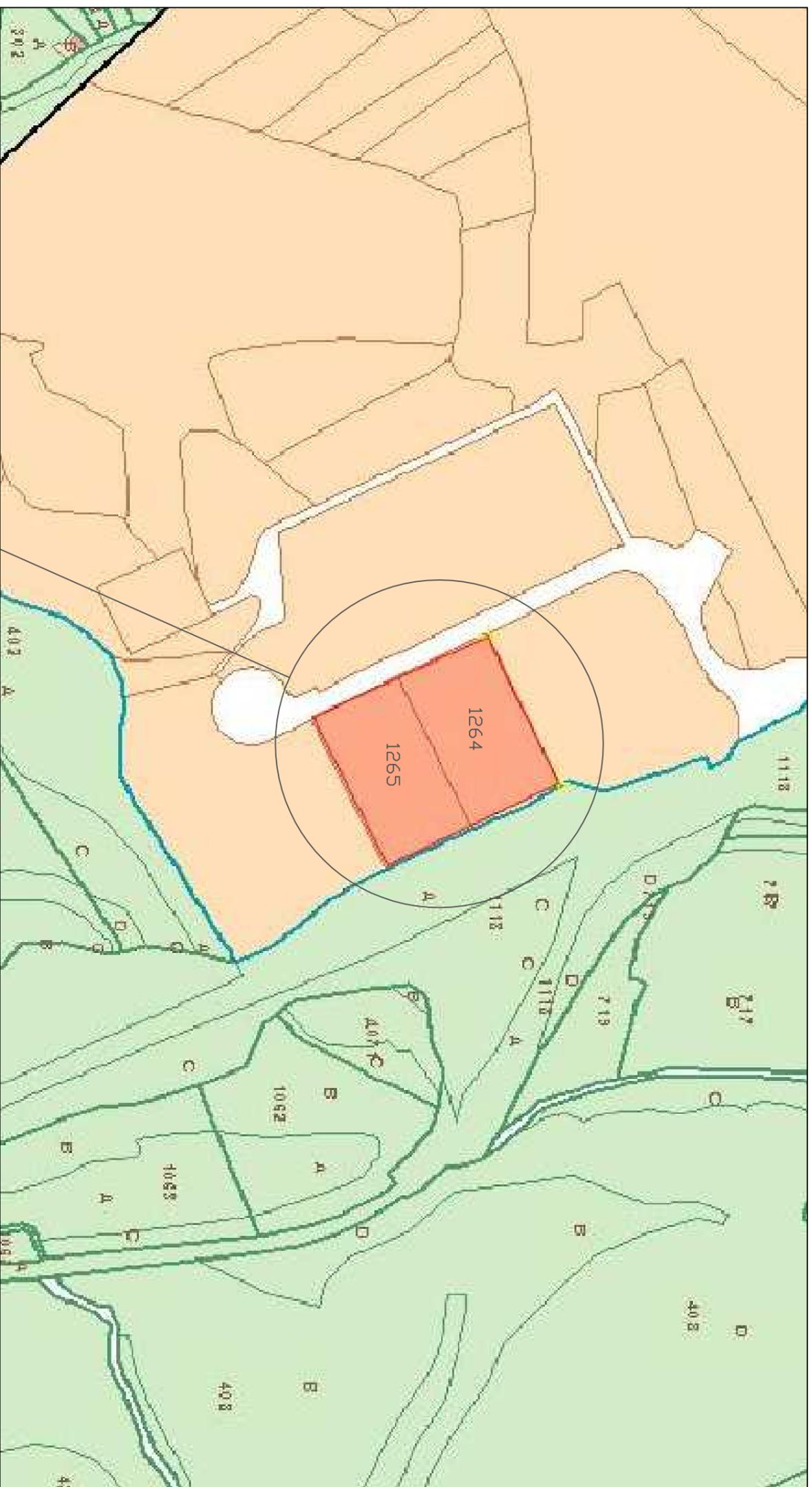
Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril de 2010

ÍNDICE:

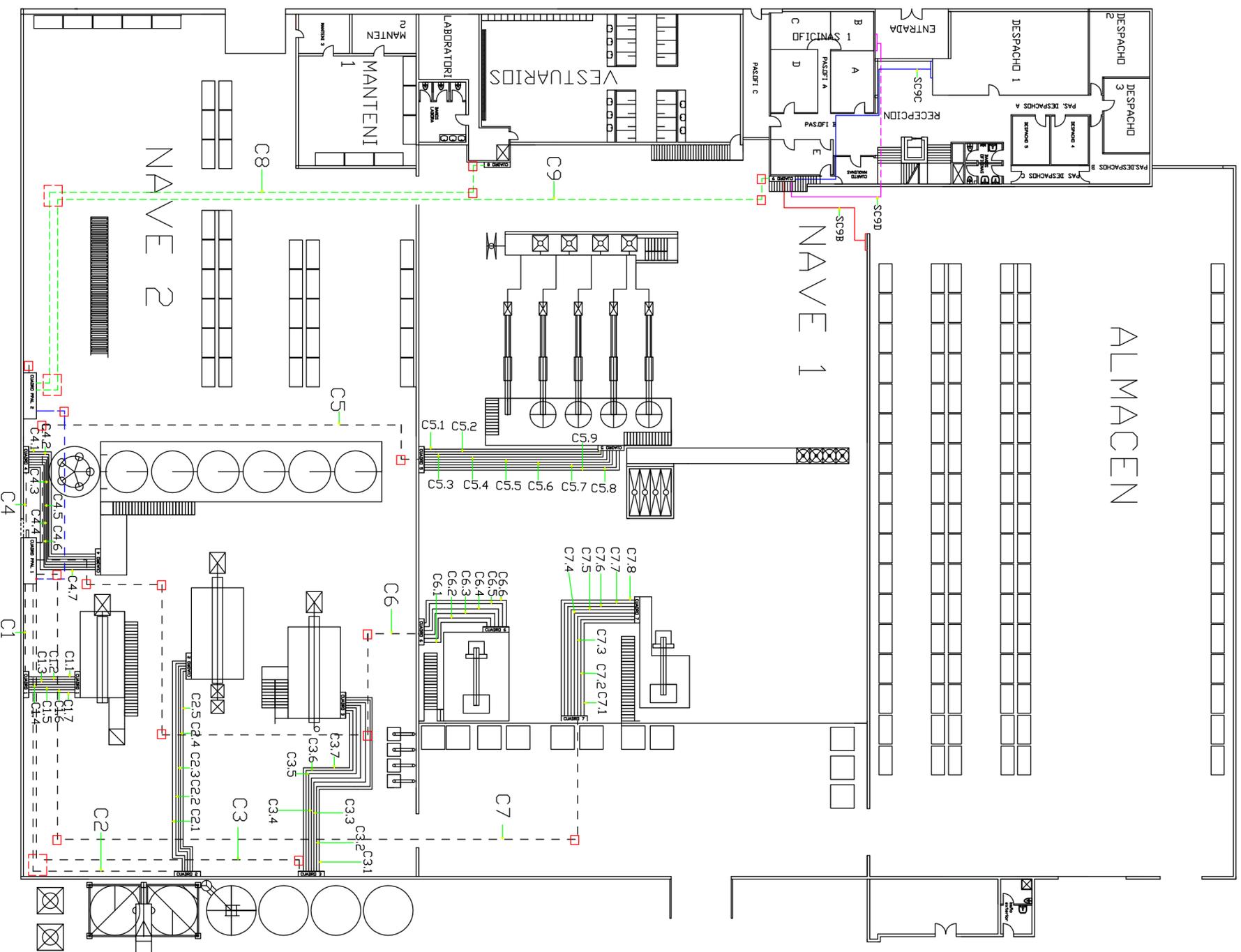
PLANO

Situación de la nave	1
Nave electrificada	2
Alumbrado de la nave	3
Esquema de mando alumbrado 1	4
Esquema de mando alumbrado 2	5
Esquema de mando alumbrado 3	6
Esquema de mando alumbrado 4	7
Nave con tomas de corriente	8
Diseño transformador	9
Esquema unifilar transformador	10
Tierras del centro de transformación	11
Esquema unifilar completo	12
Esquema unifilar CBT1	13
Esquema unifilar CBT2	14
Esquema unifilar CDG1	15
Esquema unifilar CDG2	16
Esquema unifilar CAUX1	17
Esquema unifilar CAUX2	18
Esquema unifilar CAUX3	19
Esquema unifilar CAUX4	20
Esquema unifilar CAUX5	21
Esquema unifilar CAUX6	22
Esquema unifilar CAUX7	23
Esquema unifilar CAUX8	24
Esquema unifilar CAUX9	25
Esquema unifilar CAUX9B	26
Esquema unifilar CAUX9C	27
Esquema unifilar CAUX9D	28



PARCELAS 9000 m²,
 UBICACION: ESTELLAKNAVARRA)
 NUEVO POLIGONO DE ORDIZ

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PRDYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION	
PLANO: UNIFILAR CAUX9D	FIRMA: LISARRI GARRUES, JAVIER	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
FECHA: 29/04/10	ESCALA: 1:2500	Nº PLANO: 1



ALMACEN

CIRCUITOS A CUADRO AUXILIARES

CABLE ARMADO BAJO TUBO RÍGIDO DE ACERO

- C1: 3X50/25+T25mm², Ø=110mm
- C2: 3X70/35+T35mm², Ø=125mm
- C3: 3X50/25+T25mm², Ø=110mm
- C4: 3X400/200+T200mm², Ø=350mm
- C5: 3X70/35+T35mm², Ø=125mm
- C6: 3X50/25+T25mm², Ø=110mm
- C7: 3X150/95+T95mm², Ø=180mm
- C8: 3X25/16+T16mm², Ø=90mm
- C9: 3X120/70+T70mm², Ø=160mm

CUADROS AUXILIARES A RECEPTORES

CABLE ARMADO EMPOTRADO BAJO TUBO RÍGIDO DE ACERO

RECEPTORES Nº 1

- silos y cintas negro de humo C11: 3X35/16+T16mm², Ø=50mm
- silos MP alimentación C12: 3X35/16+T16mm², Ø=50mm
- básculas dosificación C13: 3X35/16+T16mm², Ø=50mm
- extrusora doble usillo C14: 3X50/25+T25mm², Ø=63mm
- corte en cabeza y secador C15: 3X35/16+T16mm², Ø=50mm
- criba de material C16: 3X35/16+T16mm², Ø=50mm
- transporte material C17: 3X35/16+T16mm², Ø=50mm

RECEPTORES Nº 2

- silos MP alimentación C21: 3X15/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- extrusora doble usillo 2: 3X120/70+T70mm², Ø=75mm
- corte en cabeza y secador C23: 3X10/10+T10mm², Ø=32mm
- criba de material C24: 3X15/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- transporte material C25: 3X15/1,5+T1,5mm², Ø=16mm

RECEPTORES Nº 3

- silos MP alimentación C31: 3X15/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- tolvas mezcladoras material C32: 3X15/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- básculas dosificadores material C33: 3X4/4+T4mm², Ø=20mm
- extrusoradoble usillo C34: 3X50/25+T25mm², Ø=50mm
- corte en cabeza y secador C35: 3X4/4+T4mm², Ø=20mm
- criba de material C36: 3X15/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- transporte material C37: 3X15/1,5+T1,5mm², Ø=16mm

RECEPTORES Nº 4

- silos MP alimentación C41: 3X15/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- tolvas mezcladoras material C42: 3X35/16+T16mm², Ø=50mm
- básculas dosificación material C43: 3X15/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- extrusora doble usillo C44: 3X150/95+T95mm², Ø=75mm
- corte en cabeza y secador C45: 3X2,5/2,5+T2,5mm², Ø=20mm
- criba de material C46: 3X15/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- transporte d material C47: 3X15/1,5+T1,5mm², Ø=16mm

RECEPTORES Nº 5

- silos MP alimentación C51: 3X2,5/2,5+T2,5mm², Ø=20mm
- sistema transporte por vacío C52: 3X6/6+T6mm², Ø=25mm
- dosificadores gravimétricos C53: 3X10/10+T10mm², Ø=32mm
- A6 MARI5 C54: 3X10/10+T10mm², Ø=32mm
- A7 MARI5 C55: 3X10/10+T10mm², Ø=32mm
- A8 MARI5 C56: 3X10/10+T10mm², Ø=32mm
- CORTE EN CABEZA Y SECADOR C57: 3X2,5/2,5+T2,5mm², Ø=20mm
- CRIBA DE MATERIAL C58: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- TRANSPORTE DE MATERIAL C59: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm

RECEPTORES Nº 6

- silos MP alimentación C61: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- básculas dosificación C62: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- extrusora mono usillo C63: 3X95/50+T50mm², Ø=75mm
- corte en cabeza y secador C64: 3X4/4+T4mm², Ø=20mm
- criba de material C65: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- transporte de material C66: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm

RECEPTORES Nº 7

- básculas dosificación C71: 3X6/6+T6mm², Ø=25mm
- amasador k-neader C72: 3X70/35+T35mm², Ø=63mm
- extrusora silda material C73: 3X10/10+T10mm², Ø=32mm
- corte en cabeza y secador C74: 3X4/4+T4mm², Ø=20mm
- criba de material C75: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- compresor 1 C76: 3X6/6+T6mm², Ø=25mm
- compresor 2 C77: 3X4/4+T4mm², Ø=20mm
- compresor 3 C78: 3X4/4+T4mm², Ø=20mm

RECEPTORES Nº 8

- bombas impulsión C81: 3X4/4+T4mm², Ø=20mm
- torre evaporativa 1 C82: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- torre evaporativa 2 C83: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- montacargas fábrica C84: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- montacargas laboratorio C15: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- filtro nº1 C85: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- filtro nº2 C87: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- filtro nº1 C88: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- filtro nº2 C89: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm

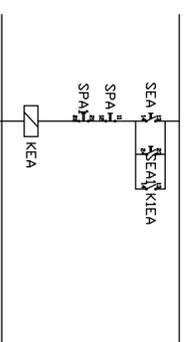
RECEPTORES Nº 9

- grupo frío oficinas C91: 3X2,5/2,5+T2,5mm², Ø=20mm
- grupo calor oficinas C92: 3X2,5/2,5+T2,5mm², Ø=20mm
- grupo climatización laboratorio C93: 3X2,5/2,5+T2,5mm², Ø=20mm
- extrusora pruebas C94: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- extrusora probetas C95: 3X1,5/1,5+T1,5mm², Ø=16mm
- SC9B: 3X25/16+T16mm², Ø=50mm
- SC9C: 3X10/10+T10mm², Ø=32mm
- SC9D: 3X10/10+T10mm², Ø=32mm

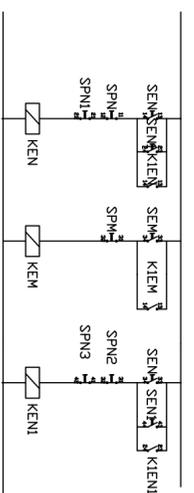
ARQUETAS

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION	REALIZADO: LISARRI GARRUES, JAVIER
			PLANO: SCE NAVE INDUSTRIAL .CCTO ELÉCTRICO	FIRMA:

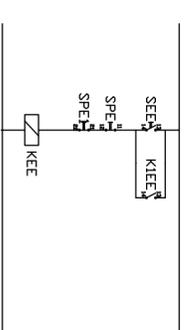
CIRCUITO C MANDO



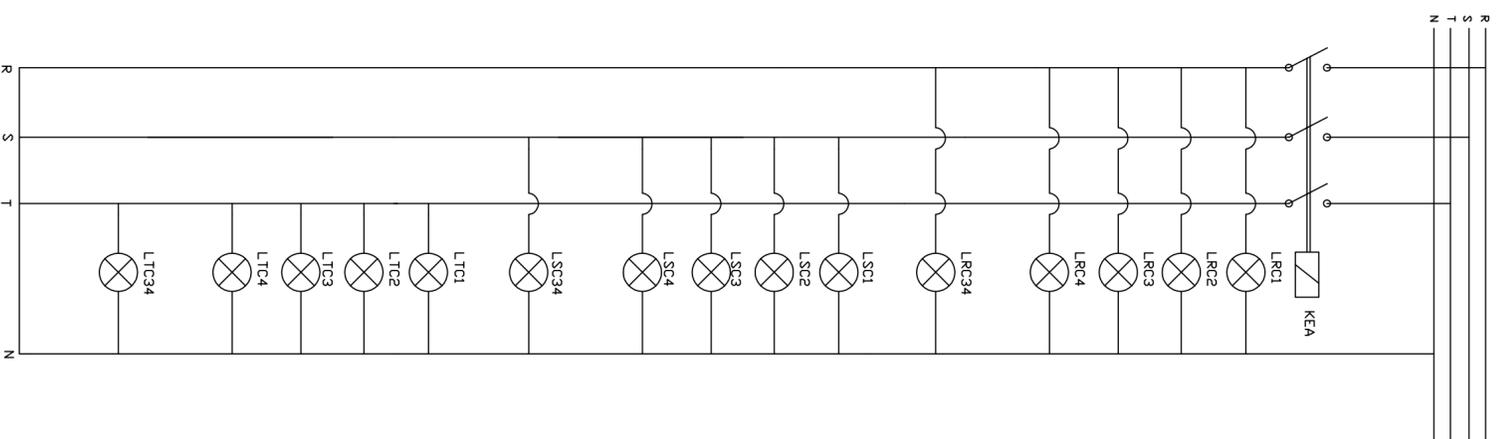
CIRCUITO F MANDO



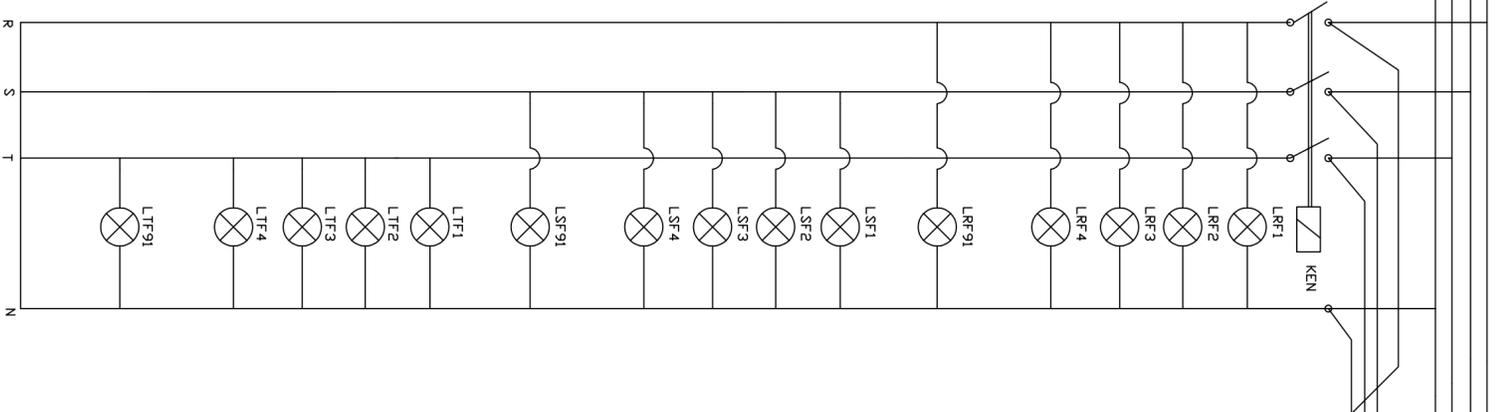
CIRCUITO Q MANDO



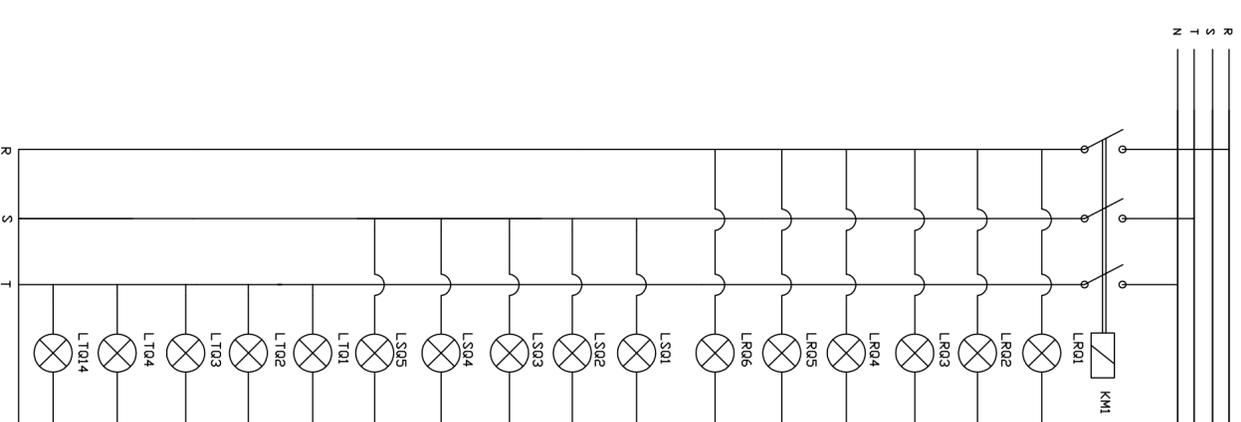
CIRCUITO C FUERZA



CIRCUITO F FUERZA

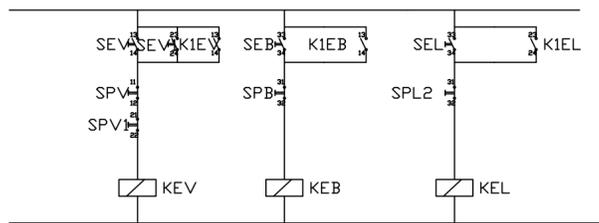


CIRCUITO Q FUERZA

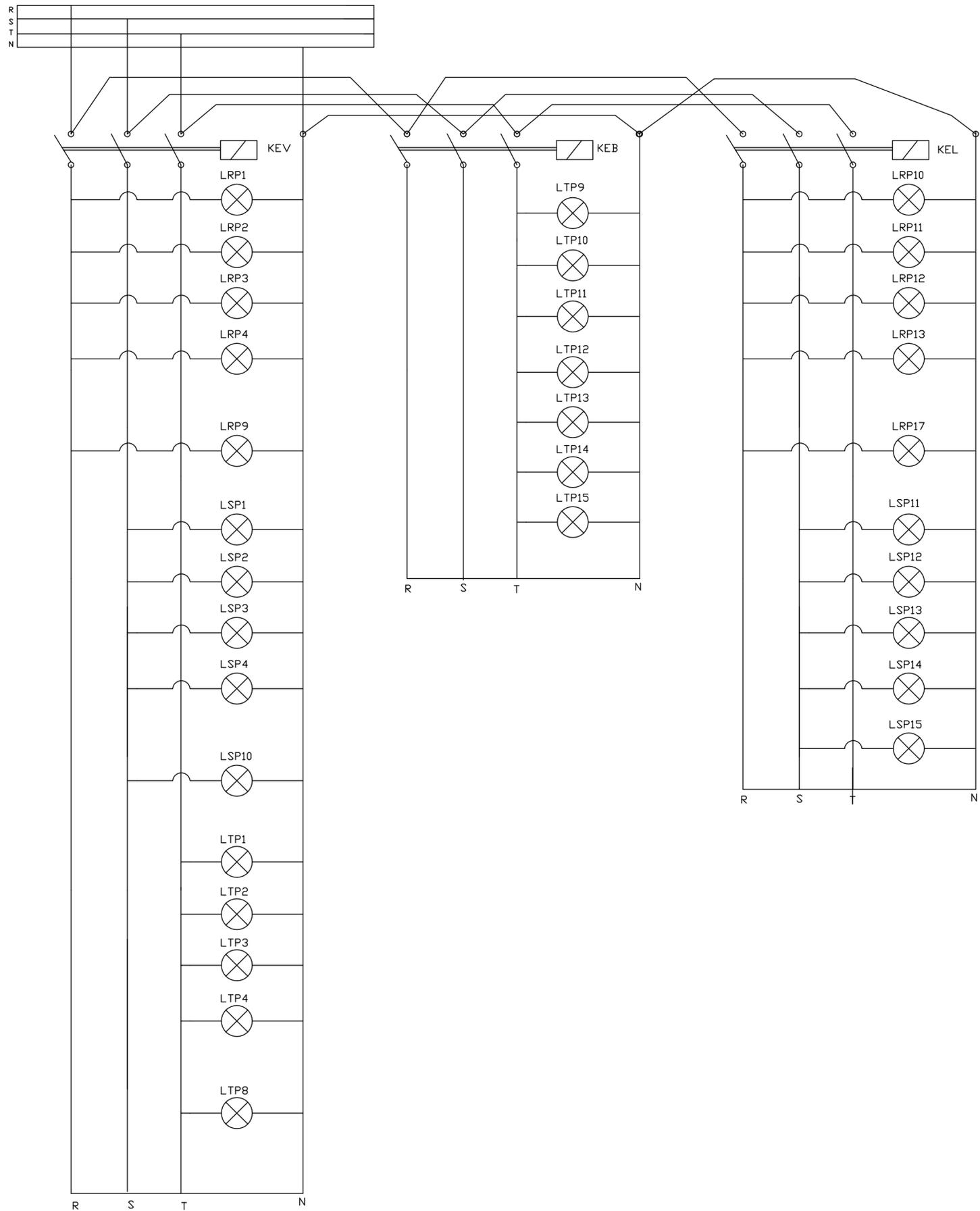


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION		REALIZADO: LISARRI GARRUES, JAVIER	
PLANO: SCE MANDO Y FUERZA LUZ 1	FIRMA:	FECHA: 29-04-10 S/E	ESCALA: N° P 4

CIRCUITO P MANDO

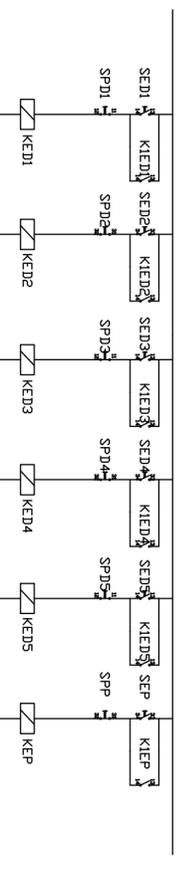


CIRCUITO P FUERZA

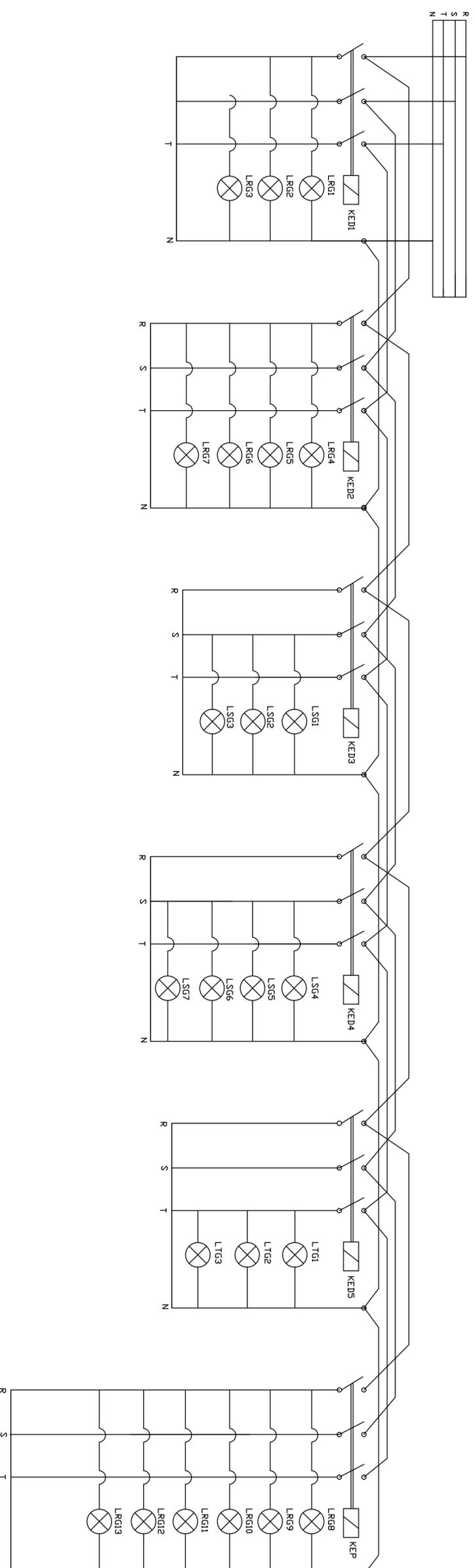


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION	
PLANO: SCE MANDO Y FUERZA LUZ 2	REALIZADO: LISARRI GARRUES, JAVIER	FIRMA:
FECHA: 29-04-10	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 5

CIRCUITO M MANDO



CIRCUITO M FUERZA



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
**INSTALACION ELECTRICA DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACION**

REALIZADO:
**LISARRI GARRUES,
JAVIER**

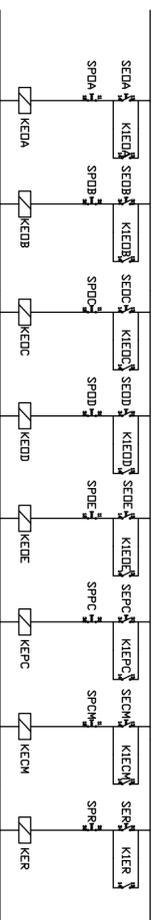
PLANO:

SCE MANDO Y FUERZA 3

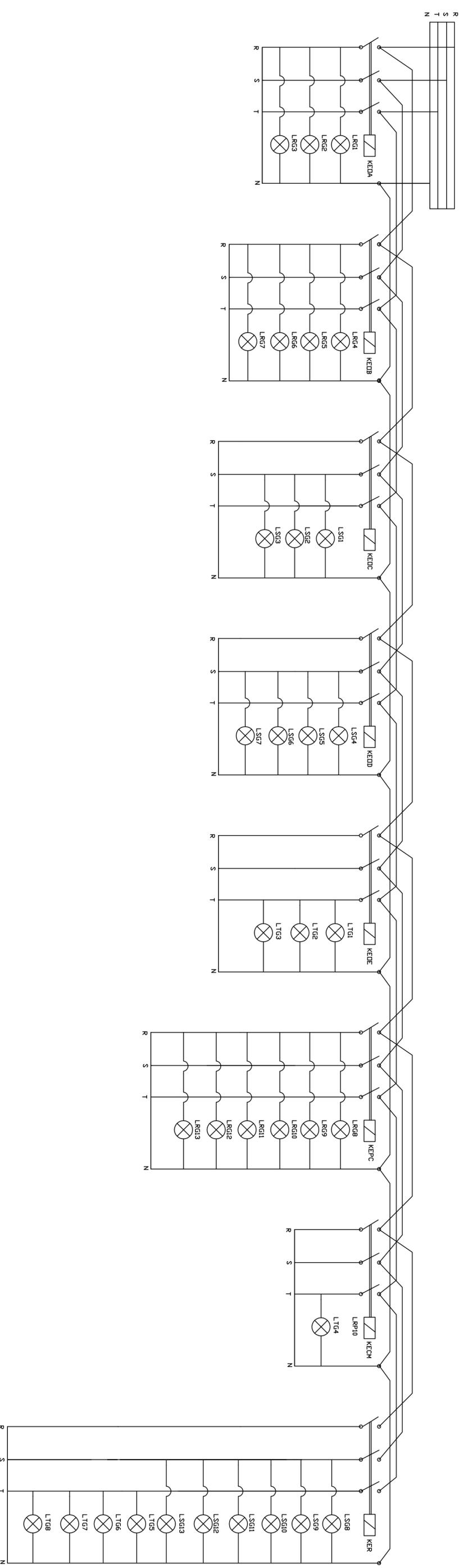
FECHA: 29-04-10
ESCALA: S/E

Nº PLANO

CIRCUITO G MANDO



CIRCUITO G FUERZA



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:
**INSTALACION ELECTRICA DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACION**

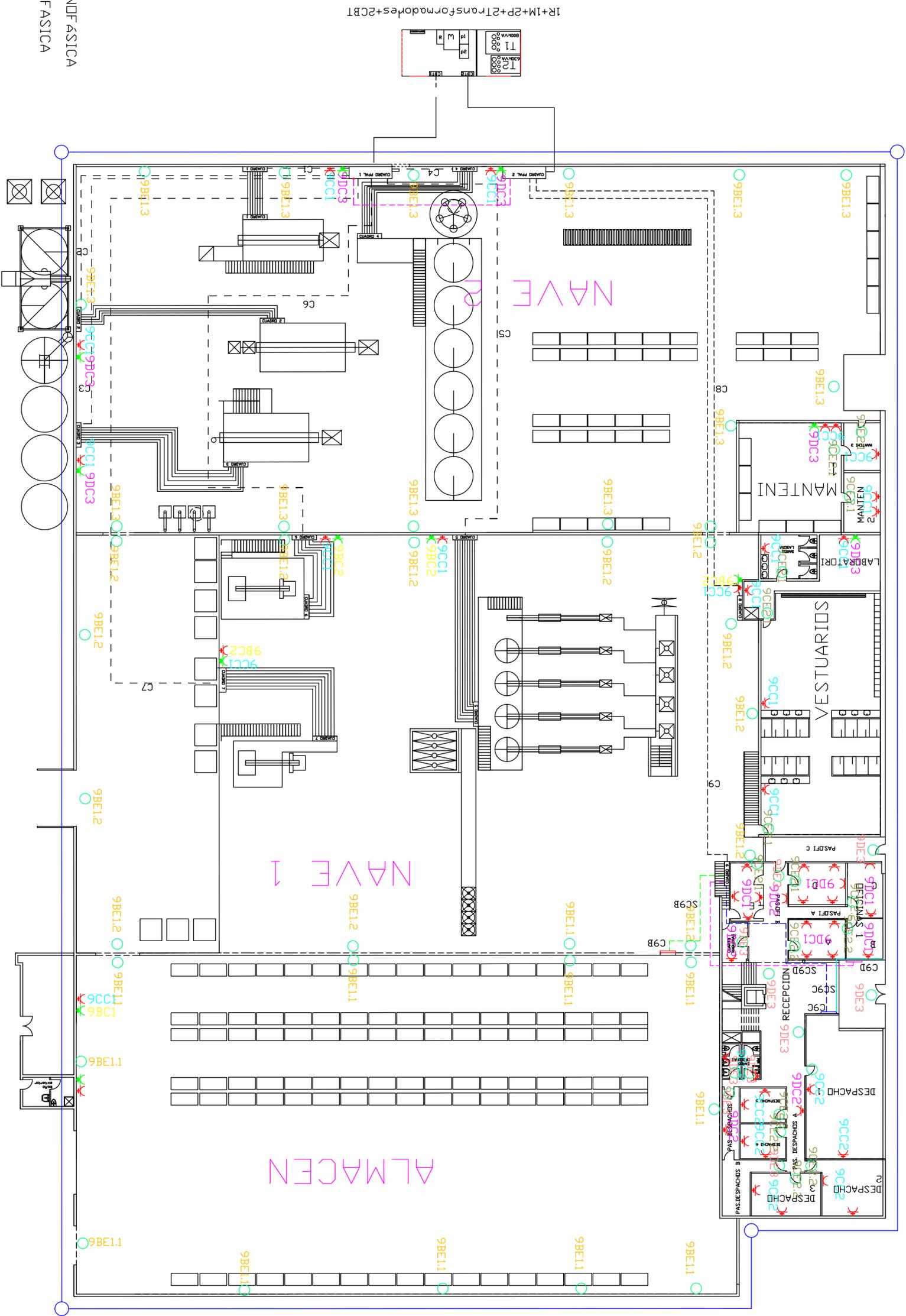
REALIZADO:
**LISARRI GARRUES,
JAVIER**

PLANO:

SCE MANDO Y FUERZA 4

FECHA: 29-04-10
ESCALA: S/E





✱ TOMA MONOFASICA
✱ TOMA TRIFASICA

9BC1 tomas trifásicas almacén (3x2,5/2,5+T2,5)
 9BC2 tomas trifásicas nave 1 (3x2,5/2,5+T2,5)

T.C monofásicas, almacén,
 naves, mantenimiento,
 laboratorio,
 baños/laboratorio,
 vestuarios (3x1,5/1,5+T1,5)

9CC2 T.C monofásicas, despachos,
 baños oficinas (3x1,5/1,5+T1,5)
 9DC1 tomas monofásicas oficinas 3x6/6+T6

9DC2 tomas monofásicas pasillos y cuarto de máquinas 3x(1,5/1,5+T1,5)
 9DC3 tomas trifásicas nave2, mantenimiento y laboratorio 3x(4/4+T4)

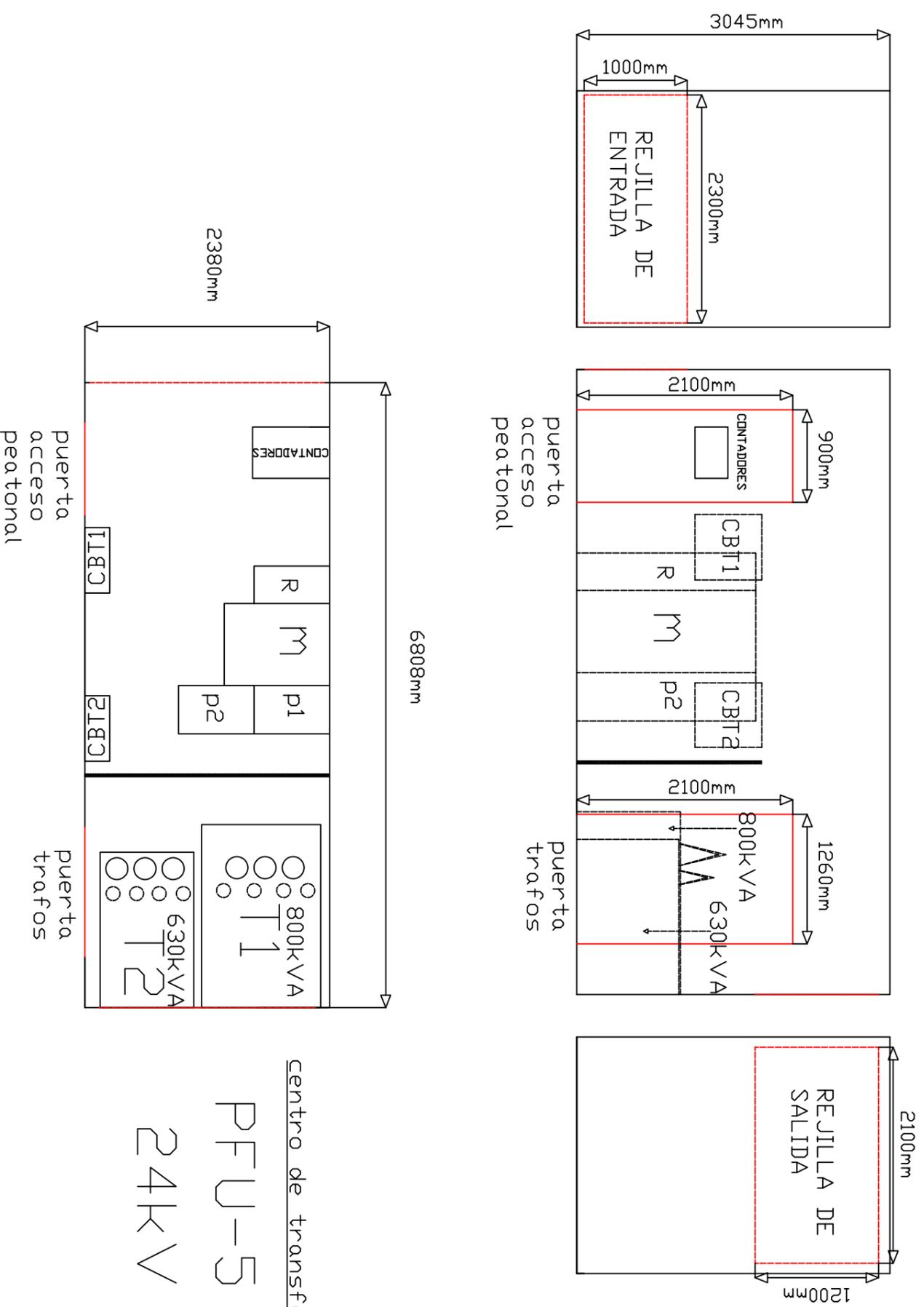
○ EMERGENCIA

9BE11 9BE12 9BE13 ALUMBRADO DE EMERGENCIA 1 (3x1,5/1,5+T1,5)
 9CE2.1 9CE2.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA 2 (3x1,5/1,5+T1,5)
 9DE3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA 3 (3x1,5/1,5+T1,5)

50mm² enterrado a 0,8metros
 ○ TIERRA NAVE INDUSTRIAL

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION	REALIZADO: LISARRI GARRUES, JAVIER
PLANO: SCE NAVE INDUSTRIAL, T DE CORRIENTE	FIRMA:	FECHA: 29/04/10
		ESCALA: 1:200
		Nº PLANO:

1R+1M+2P+2T Transformadores+2CBT



centro de transformación

PFU-5

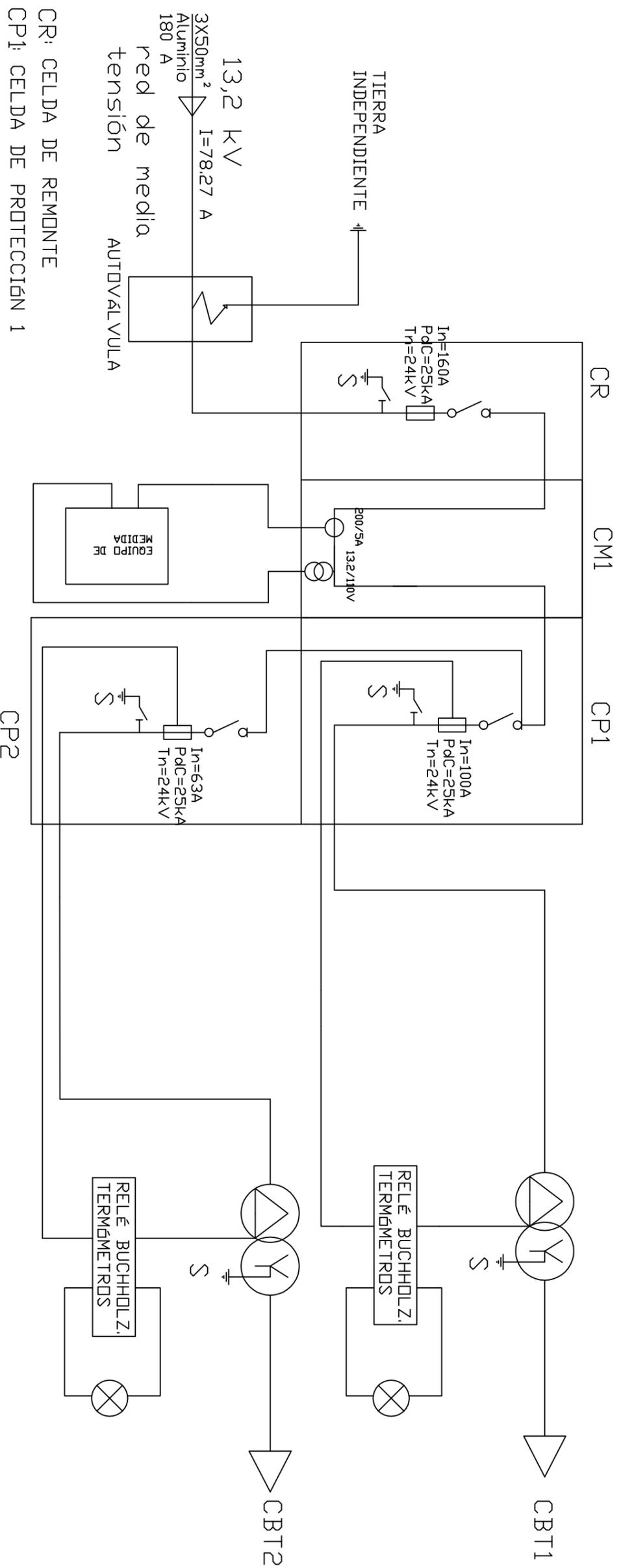
24KV

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	REALIZADO: LISARRI GARRUES, JAVIER	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
**INSTALACION ELECTRICA DE UNA
 NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
 TRANSFORMACION**

PLANO:
ESQUMA TRANSFORMADOR

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
29-04-10	1:50	9



CR: CELDA DE REMONTE
 CP1: CELDA DE PROTECCIÓN 1
 CM1: CELDA DE MEDIDA 1
 CP2: CELDA DE PROTECCIÓN 2

☐: INTERRUPTOR SECCIONADOR

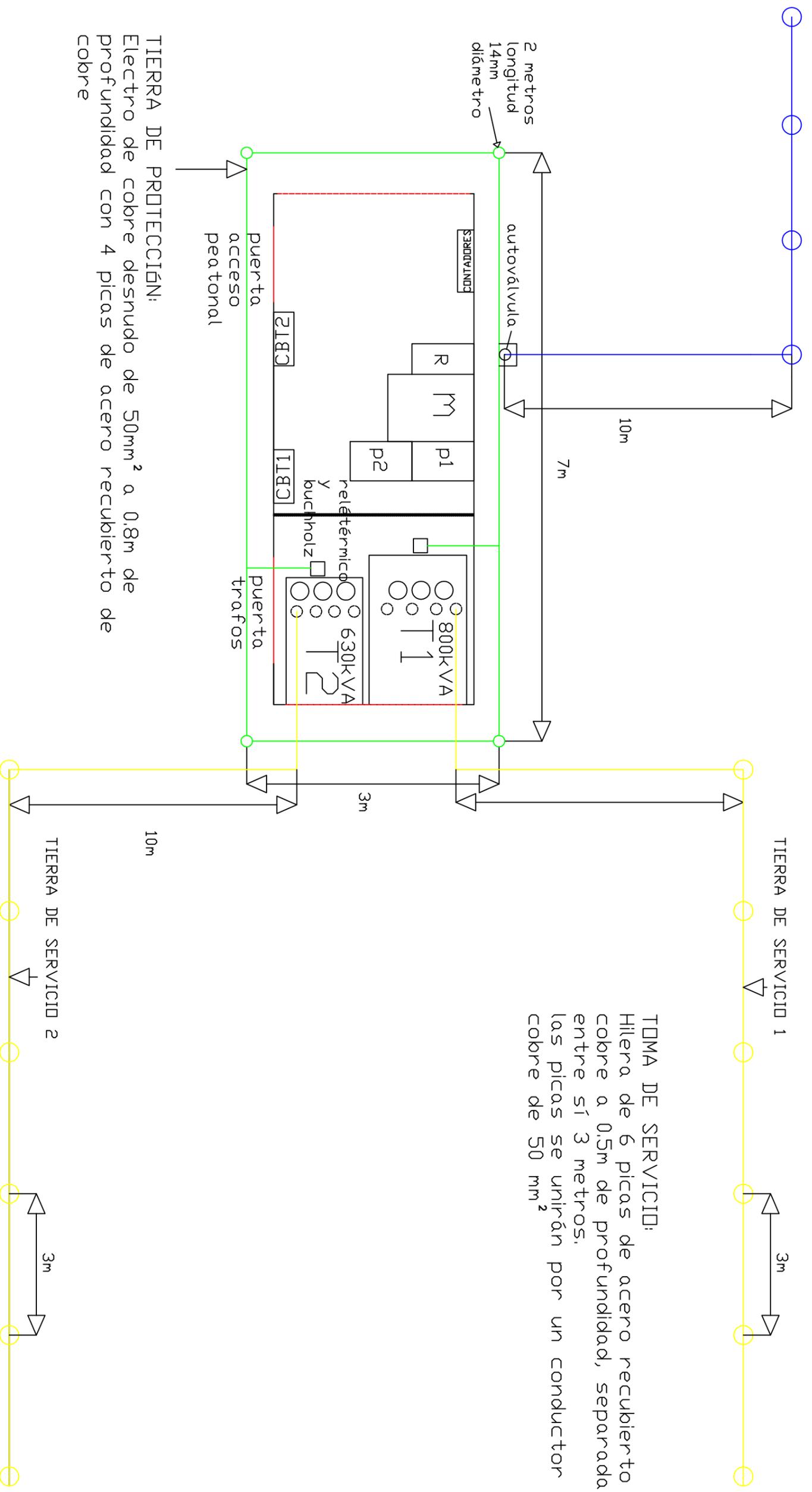
☐: INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE CORTE CON FUSIBLE

⊙: 3 TRANSFORMADORES DE MEDIDA DE INTENSIDAD PARA CADA TRANSFORMADOR

(relación: 15-20/5A, 15VA, clase 0.5 24kV)

⊙: 2 TRANSFORMADORES DE MEDIDA DE TENSIGN PARA CADA TRANSFORMADOR (relación: 13200-20000/110V, 50VA, clase0.5 24kV)

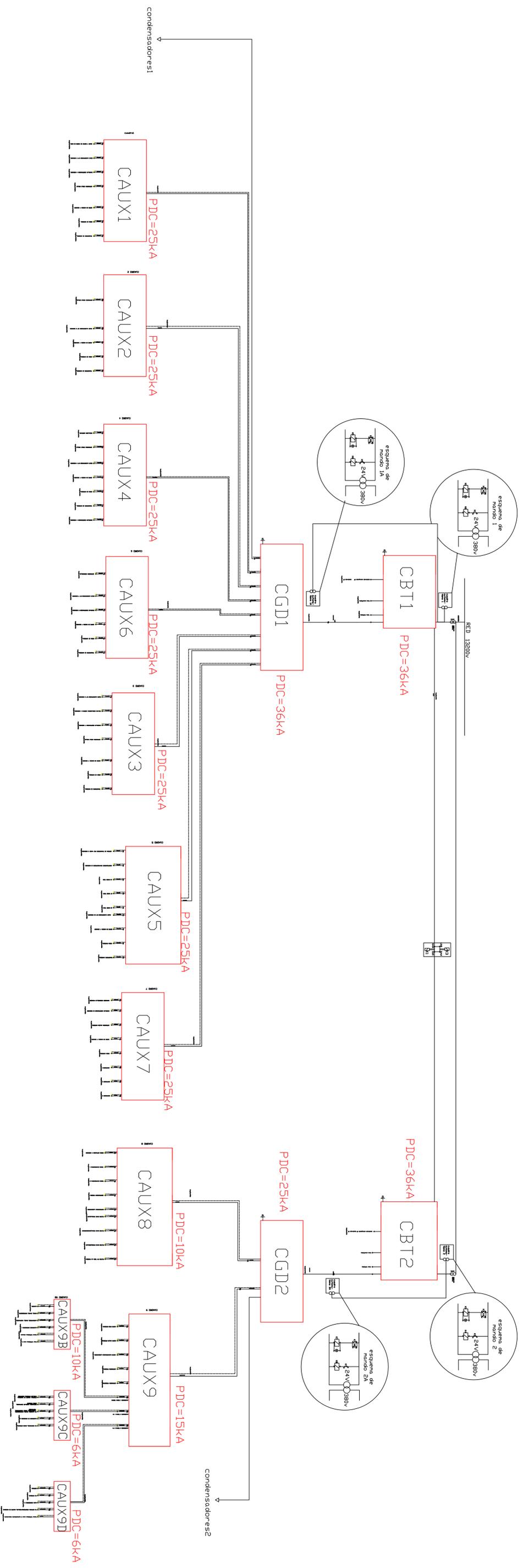
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION				REALIZADO: LISARRI GARRUES, JAVIER	
PLANO: UNIFILAR TRANSFORMADOR		FECHA: 29-04-10	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 10	



TOMA DE SERVICIO:
 Hilera de 6 picas de acero recubierto de cobre a 0.5m de profundidad, separadas entre sí 3 metros.
 las picas se unirán por un conductor de cobre de 50 mm²

TIERRA DE PROTECCIÓN:
 Electro de cobre desnudo de 50mm² a 0.8m de profundidad con 4 picas de acero recubierto de cobre

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	REALIZADO: LISARRI GARRUES, JAVIER	
			FIRMA:	
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION		FECHA: 29-04-10		
PLANO: TIERRAS DEL CT		ESCALA: 1:50		Nº PLANO: 11



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION	REALIZADO: USARRI GARRUES, JAVIER
PLANO: SCE UNIFILAR TOTAL	FIRMA:	ESCALA:

RED 13200V

ACOMETIDA

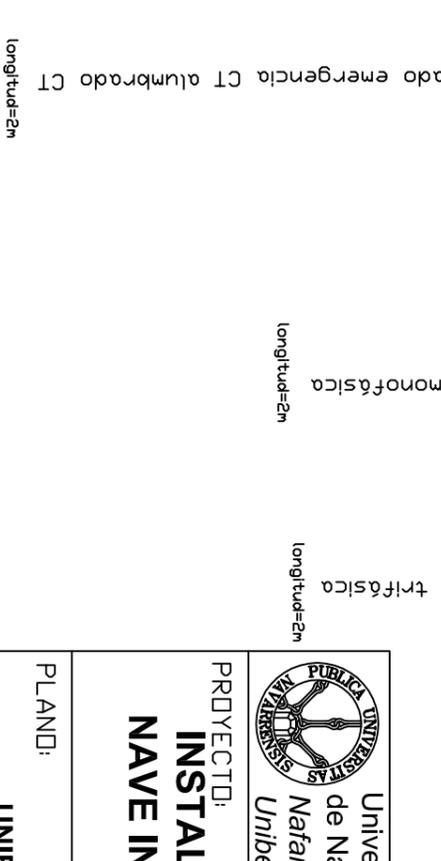
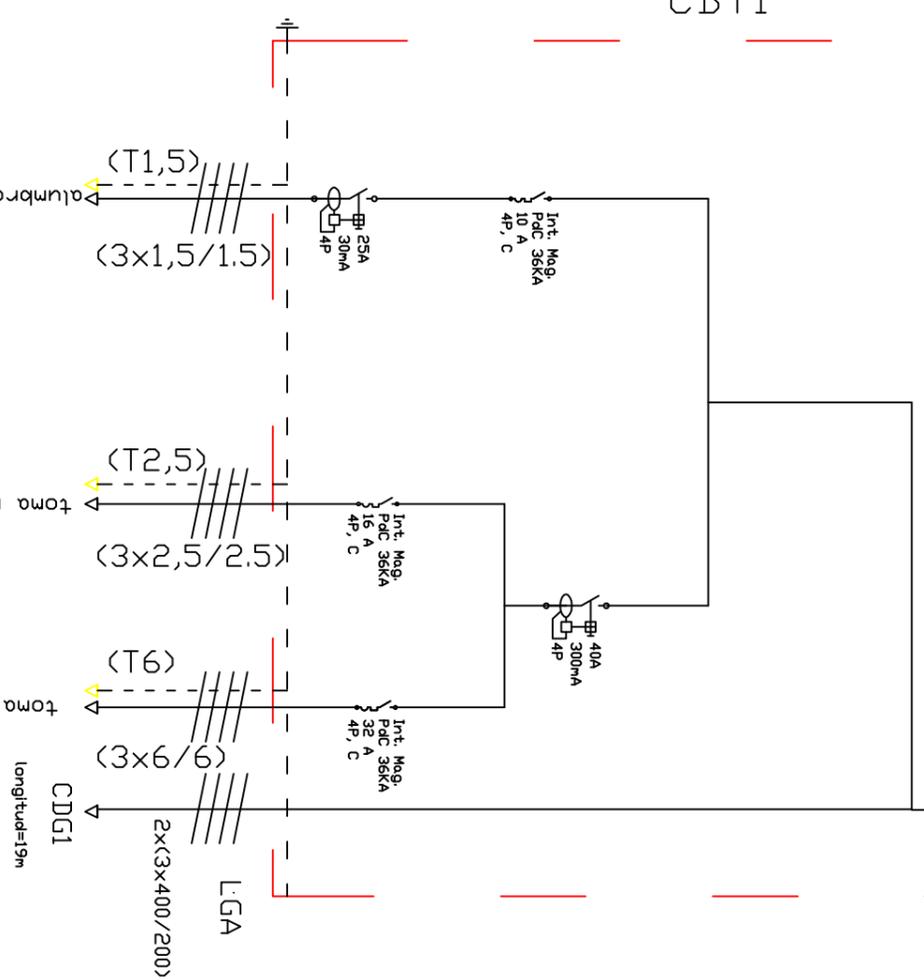
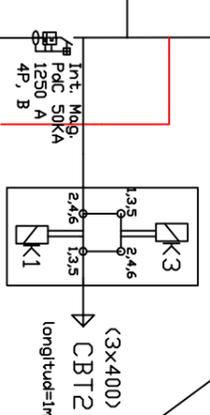
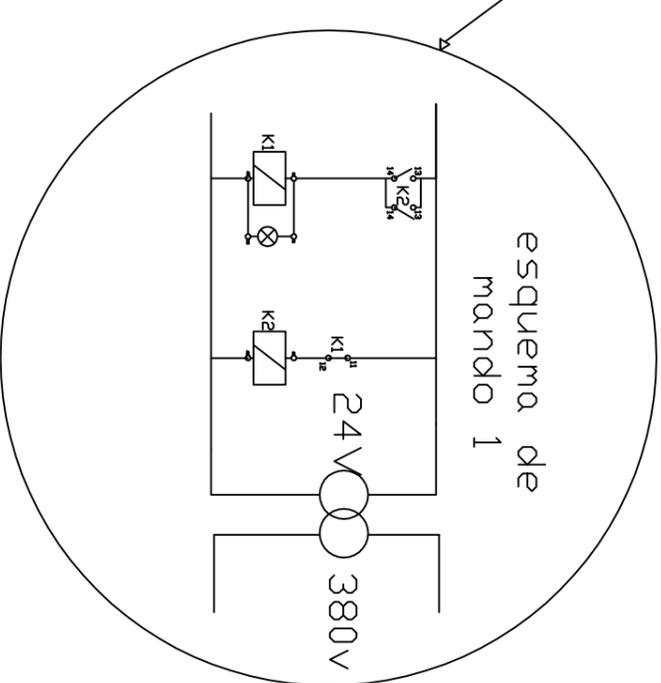
TRAFD 1
13200/400
800KVA

TRAFD 2

cuadro automa-
tismo 1

AUTOMATISMO
1A

CBT1



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

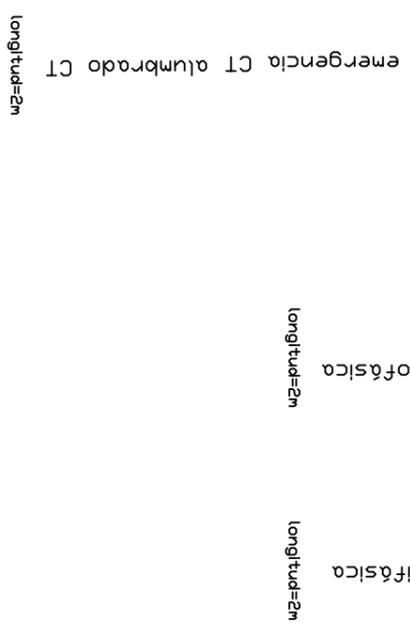
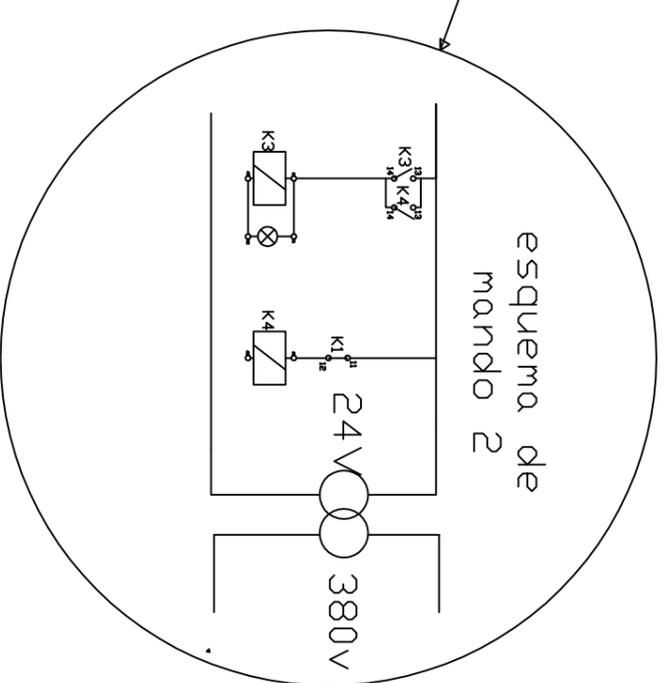
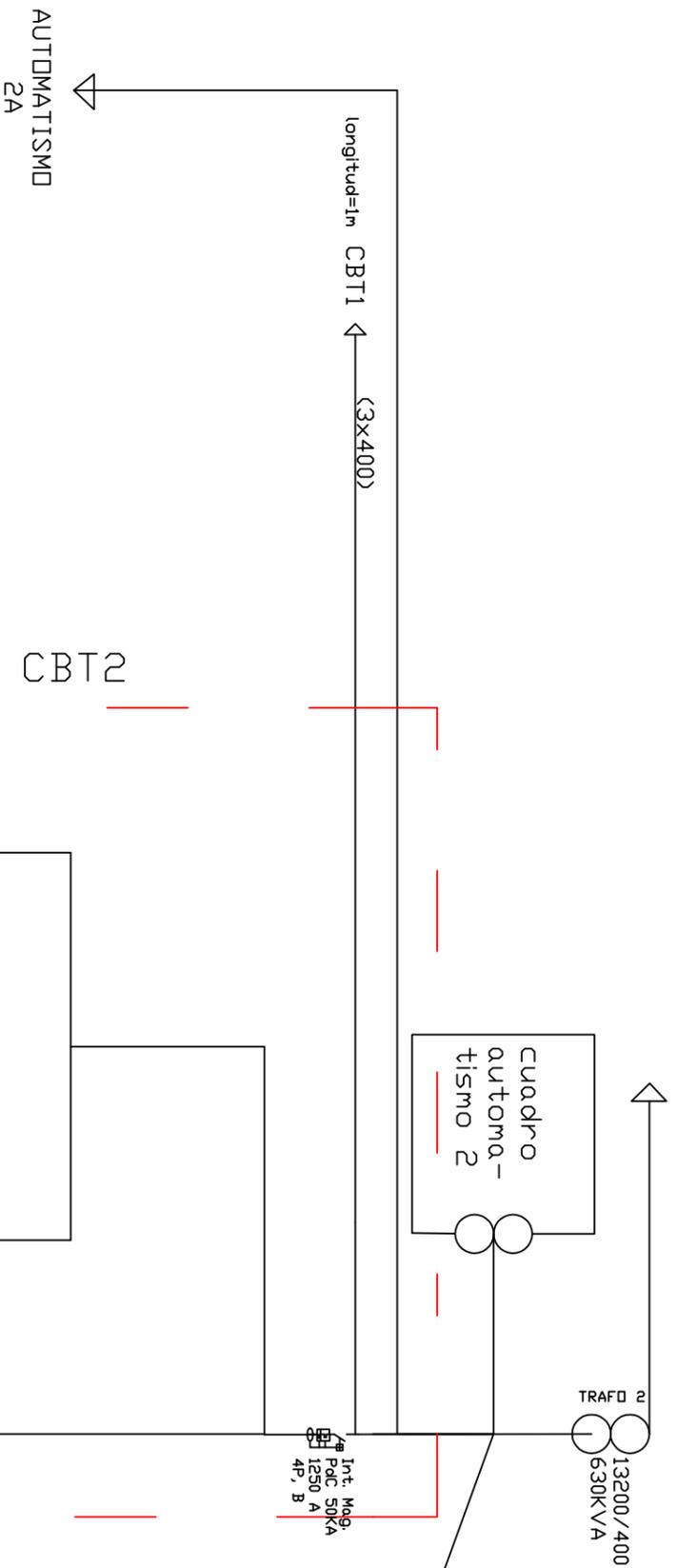
E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
**INSTALACION ELECTRICA DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACION**

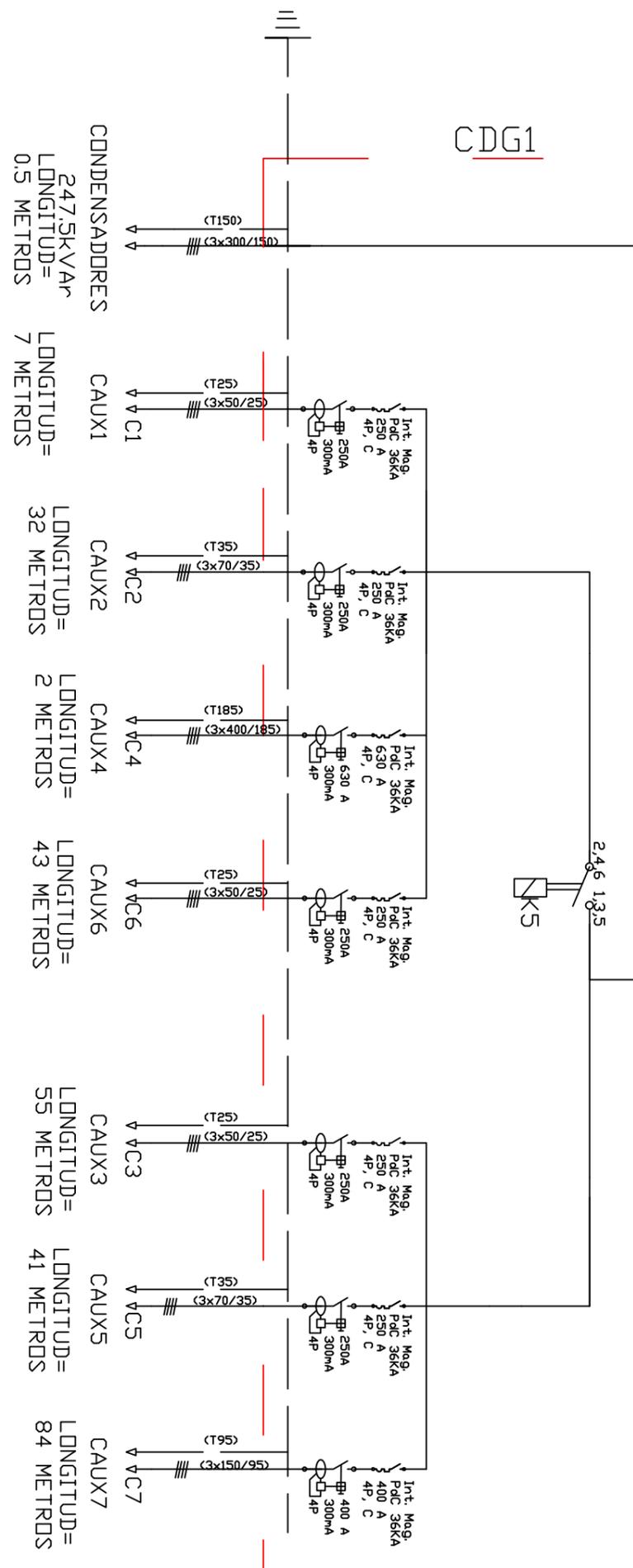
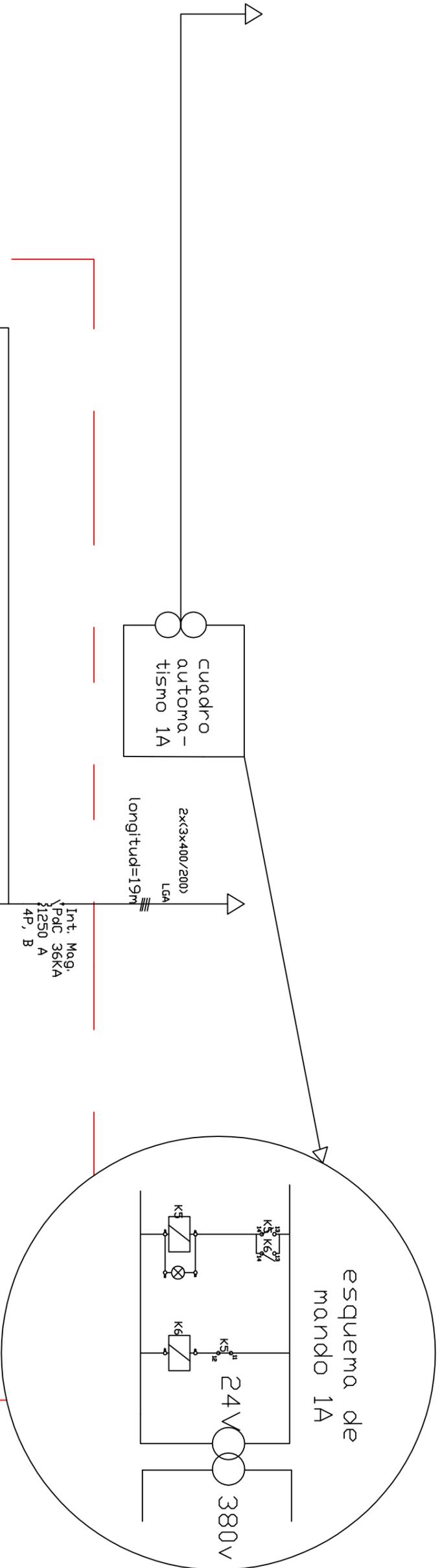
REALIZADO:
**LISARRI GARRUES,
JAVIER**

PLANO:	UNIFILAR CBT1		
FECHA:	29-04-10	ESCALA:	S/E
FIRMA:	[Signature]		
Nº PLANO:	13		



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	REALIZADO: LISARRI GARRUES, JAVIER	

PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION		FIRMA:	
PLANO: UNIFILAR CBT2		FECHA: 29-04-10	ESCALA: S/E



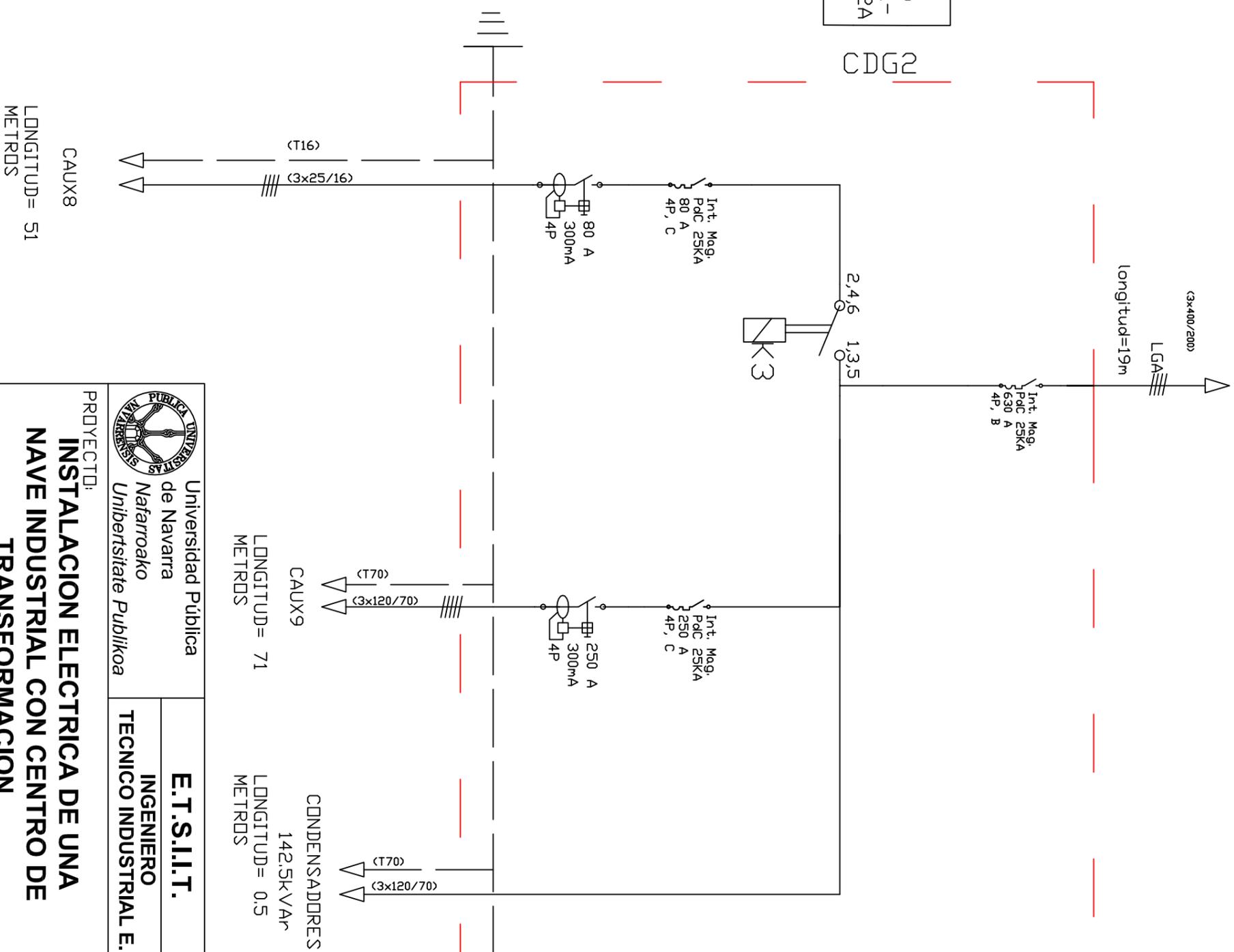
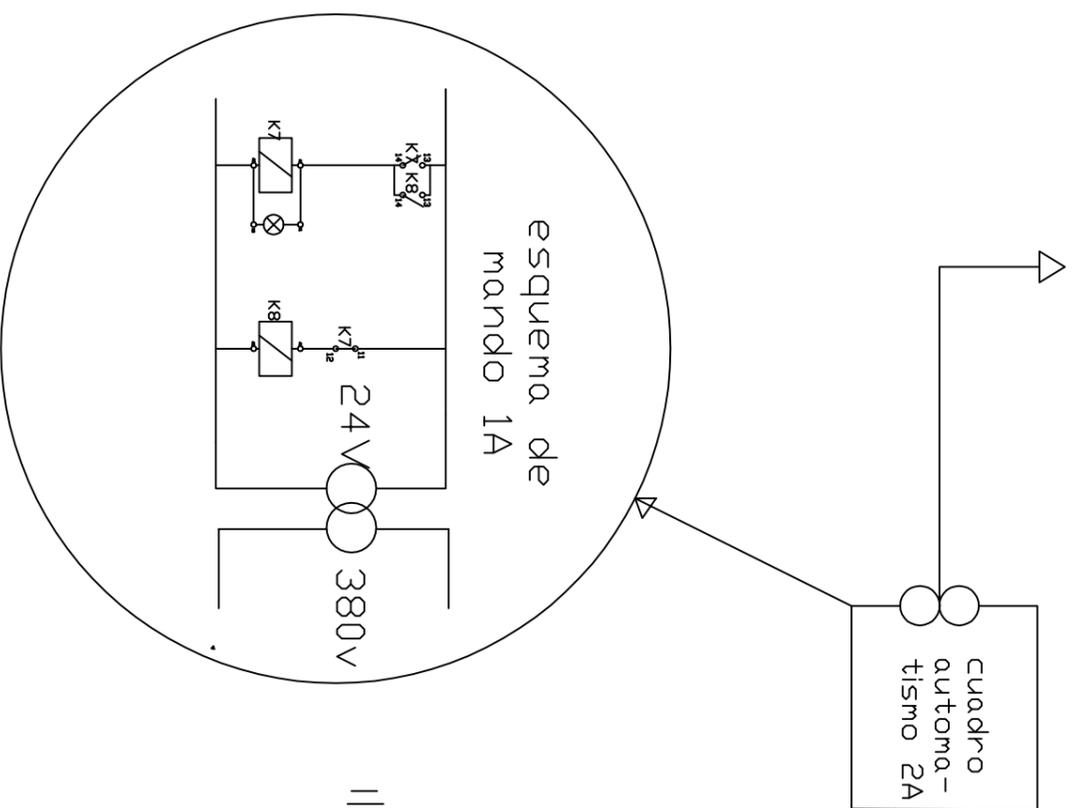
CONDENSADORES	CAUX1	CAUX2	CAUX4	CAUX6	CAUX3	CAUX5	CAUX7
247.5kVAr							
LONGITUD= 0.5 METROS	LONGITUD= 7 METROS	LONGITUD= 32 METROS	LONGITUD= 2 METROS	LONGITUD= 43 METROS	LONGITUD= 55 METROS	LONGITUD= 41 METROS	LONGITUD= 84 METROS


 Universidad Pública de Navarra
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa
E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
 REALIZADO: LISARRI GARRUES, JAVIER

PROYECTO: **INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION**

PLANO:	UNIFILAR CDG1
FECHA:	29-04-10
ESCALA:	S/E
Nº PLANO:	15



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

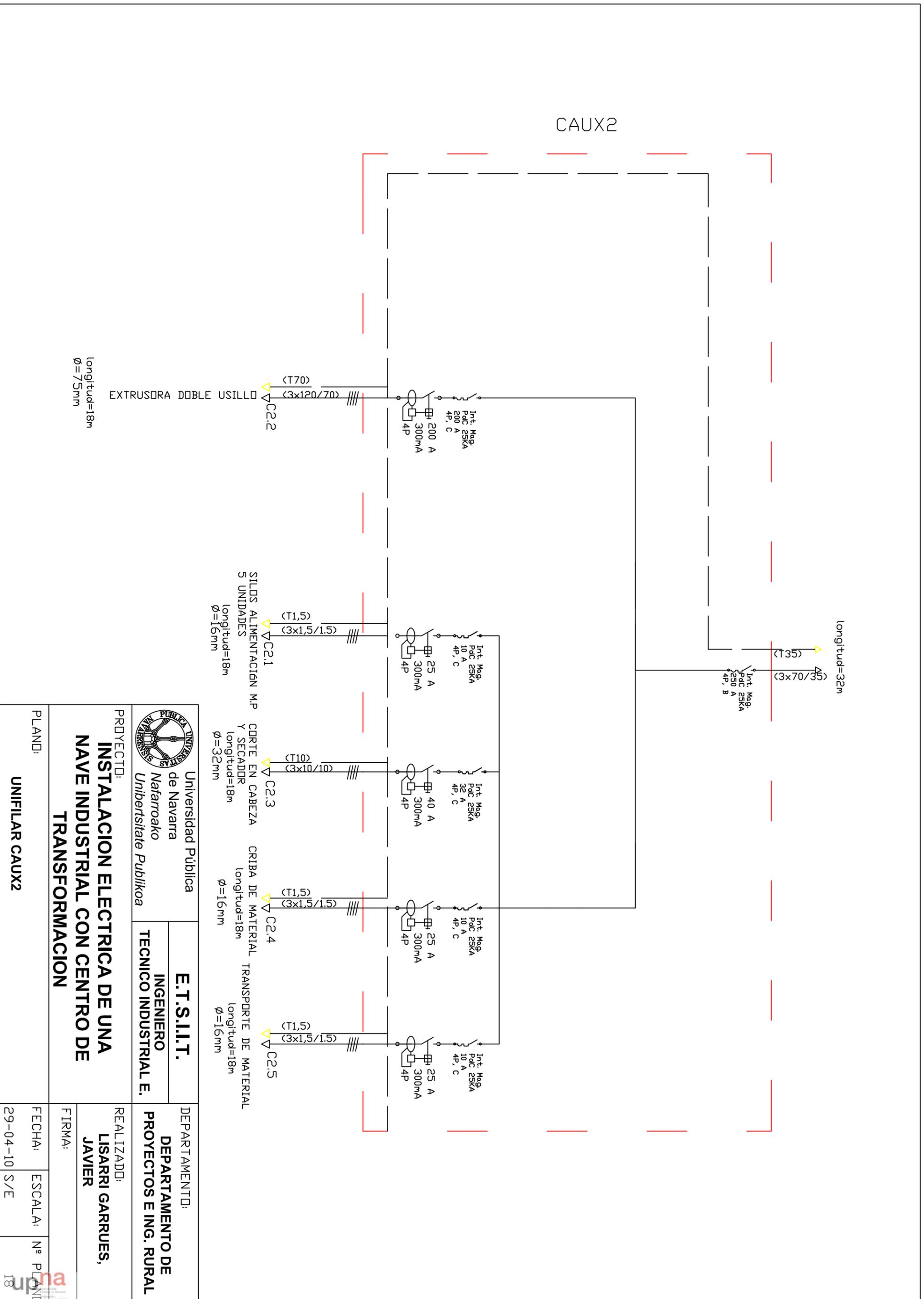
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
**INSTALACION ELECTRICA DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACION**

REALIZADO:
**LISARRI GARRUES,
JAVIER**

PLANO:
UNIFILAR CDG2

FECHA: 29-04-10 ESCALA: S/E Nº PLANO: 16



longitud=18m
 $\phi=75\text{mm}$

longitud=32m


 Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

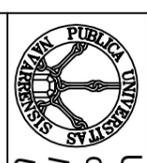
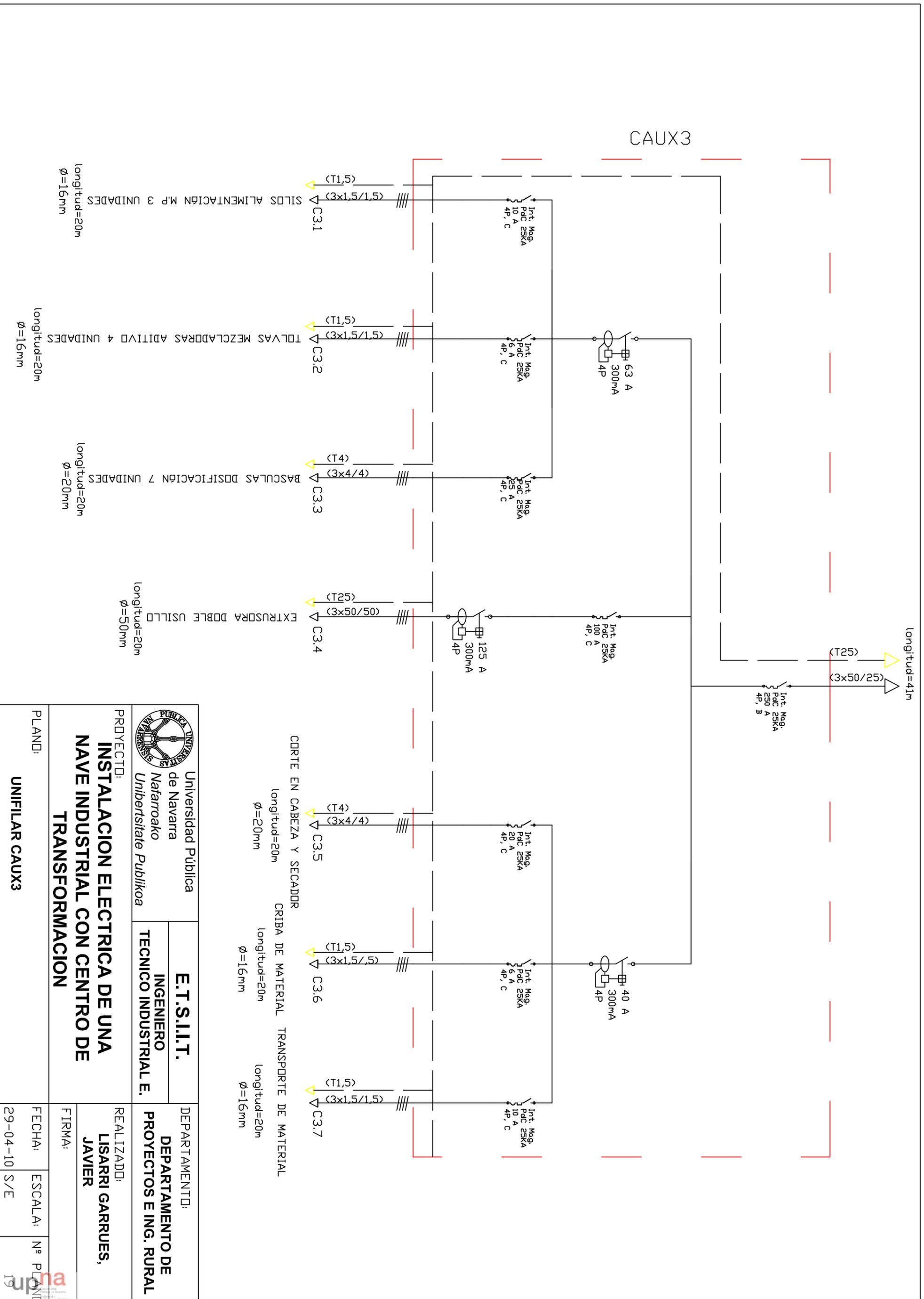
E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO
 TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
**INSTALACION ELECTRICA DE UNA
 NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
 TRANSFORMACION**

REALIZADO:
**LISARRI GARRUES,
 JAVIER**

PLANO:	UNIFILAR CAUX2		
FECHA:	29-04-10	ESCALA:	S/E
PLANO:		Nº PLANO:	18



Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa

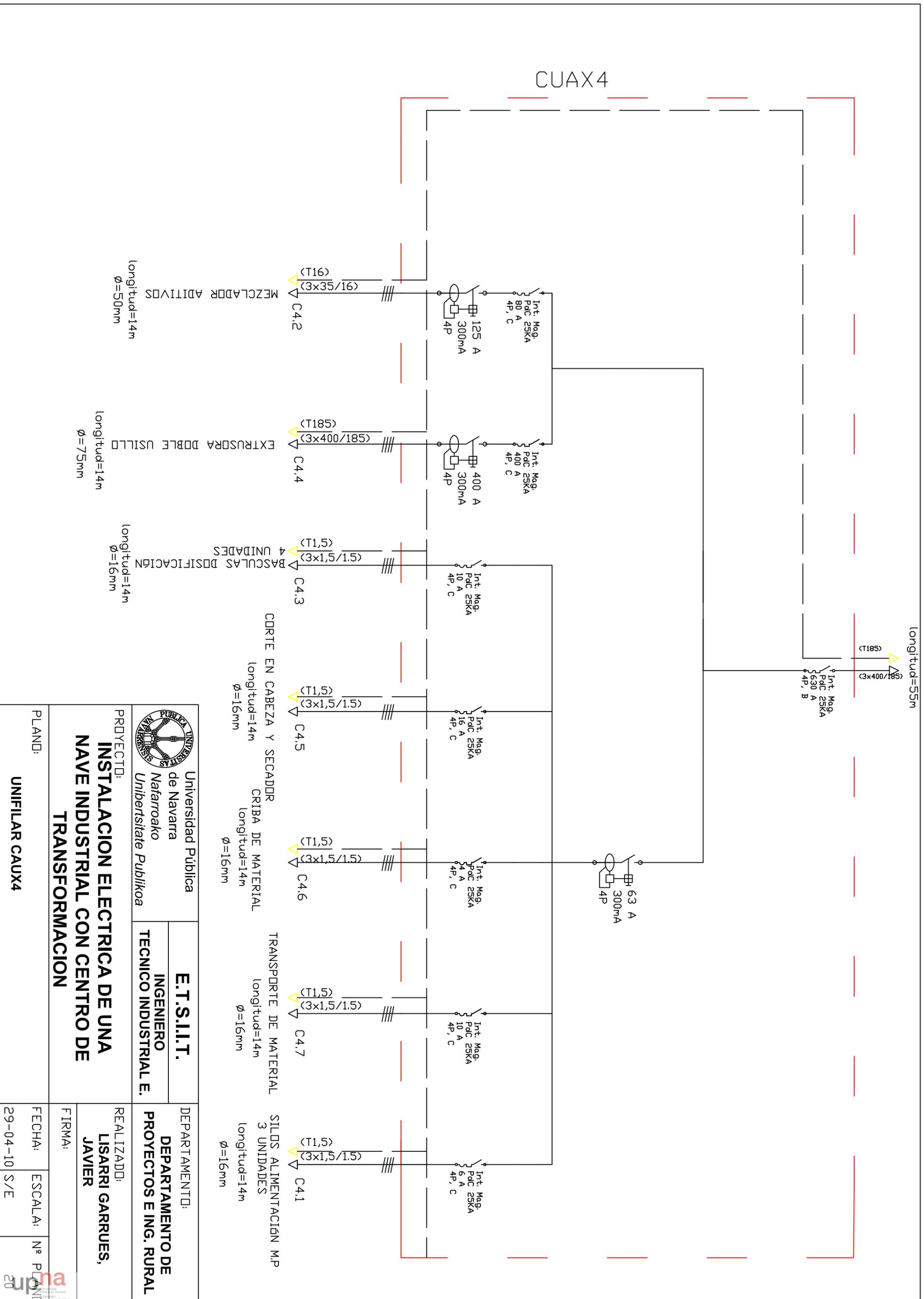
E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION

REALIZADO:
LISARRI GARRUES, JAVIER

PLANO:	UNIFILAR CAUX3		
FECHA:	29-04-10	ESCALA:	S/E
Nº PLANO:	19		



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

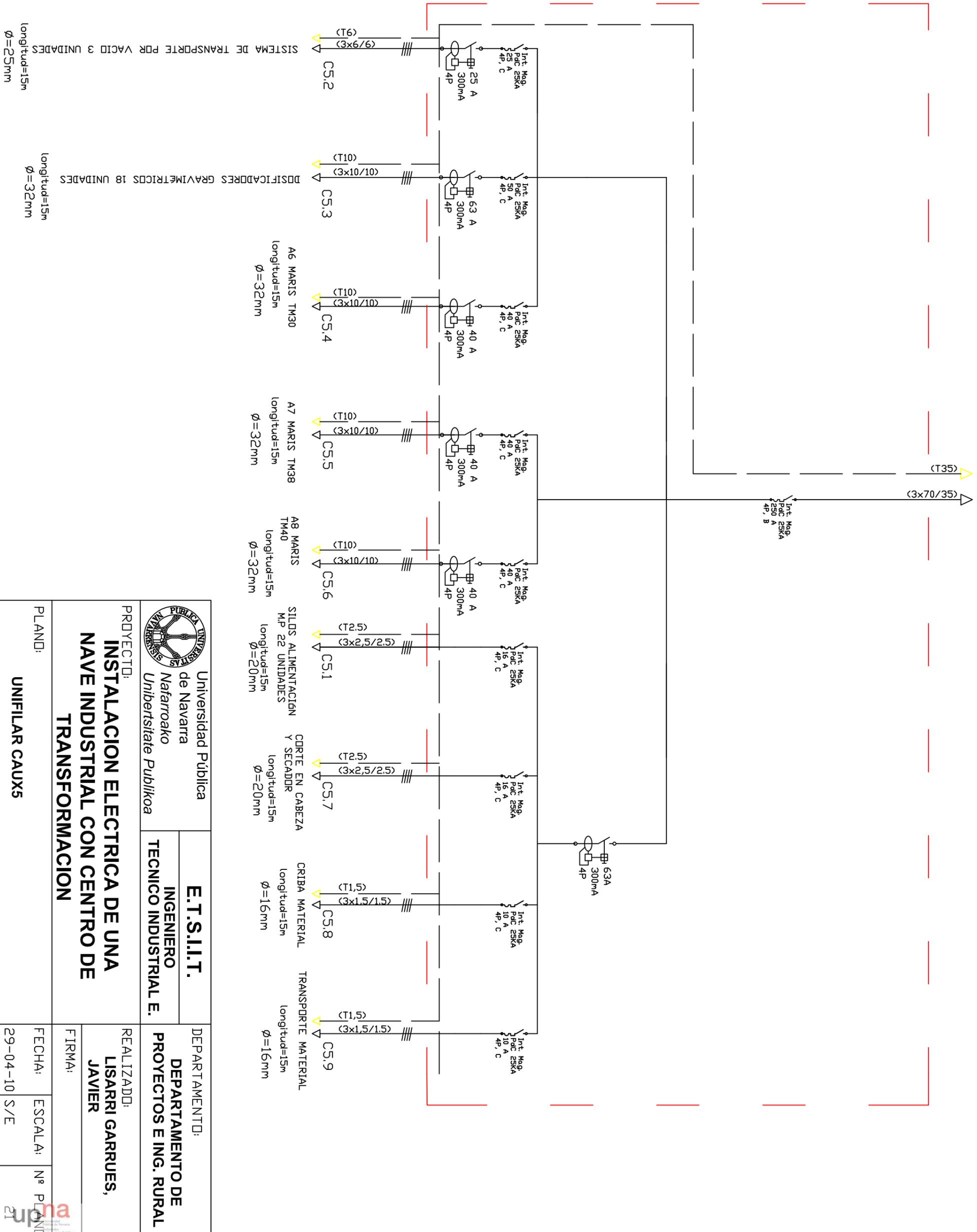
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
**INSTALACION ELECTRICA DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACION**

REALIZADO:
**LISARRI GARRUES,
JAVIER**

PLANO:		UNIFILAR CAUX4	
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	
29-04-10	S/E		

CAUX5

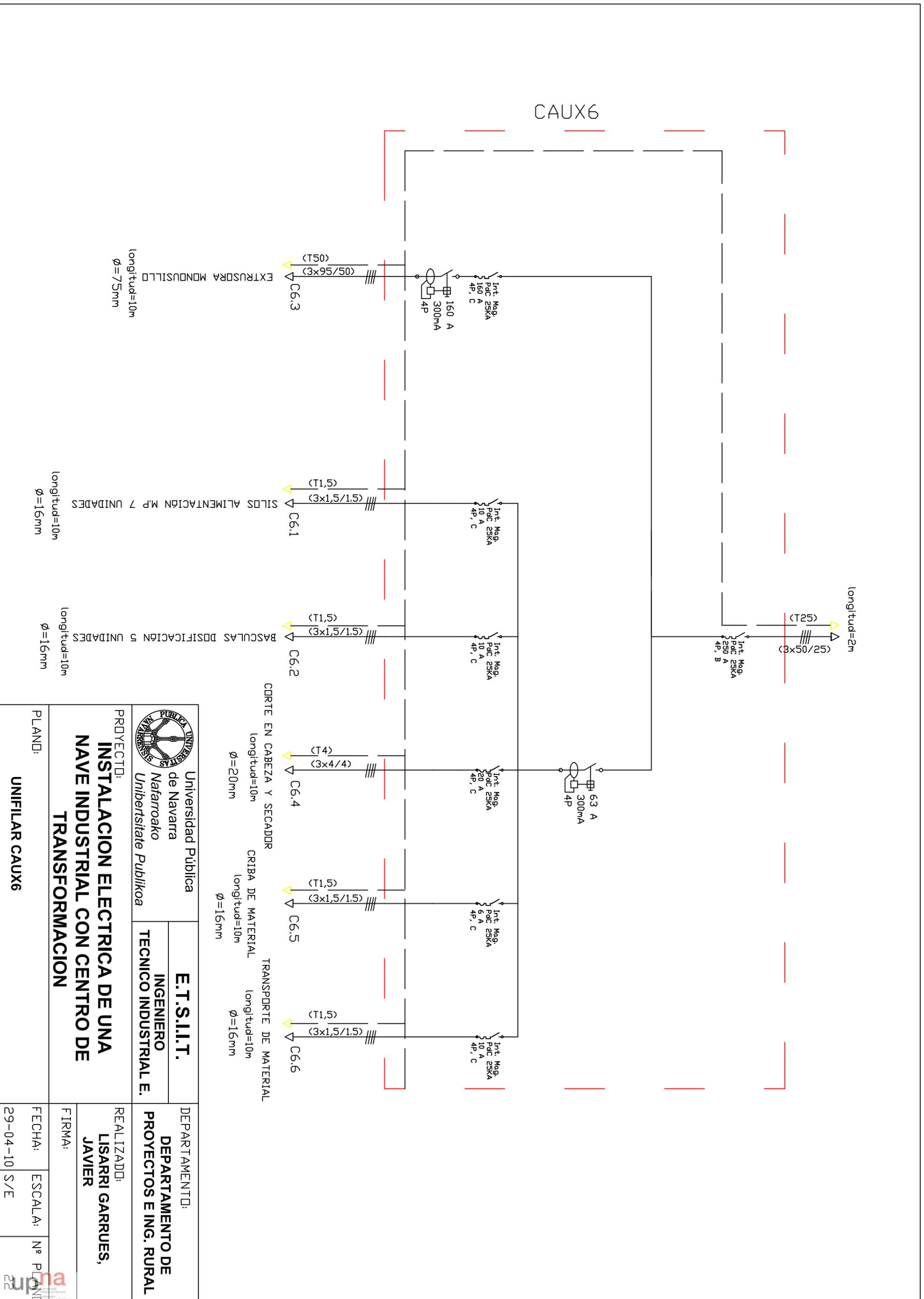


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.
	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION

PLANO:
UNIFILAR CAUX5

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
29-04-10	S/E	21




 Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

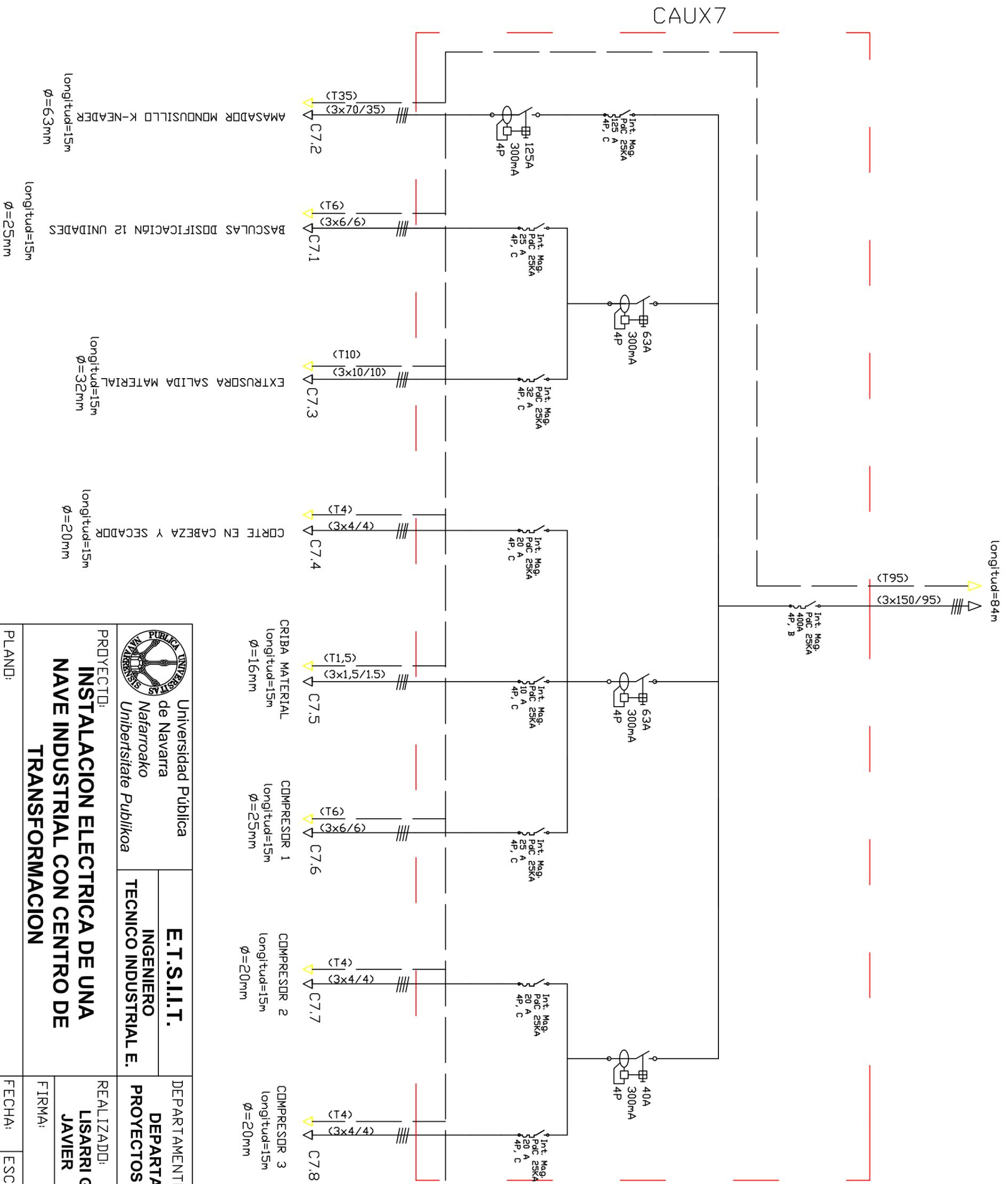
E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO
 TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
**INSTALACION ELECTRICA DE UNA
 NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
 TRANSFORMACION**

REALIZADO:
**LISARRI GARRUES,
 JAVIER**

PLANO:		UNIFILAR CAUX6	
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	
29-04-10	S/E	22	



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

**INSTALACION ELECTRICA DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACION**

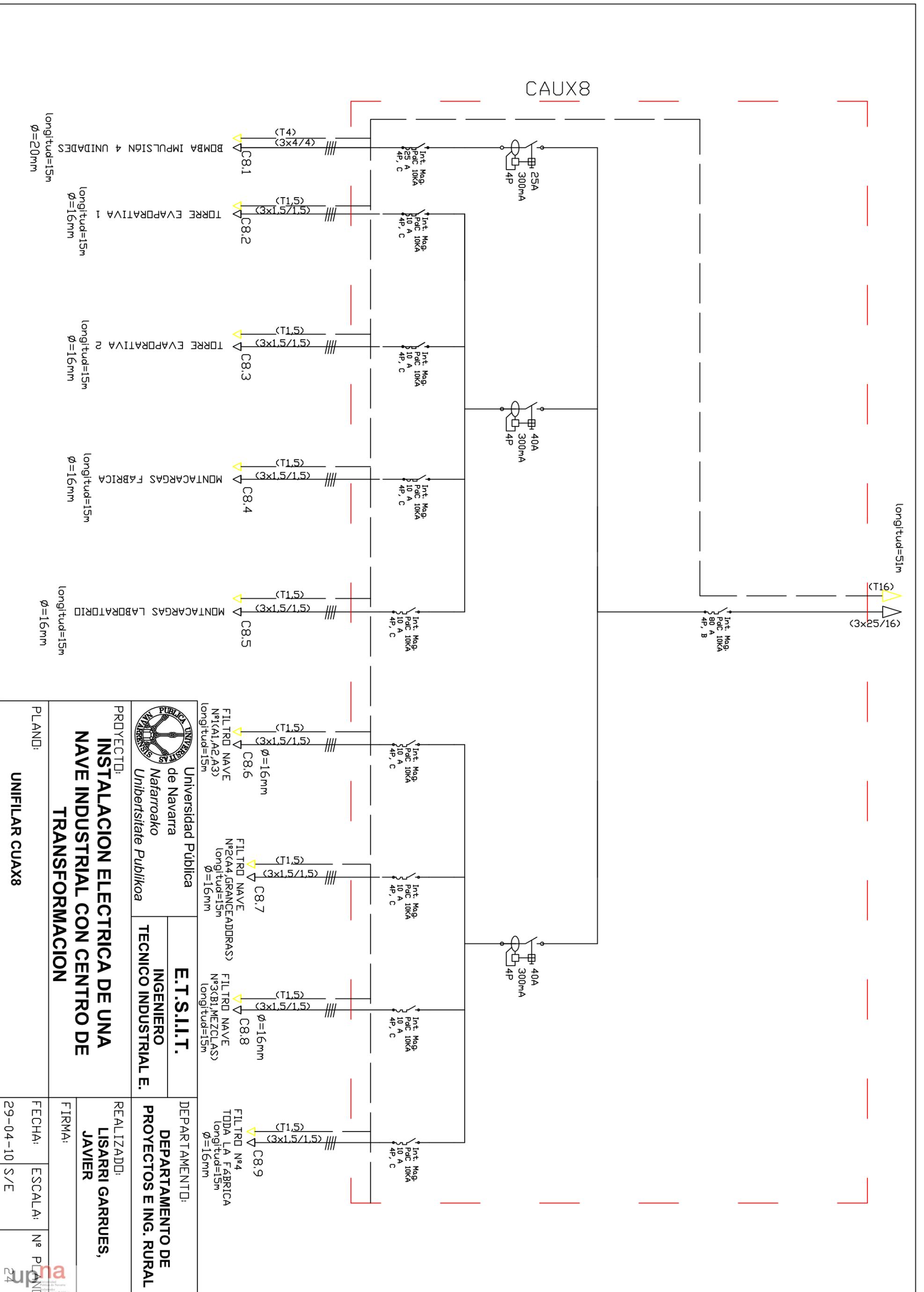
REALIZADO:

**LISARRI GARRUES,
JAVIER**

PLANO:

UNIFILAR CAUX7

FECHA: 29-04-10
ESCALA: S/E
Nº PLANO: 23



longitud=51m

(T16)
(3x25/16)

Int. Mag.
Pdc 10kA
50 A
4P, B

25A
300mA
4P

40A
300mA
4P

40A
300mA
4P

Int. Mag.
Pdc 10kA
25 A
4P, C

Int. Mag.
Pdc 10kA
10 A
4P, C

(T4)
(3x4/4)

(T15)
(3x1.5/1.5)

longitud=15m
ø=20mm

longitud=15m
ø=16mm

longitud=15m
ø=16mm

longitud=15m
ø=16mm

longitud=15m
ø=16mm

ø=16mm

ø=16mm

ø=16mm

ø=16mm

Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

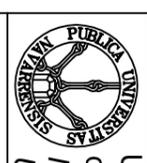
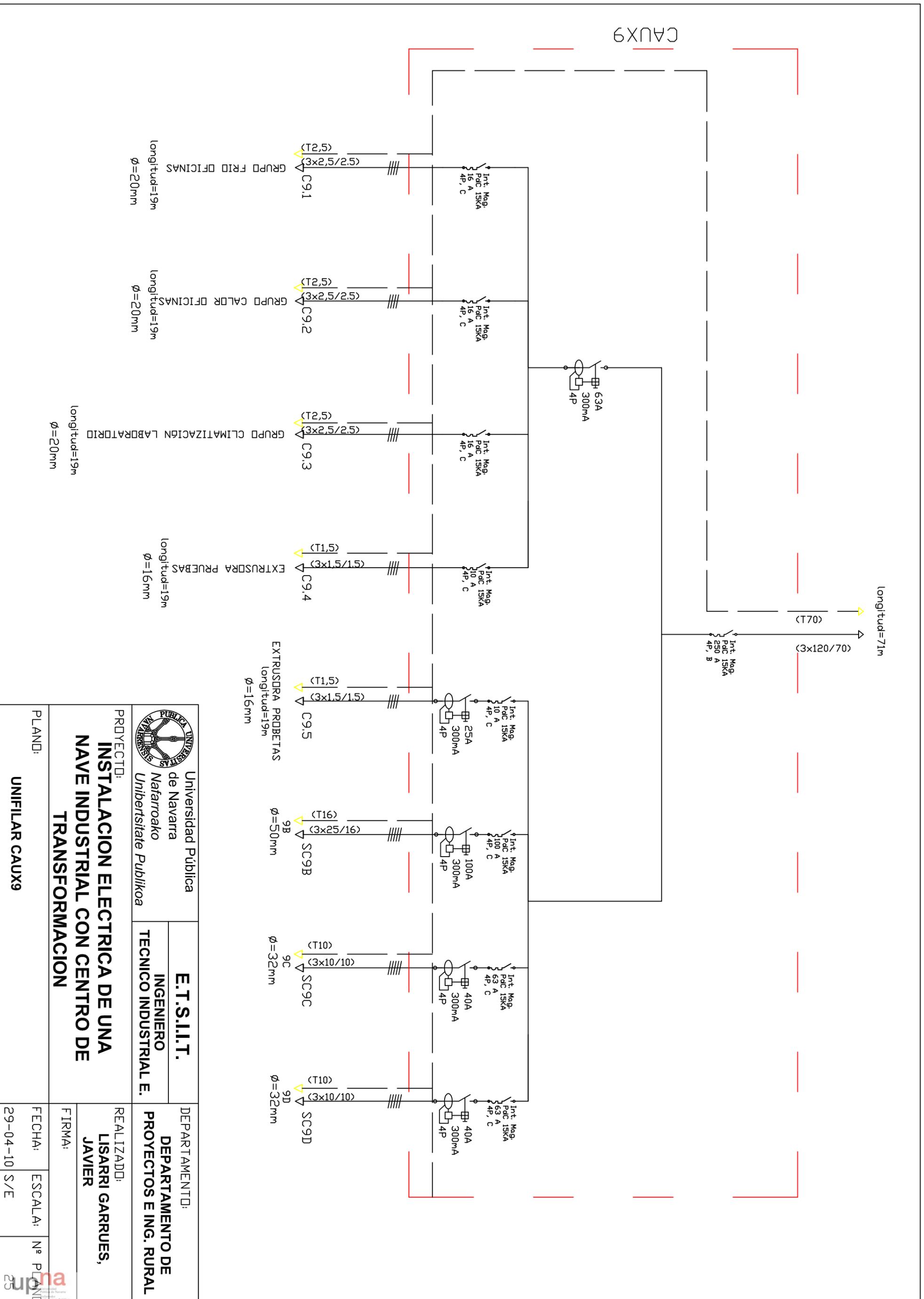
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
**INSTALACION ELECTRICA DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACION**

REALIZADO:
**LISARRI GARRUES,
JAVIER**

PLANO:
UNIFILAR CUAX8

FECHA: 29-04-10
ESCALA: S/E
Nº PLANO: 24



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

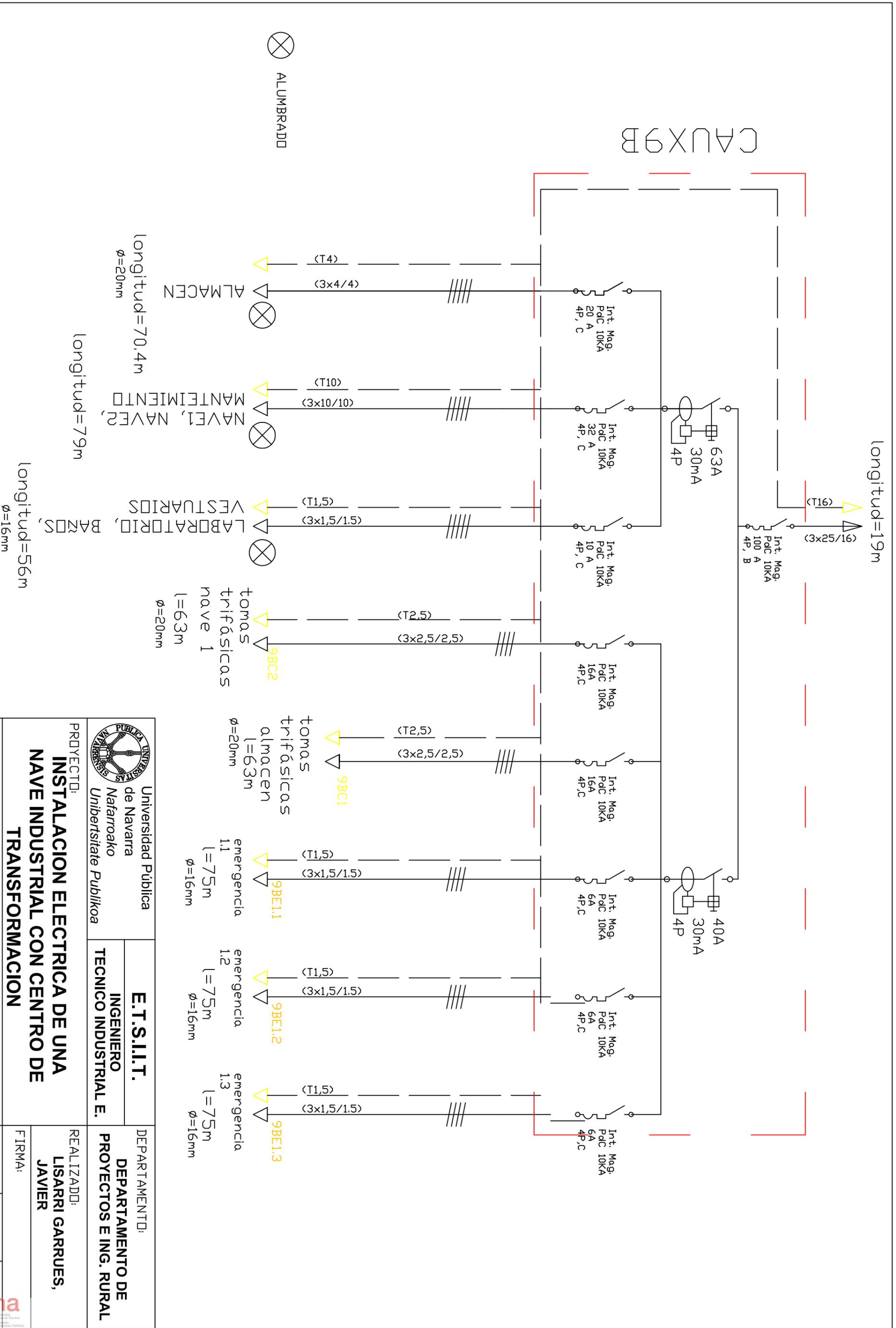
E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
**INSTALACION ELECTRICA DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACION**

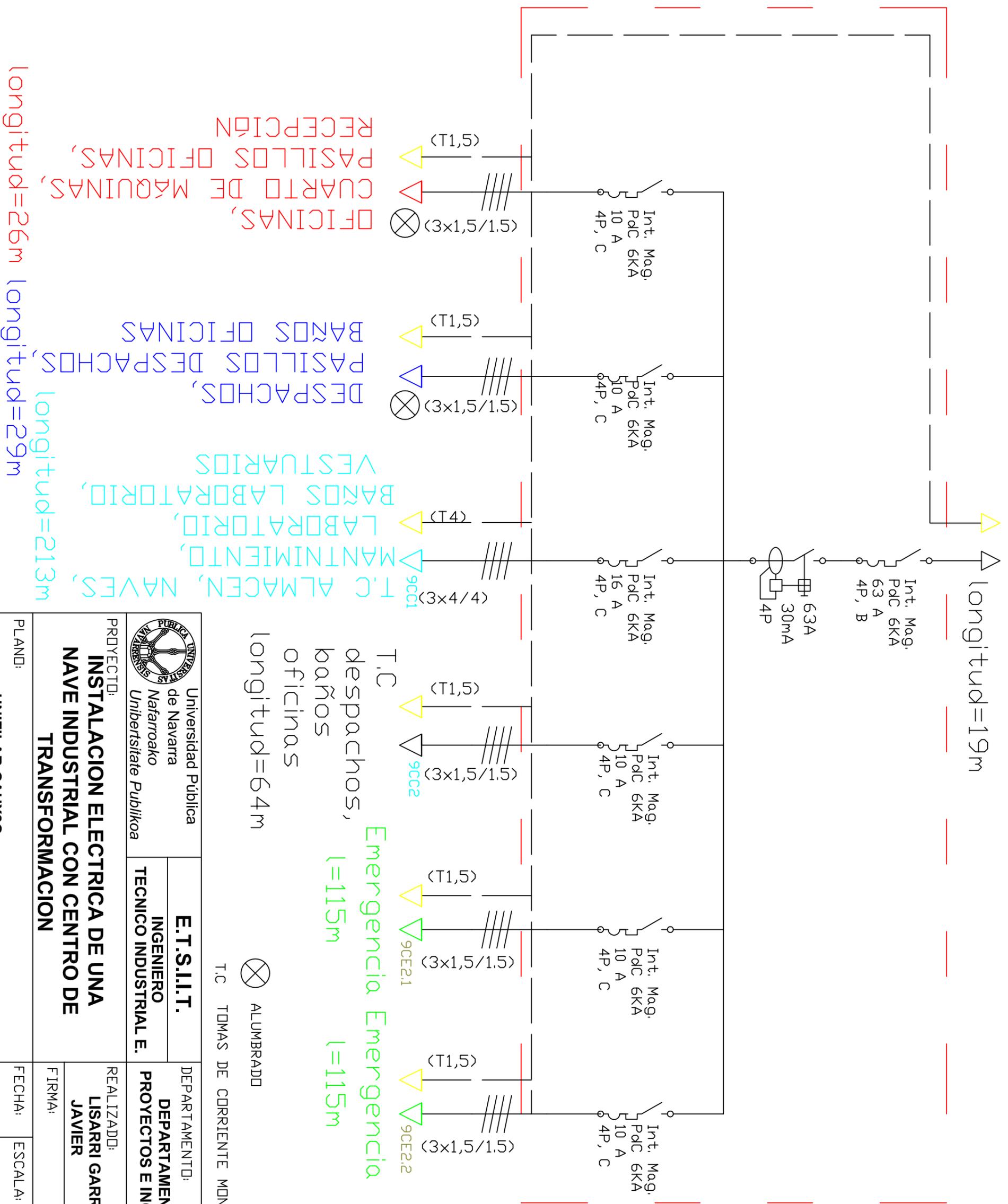
REALIZADO:
**LISARRI GARRUES,
JAVIER**

PLANO:		UNIFILAR CAUX9	
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	
29-04-10	S/E	25	



 <p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>		<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	
<p>PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION</p>		<p>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>	
<p>PLANO: UNIFILAR CAUX9B</p>		<p>REALIZADO: LISARRI GARRUES, JAVIER</p>	
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	
29-04-10	S/E	26	

CUADRADO 9C



T.C
despachos,
baños
oficinas
longitud=64m

Emergencia Emergencia
l=115m l=115m

⊗ ALUMBRADO
T.C TOMAS DE CORRIENTE MONOFASICAS

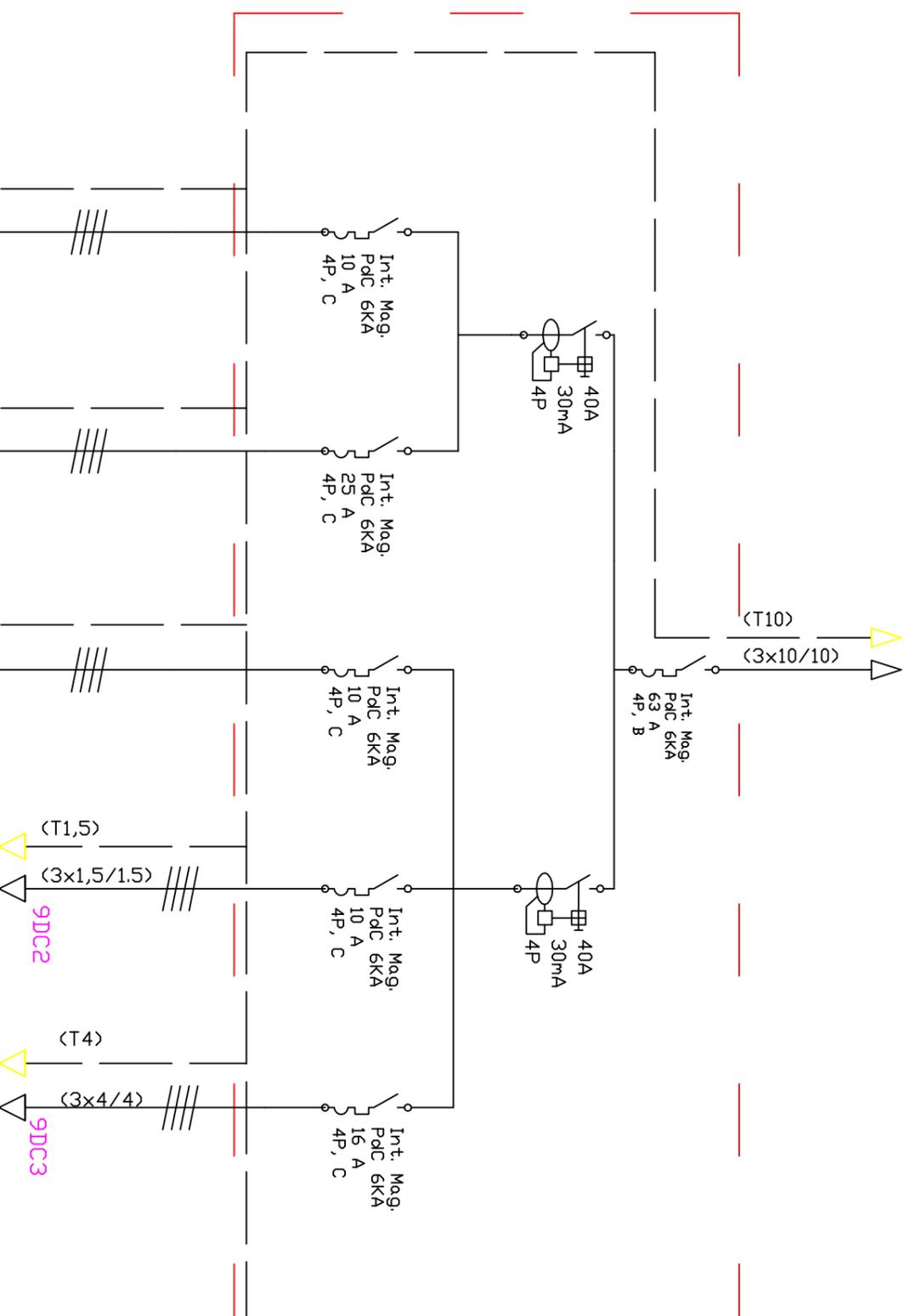
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO DE
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION	REALIZADO: LISARRI GARRUES, JAVIER
---	--

PLANO: UNIFILAR CAUX9C	FECHA: 29-04-10	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 27
----------------------------------	--------------------	----------------	-----------------

longitud=19m

CAUX9D



- ⊗ ALUMBRADO
- TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS

ENTRADA (T1,5) (3x1,5/1,5) longitud=21m

T.C. OFICINAS (T6) (3x6/6) longitud=27m

ALUMBR. EMERGENCIA (T1,5) (3x1,5/1,5) longitud=70m

T.C. ENTRADA, tomas trifásicas nave 2, PASILLOS, RECEPCIÓN, mantenimiento, CUARTO DE MÁQUINAS laboratorio longitud=63m

T.C. ENTRADA, tomas trifásicas nave 2, PASILLOS, RECEPCIÓN, mantenimiento, CUARTO DE MÁQUINAS laboratorio longitud=63m

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION				REALIZADO: LISARRI GARRUES, JAVIER	
PLANO: UNIFILAR CAUX9D		FECHA: 29/04/10	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 28	



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Javier Lisarri Garrues

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril de 2010



ÍNDICE

OBJETO	3
1. CONDICIONES GENERALES	3
1.1 normas genrales	3
1.2 ámbito de aplicación	3
1.3 conformidad o variación de condiciones	3
1.4 rescisión	3
1.5 condiciones generales	3
2. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN	4
2.1 datos de obra	4
2.2 obras que comprende	4
2.3 mejoras y variaciones del proyecto	4
2.4 personal	5
2.5 condiciones de pago	5
3. CONDICIONES PARTICULARES	6
3.1 disposiciones aplicables	6
3.2 contradicciones y omisiones del proyecto	6
3.3 prototipos	6
4. NORMATIVA GENERAL	6
5. INSTALACIÓN DE LOS LOCALES	7
5.1 acometida individual	7
5.2 dispositivos de protección	8
5.3 cuadro general de distribución	8
5.4 canalizaciones	8
5.5 no simultaneidad	8
6. MATERIALES	8
7. REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	9
7.1 cables	9
7.2 identificación del conductor neutro	10
7.3 continuidad del conductor neutro	10
7.4 puesta a tierra del neutro	10
7.5 ejecución de las instalaciones	10
7.6 sección de los conductores. caídas de tensión	10
8. RECEPTORES	10
8.1 condiciones generales de la instalación	10
8.2 conexiones de receptores	11
8.3 receptoes de alumbrado. Instalación	11
8.4 receptores a motor. Instalación	12
8.5 aparatos de caldeo. Instalación	12



9. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES	13
9.1 protección de las instalaciones	13
9.2 protección contra sobreintensidades	13
9.3 protección contra sobrecargas	13
9.4 situación de los dispositivos de protección	13
9.5 características de los dispositivos de protección	13
10 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	14
10.1 protección contra contactos directos	14
10.2 protección contra contactos indirectos	14
10.3 puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto	15
11. ALUMBRADOS ESPECIALES	16
11.1 alumbrado de emergencia	16
11.2 alumbrado de señalización	16
11.3 locales que deberían ser provistos de alumbrados especiales	17
11.4 fuentes propias de energía	17
11.5 instrucciones complementarias	17
12. LOCAL	18
12.1 prescripciones de carácter general	18
13. MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA	19
14. PUESTA A TIERRA	19
14.1 objetivo de la puesta a tierra	20
14.2 definición	20
14.3 partes que comprenden la puesta a tierra	20
14.4 electrodos, naturaleza, constitución, dimensiones y condiciones de instalación	21
14.5 resistencia de tierra	22
14.6 características y condiciones de la instalación de las líneas de enlace con tierra, de las líneas principales de tierra y de sus derivaciones	22
14.7 separación entre las tomas de tierra de las masas, de las instalaciones de utilización y las masas de un centro de transformación	23
14.8 revisión de las tomas de tierra	24



OBJETO

El objeto de este pliego de condiciones es, establecer las exigencias que deben satisfacer los materiales, el montaje y la realización de la obra de la instalación eléctrica de baja tensión y el centro de transformación de una nave industrial dedicada a la producción de colorante para lásticos.

La nave está situada en el nuevo polígono industrial de ESTELLA en la parcela nº

1. CONDICIONES GENERALES

1.1 NORMAS GENERALES

Todas las instalaciones que se realicen en el desarrollo del presente proyecto, deberán cumplir lo preceptuado en el RBT, así como la reglamentación complementaria, deberán cumplir el Reglamento Electrotécnico para Centros de Transformación de Iberdrola.

1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Se aplicará todo lo expuesto en el presente pliego de condiciones en las obras de suministros y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica de la nave industrial anteriormente descrita.

1.3 CONFORMIDAD O VARIACIÓN DE CONDICIONES

Se aplicará estas condiciones para todas las obras incluidas en el apartado anterior, entendiéndose que el contratista, conoce estos pliegos, no admitiéndose otras modificaciones más que aquellas que pudiera introducir el autor del proyecto.

1.4 RECISIÓN

Si la ejecución de las obras no fuera efectuada, o si el material presentado no reuniese las condiciones necesarias, se podrá proceder a la rescisión del contrato con la pérdida de la fianza.

En este caso se fijará un plazo para tomar las medidas cuya paralización pudiera perjudicar las obras sin que durante este plazo se empiecen más trabajos no se abandonarán los acopios que se hubieran efectuado.

1.5 CONDICIONES GENERALES

El contratista deberá cumplir cuantas disposiciones vigentes hubiera de carácter social y de protección a la empresa nacional.



2. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

2.1 DATOS DE OBRA

Se entregará al contratista una copia de los planos, memoria y pliego de condiciones, así como cuantos planos o datos necesite la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá tomar nota o sacar copia, a su costa, del presupuesto y anexos del proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

2.2 OBRAS QUE COMPRENDE

Las obras se ejecutan conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en este pliego y el particular, si lo hubiera, y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora.

El contratista, salvo aprobación por escrito del director de obra, no podrá hacer ninguna modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de las obras en relación con el proyecto, como en las condiciones técnicas específicas.

Las obras que comprenden este proyecto, abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para efectuar la instalación eléctrica de la nave industrial, considerando nave industrial a las oficinas, almacén, nave propiamente dicha, locales no nombrados que se encuentran dentro de la propiedad, así como el centro de transformación.

Las labores comprendidas son las siguientes:

- a) los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de estos fuera de la zona.
- b) suministros de todo material necesario para las instalaciones.
- c) Ejecución de los trabajos necesarios para la instalación de todo lo reseñado:
 - colocación de luminarias
 - colocación de cableado
 - instalación de las protecciones eléctricas.
 - Colocación de tubos protectores para el cableado.
 - Ejecución del centro de transformación.

2.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO

No se consideran como mejoras o variaciones del proyecto nada más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, por escrito, por el director de obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.



Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con el personal independiente del contratista.

2.4 PERSONAL

El contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado anterior. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo. El contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra

El contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la conveniente rapidez, así como de organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar en varios puntos a la vez.

El contratista tendrá al frente de los trabajadores personal idóneo, el cual deberá atender cuantas órdenes procedan de la dirección técnica de las obras, estando a la expectativa, con objeto de que se lleven con el orden debido.

2.5 CONDICIONES DE PAGO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas, completamente terminadas, a los precios indicados en el presupuesto, aplicándoles el coeficiente de subasta si lo hubiere.

Si alguna obra no se halla debidamente ejecutada, con sujeción estricta a las condiciones del contrato y fuse, sin embargo, admitida, podrá ser recibida provisional y aun definitivamente, en su caso pero el contratista quedará obligado a conformarse con la rebaja que el director de obra señale y la propiedad apruebe, salvo en el caso que prefiera demolerla y rehacer a su costa, con arreglo a las condiciones del contrato.

No tendrá derecho al contratista al abono de las obras ejecutadas sin orden concreta de la propiedad o del director de obra. Las obras accesorias y auxiliares ordenadas al contratista, se abonarán a precios de contrata, si le son aceptables, con la rebaja correspondiente o la bonificación hecha en subasta. Si contienen materiales o unidades de obra no previstas en el proyecto, y que por tanto, no tiene precio señalado en el presupuesto, se determinará previamente el correspondiente precio contradictorio entre la propiedad y el contratista. Si se ejecutan las obras sin haberse cumplido este requisito previo, deberá conformarse con la tasación que realiza el director de obra.

Cuando la propiedad o el director de obra presmiese la existencia de vicios o defectos de construcción, sea en el curso de ejecución de obra o antes de su recepción definitiva, podrán ordenar su demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria. Los gastos de estas operaciones serán de cuenta del contratista, cuando se confirmen los vicios o defectos supuestos.



3. CONDICIONES PARTICULARES

3.1 DISPOSICIONES APLICABLES

Además de las disposiciones contenidas en este pliego de condiciones, serán de aplicación en todas las instalaciones lo siguiente:

- todas las disposiciones generales vigentes para la contratación de obras públicas.
- Normas UNE del instituto de normalización Española y aplicándose ante la no existencia de dicha normativa, las especificaciones recogidas en las Normas internacionales ISO; CIE; CEI o en su defecto DIN; UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

3.2 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO

Lo mencionado en la memoria y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en caso de contradicción entre planos y la memoria, prevalecerá la prescrito en los planos.

Las omisiones en los planos de las descripciones erróneas de los detalles de la obra en este pliego de condiciones, no solo no se eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalle de obra, omitidos o erróneamente especificados en los planos y en este pliego de condiciones.

3.3 PROTOTIPOS

Antes de comenzar la obra, el adjudicatario podrá someter a la aprobación de la Dirección de Obras un prototipo de alguno de los materiales de los que consta el proyecto, con los cuales podrá realizar los ensayos que estime oportunos.

Tanto los materiales como el importe de los ensayos, serán por cuenta del adjudicatario.

4. NORMATIVA GENERAL

- a) se calificará como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular. Producción, conservación, transformación, transmisión o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000V para corriente alterna.
- b) los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica, dimensiones y calidad, lo determinado en el reglamento.
- c) Si en la instalación eléctrica están integrados circuitos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para baja tensión se deberá cumplir en ellos las prescripciones del reglamento de alta tensión.



Nota: en virtud de este artículo se detallará la normativa a cerca del transformador en capítulo específico del presente pliego.

- d) cuando se construya un local, edificio, o agrupación de estos, cuya previsión de carga exceda de 50kVA, o cuando la demanda de un nuevo suministro sea superior a esta cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado al montaje de la instalación de un centro de transformación, cuya disposición en el edificio corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea, tenga las dimensiones para el montaje de los equipos y aparatos requeridos para dar suministro de energía previsible. En local, que debe ser de fácil acceso, se destinará exclusivamente a la finalidad prevista y no podrá utilizarse como depósito de materiales, ni de piezas o elementos de recambio.
- e) Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la ley de 24 de noviembre de 1939, la ordenación e inspección de la generación, transformación, distribución y aplicación de la energía eléctrica.
- f) Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industria, autorizarán el enganche y funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión. Según su importancia, sus fines o la peligrosidad de sus características o de su situación, las delegaciones exigirán la presentación de un proyecto de la instalación, suscrito por un técnico competente, antes de iniciarse el montaje de la misma. En todo caso, y para autorizar cualquier instalación, la delegación deberá recibir y conformar el boletín extendido por el instalador autorizado que realiza el montaje, así como un acta de las pruebas realizadas por la compañía suministradora en la forma en la que se establece en las instrucciones complementarias.

5. INSTALACIÓN DE LOS LOCALES

Los locales que se instalen en la nave industrial que comprende este proyecto se realizarán teniendo en cuenta las condiciones que se detallan a continuación.

5.1 ACOMETIDA INDIVIDUAL

Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local constituyan en edificio independiente o en el caso en el que haya más de un local en un edificio y la potencia instalada así lo requiera.

5.2 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

En el cuadro general de distribución y en los auxiliares, se dispondrán dispositivos de protección que protejan cada una de las líneas que salgan de dicho cuadro. Se pondrá una placa indicando a que circuito pertenecen los dispositivos.



5.3 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

El cuadro general de distribución se instalará lo más cerca posible de la entrada de la acometida y se colocará en él el correspondiente dispositivo general de mando y protección, según la ITC-BT 17 (RBT)

Del citado cuadro saldrán las líneas que alimentan a los distintos cuadros auxiliares colocados alrededor de la nave que estarán convenientemente protegidos.

5.4 CANALIZACIONES

Las canalizaciones se realizarán:

- con conductores aislados de tensión mínima asignada no inferior a 450/750 V, bajo tubos proyectores que cumplan lo establecido en la ITC-BT 21.
- con conductores aislados, fijados directamente sobre las paredes, de tensiones asignadas no inferiores a 0.6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta.
- Con conductores aislados, en el interior de huecos de la construcción, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, con la condición de que sean no propagadores de la llama.

5.5 NO SIMULTANEIDAD

Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

6. MATERIALES

Los materiales utilizados en la ejecución de la obra podrán ser sometidos a los análisis, ensayos o pruebas (por cuenta de la contrata) que sean necesarias para la acreditación de su calidad.

Se emplea otro tipo de material que no haya sido especificado, deberá ser aprobado por el Técnico Redactor de Proyecto. Será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas para la construcción de la obra.

Toda aquella pieza cuyas dimensiones no aparezcan en los planos por estar normalizada, se atenderá en cuanto a dimensiones y tolerancias como mínimo a los fijado por la normativa en vigor utilizada por el Técnico Redactor del proyecto (UNE, DIN, etc).

Si se utilizasen materiales que no están especificados en el proyecto, deberá de determinarse previamente el precio de dichos productos, ya que no aparecen en el presupuesto. El precio lo determinarán el contratista y el proveedor.

En caso de que se ejecuten las obras sin que se haya terminado el precio del material no previsto, el director de obra será quien lo tase.



7. REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

7.1 CABLES

Los conductores de los cables en las líneas subterráneas serán de cobre y estarán aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Estarán protegidos debidamente contra la corrosión que pueda provocar el terreno y tendrán la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

Los cables serán de uno o más conductores con que se haga la distribución, la sección del conductor neutro será (ITC-BT 07).

- a) con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.
- b) con cuatro conductores, la sección del neutro será como mínimo la de la tabla siguiente:

Conductores fase (mm ²)	Sección neutro (mm ²)
6(Cu)	6
10(Cu)	10
16(Cu)	10
16(Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

7.2 IDENTIFICACIÓN DEL CONDUCTOR NEUTRO

El conductor neutro deberá estar identificado por un sistema adecuado.

7.3 CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por medio del dispositivo siguiente:

Interruptor o seccionador omnipolar que actúe sobre el neutro y las fases al mismo tiempo (corte omnipolar simultáneo), o que conecte al neutro antes que las fases y desconecten antes que el neutro.



7.4 PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO

El conductor neutro se conectará a tierra en el centro de transformación como está previsto en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

7.5 EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La canalización se dispondrá por el interior de la parcela y unirá el centro de transformación con el cuarto en el que se ubica el cuadro general de distribución. La profundidad, hasta la parte inferior del cable no será menor de 0.60 metros

7.6 SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES. CAÍDAS DE TENSIÓN

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 4.5% de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado y del 6% para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.

8. RECEPTORES

8.1 CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Los receptores que se instalen tendrán que cumplir los requisitos de correcta utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento. Soportarán la influencia de agentes exteriores a que estén sometidos en servicio: polvo, humedad, gases, etc.

Los circuitos que formen parte de los receptores salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobreintensidades siendo de aplicación para ello lo dispuesto en la instrucción ITC-BT 22. se adoptarán las características intensidad-tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

8.2 CONEXIONES DE RECEPTORES

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede incorporado al mismo o a la instalación de alimentación. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la instrucción ITC BT43.



Se admitirá, cuando preescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecta a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio móvil. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectuara por intermedio de un conductor móvil, este incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los conductores en la entrada al aparato estarán protegidos contra riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abraión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materiales aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, únicamente sometido hasta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que se produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación alcanzan más de 85 grados centígrados de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de materia termoplástica.

La conexión de conductores móviles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- tomas de corriente
- cajas de conexión
- trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos móviles.

8.3 RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN

Se prohíbe terminantemente colgar armaduras de las lámparas utilizando para ello los conductores que llevan la corriente de las mismas. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o sistema similar. Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámpara fluorescente se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo la única condición que lleva una corrección del factor de potencia de por lo menos hasta 0.9.

Para la instalación de lámparas suspendidas en el exterior, se seguirá lo dispuesto en la instrucción ITC-BT 09 del RBT.

8.4 RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN

Los motores se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. No estarán nunca en contacto con materiales fácilmente combustibles, guardando las siguientes distancias de seguridad:

- 0.5 metros si la potencia del motor es igual o menor a 1kW.



- 1 metro si la potencia nominal es superior a 1kW.

Todos los motores de potencia superior a 0.25 CV, y todos los situados en los locales con riesgo de incendio o explosión, tendrán su instalación propia de protección. Esta constará de por lo menos un juego de fusibles cortacircuitos de acuerdo con las características del motor.

También se dotará al motor de un sistema de protección contra la falta de tensión mediante un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidente o perjudicar a este.

8.5 APARATOS DE CALDEO. INSTALACIÓN

Los aparatos de caldeo se instalarán de manera que no puedan inflamar las materias combustibles circundantes, aun en caso de empleo negligente o defectos previsibles de los mismos.

Los aparatos de caldeo industrial que estén destinados a estar en contacto con materiales combustibles o inflamables y que en su uso normal no estén bajo la vigilancia de un operario, estarán provistos de un limitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo ante de alcanzar una temperatura peligrosa.

Los aparatos de caldeo por aire caliente estarán constituidos de manera que su elemento de caldeo sólo pueda ponerse en servicio después de hacerlo ventilador correspondient y cese cuando el ventilador deje de funcionar. Los aparatos fijos, llevará además, dos limitadores de temperatura, independientes entre sí, que impidan una elevación excesiva de ésta en los conductores de aire.

9. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES

9.1 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

9.1.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Todo circuito estará protegido contra ls defectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos conra los efectos de las sobreintensidades.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de fincionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.



9.1.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

El límite de intensidad en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

9.2 SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Todos los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuadros instalados en la nave. Estos dispositivos protegerán tanto las instalaciones como a las personas contra sobrecargas y cortocircuitos.

Se instalarán interruptores a tal efecto automáticos, diferenciales e interruptores de corte en carga.

9.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas de intensidad- tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuito, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentar en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos, llevará marcada su intensidad y tensión nominales, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

10. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

10.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS



Para considerar satisfactoria la protección contra poscontactos directos se tomará una de las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación del lugar donde circulan las personas habitualmente con un mínimo de 2.5 metros hacia arriba, 1 metro abajo y 1 metro lateralmente.
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1mA.

10.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Por la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Para instalaciones con tensiones superiores a 250V con relación a tierra es necesario establecer sistemas de protección, cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, etc.

Las medidas de protección contra contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

CLASE A:

Se basa en los siguientes sistemas:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones
- Separación entre partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección; inaccesibilidad simultáneamente de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección
- Conexiones equipotenciales

CLASE B

Se basa en los siguientes sistemas:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.



La aplicación de los sistemas de protección de la clase A no es generalmente posible, sin embargo se puede aplicar de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de la instalación.

10.3 PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO

Este sistema de protección consiste en la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

En las instalaciones con el punto neutro unido directamente a tierra (como es el caso):

- la corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a una potencia superior, en valor eficaz a:
 - o 24V en locales conductores
 - o 50V en los demás casos
- todas las masas de una instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Se utilizarán como dispositivos de corte automático sensibles a la corriente de defecto interruptores diferenciales. Los diferenciales provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir del cual el interruptor diferencial abre automáticamente, en su tiempo conveniente la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

11. ALUMBRADOS ESPECIALES

11.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales de iluminación adecuada.

Este alumbrado se instalará en las salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si hay un cuadro principal de distribución, en el local donde est se instale, así como sus accesos, estarán provistos de alumbrado de emergencia.



Deberá entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje a menos del 70% de su tensión nominal.

11.2 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN

Es el que se instala para funcionar de modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de las puertas, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezcan con público. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de una fuente propia de energía eléctrica.

Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización, falle o su tensión baje a menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización pasará automáticamente al segundo suministro.

Cuando los locales o dependencias que deban eliminarse con este alumbrado, coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados podrán ser los mismos.

11.3 LOCALES QUE DEBERÍAN SER PROVISTOS DE ALUMBRADOS ESPECIALES

a) Con alumbrado de emergencia:

Todos los locales de reunión que puedan albergar a 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios.

b) Con alumbrado de señalización:

Estacionamientos de vehículos subterráneos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares que la iluminación natural de la luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

11.4 FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA

La fuente propia de energía constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidoras de la energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.



La capacidad mínima de esta fuente propia de energía será como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de emergencia en las condiciones señaladas en el apartado 2.1 de esta instrucción.

11.5 INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS

Las líneas que alimenten directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidos por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en el local existen varios puntos de luz estos deberán ser alimentados por lo menos, dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

12. LOCAL

12.1 PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

Las instalaciones en los locales a los que afecten las presentes prescripciones cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan.

- a) Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente, o igualmente en el caso que existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia lo justifique.
- b) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocará junto o sobre él, el dispositivo de mando y protección preceptivo, según la ITC-BT 16. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general de distribución en ese punto, se instalará de todas formas, en dicho punto un dispositivo de mando y protección. Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien a las líneas generales de distribución a las que se conectarán mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de 15 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.
- c) El cuadro general de distribución, e igualmente los cuadros secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico, por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras de fuego. Los contadores podrán instalarse en



otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica y siempre antes del cuadro general.

- d) En el cuadro de distribución o en los secundarios se dispondrá dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores de los cuadros se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenece.
- e) Las canalizaciones estarán constituidas por:
- Conductores aisladores, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de llama, preferentemente empotrados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de llama, en especial las zonas accesibles al público.
 - Conductores aislados, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente cubiertos en materiales incombustibles.
 - Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000V, armados colocados directamente sobre las paredes.
- f) Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

13. MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 0.90 deberán ser compensadas, sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor; es decir que funcionen simultáneamente.
- Para la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea superior de un 10% del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y al conexión de estos con los receptores puede ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquellos de resistencias o reactancias de descarga a tierra.

14. PUESTA A TIERRA



14.1 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen con el objetivo principal de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

14.2 DEFINICIÓN

La denominación “puesta a tierra”, comprende toda ligazón metálica directa sin fusibles ni protección alguna de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que el conjunto de instalaciones, no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta o de descarga de origen atmosférico.

14.3 PARTES QUE COMPRENEN LA PUESTA A TIERRA

a) Toma de tierra:

Las tomas de tierra están constituidos por los siguientes elementos:

- Electrodo: es una masa metálica, permanente en contacto con el terreno, para facilitar el paso de las corrientes de defectos que puedan presentarse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener.
- Línea de enlace con tierra: está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra.
- Punto de puesta a tierra: es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

Las instalaciones que los precisen dispondrán de un número suficiente de puntos de puesta a tierra, convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos.

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados separarse de estas, con el fin de poder realizar la medida de resistencia a tierra.

b) Línea principales de tierra:

Estarán formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.

c) Derivaciones de las líneas principales de tierra:

Estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección contra las masas.

d) Conductores de protección:



Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección aquellos que tienen las masas:

- Al neutro de la red
- A otras masas
- A elementos metálicos distintos de las masas
- A un relé de protección

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea electricamente continua en la que no podrá incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuara por derivaciones desde este.

Se considera independiente una toma de tierra respecto a otra cuando una de las tomas a tierra no alcance, respecto de un punto a potencia cero, una tensión superior a 50V cuando la otra toma disipa la máxima corriente de tierra prevista.

14.4 ELECTRODOS, NATURALEZA, CONSTITUCIÓN, DIMENSIONES Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN

Los electrodos pueden ser artificiales o naturales. Se entiende por electrodos artificiales los establecidos con el exclusivo objetivo de obtener la puesta a tierra, y por electrodos naturales las masas metálicas que puedan existir enterradas.

Para las puestas a tierra se emplearán principalmente electrodos artificiales. No obstante, los electrodos naturales que existieran en la zona de una instalación y que presenten y aseguren un buen contacto permanente con el terreno puedan utilizarse bien solos o conjuntamente con otros electrodos artificiales. En general, se puede prescindir de estos cuando su instalación presente requisitos anteriormente señalados, con sección suficiente y la resistencia de tierra que se obtenga con los mismos presente un valor adecuado.

- Picas verticales

Las picas verticales podrán estar constituidas por:

- o Tubos de acero galvanizado de 25mm de diámetro exterior, como mínimo.
- o Perfiles de acero dulce galvanizado de 60mm de lado, como mínimo.
- o Barras de cobre de acero de 14mm de diámetro, como mínimo; las barras de acero tienen que estar cubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado



Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferior a 2 metros si son necesarias dos picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación de ellas es recomendable que sea igual, al menos a la longitud enterrada de las mismas; si son necesarias varias picas conectadas en paralelo, la separación entre ellas deberá de ser mayor que en caso anterior.

14.5 RESISTENCIA DE TIERRA

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24V en local o emplazamiento conductor
- 50V en los demás casos

La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno y varía también con la profundidad.

Bien entendido que los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy apropiado de la resistencia de tierra del electrodo.

14.6 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENLACE CON TIERRA, DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y DE SUS DERIVACIONES

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección de ser ampliamente dimensionada de tal forma que cumpla las condiciones siguientes:

- La máxima corriente de falta que puede producirse en cualquier punto de la instalación no a de originar en el conductor una temperatura cercana a la de fusión, ni poner en peligro los empalmes o conexiones en el tiempo máximo previsible de la duración de la falta, el cual sólo podrá ser considerado como menor de dos segundos en los casos justificados por las características de los dispositivos de corte utilizados.
- De cualquier forma los conductores no podrán ser, en ningún caso, de menos de 16mm² o de 35mm², según el caso.

Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en las instrucción ITC BT 18 para los conductores de protección.

Los conductores de enlace con tierra desnudos enterrados en el suelo se considerarán que forman parte del electrodo.



Si en una instalación existen tomas de tierra independientes, se mantendrá entre los conductores de tierra un aislamiento apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos electrodos en caso de falta.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico. Además los conductores de protección suplirán con lo establecido en la instrucción ITC BT 18.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masa que se deseen poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos se dispone que las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectúen con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión tales como esaño, plat, etc.

Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas. A este fin, y procurado siempre que la resistencia de los contactos no sea elevada, se protegerán estos de forma adecuada con envoltentes o pastas, si ello se estimase conveniente.

Se prohíbe intercalar en los circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer de un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma a tierra.

14.7 SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS, DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como de los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masas, no estarán unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Si no se hace control mediante la medida efectuada entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas del centro de transformación, se considera que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalizaciones de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.
- La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra de otros elementos conductores enterados en los locales de utilización es al menos de 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada ($100\Omega \cdot m$). cuando el conductor sea mal conductor esta distancia será aumentada.



- El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización, o bien si está contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal forma que sus elementos metálicos no estén unidos electricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización

14.8 REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de seguridad, cualquier instalación de toma de tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará esta comprobación anualmente en la época en que el terreno esté más seco. Para ello se medirá la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren. En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, estos, así como también los conductores de enlace entre ellos hasta de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

Pamplona, Abril de 2010

Javier Lisarri Garrues





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

Javier Lisarri Garrues

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril de 2010



ÍNDICE

	<u>Pag</u>
1. Capítulo I: cuadro baja tensión 1	3
2. Capítulo II: cuadro general de distribución 1	5
3. Capítulo III: cuadro auxiliar 1	7
4. Capítulo IV: cuadro auxiliar 2	9
5. Capítulo V: cuadro auxiliar 4	12
6. Capítulo VI: cuadro auxiliar 6	14
7. Capítulo VII: cuadro auxiliar 3	17
8. Capítulo VII: cuadro auxiliar 5	20
9. Capítulo IX: cuadro auxiliar 7	23
10. Capítulo X: cuadro auxiliar centro de transformación 2	25
11. Capítulo XI: cuadro general de distribución 2	27
12. Capítulo XII: cuadro auxiliar 8	29
13. Capítulo XIII: cuadro auxiliar 9	32
14. Capítulo XIV: cuadro auxiliar 9B	35
15. Capítulo XV: cuadro auxiliar 9C	37
16. Capítulo XVI: cuadro auxiliar 9D	39
17. Capítulo XVII: alumbrado interior	40
18. Capítulo XVIII: alumbrado de emergencia	41
19. Capítulo XIX: pequeño material	42
20. Capítulo XX: compensación del factor de potencia	43
21. Capítulo XXI: instalación de puesta a tierra	45
22. Capítulo XXII: instalación del centro de transformación	48
23. Capítulo XXIII: elementos de seguridad de alta tensión	49
24. Capítulo XXIV: equipo de seguridad y salud	51
25. Capítulo XXV: resumen del preupuesto	53



1. CAPÍTULO I: CUADRO BAJA TENSIÓN 1

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Caja Uriarte CA-64, con tapa transparente de policarbonato incoloro, fondo de poliéster reforzada con fibra de vidrio, grado de protección IP-65, contra el polvo, agua e impactos. Incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente ensablada, instalada, conexionada y colocada en obra.	1 unidad	61.90	61.90
Terna de cables unipolares más neutro, aislamiento XLPE 0.6/1kV, cobre. RV-K 2x(3x400/185). Incluido accesorios de instalación y totalmente instalado en bandeja.	1 metro	974.67	974.67
Interruptor automático compact NS1250N con bobina de disparo por relé de protección diferencial, PdC=50kA, curva B, 4p, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	7581.20	7581.20
Conductor de aluminio flexible RV-K para instalación fija (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de polietileno de vinilo (V). 2x1.5+1.5mm ² . incluido accesorios de instalación y totalmente instalado y conexionado.	2.5 metros	1.72	4.3
Diferencial clase AC, 25 A, 30mA 2P, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidades	80.12	80.12



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Interruptor automático C120H, 10 A, 36kA, 2P, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmnte instalado y conexionado.	1 unidad	87.43	87.43
Diferencial Clase AC, 40 A, 300mA, 4P de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	222.216	222.216
Interruptor automático C120H, 16 A, 36kA, 2P, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmnte instalado y conexionado.	1 unidad	109.24	109.24
Bandeja Rejiband 35 de la marca pemsas, instalada en pared para sujeción de los cables. Totalmente instalada.	1 metro	1.60	1.60
Terna de cables unipolares, aislamiento XLPE 0.6/1kV, de aluminio RV-K 2x(3x400/185mm ²) incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente instalado bajo tubo subterráneo.	19 metros	974.67	18518.69
		SUBTOTAL	27641.37



2. CAPÍTULO II: CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN 1

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Caja Uriarte CA-84, con tapa transparente de policarbonato incoloro, fondo de poliéster reforzada con fibra de vidrio, grado de protección IP-65, contra el polvo, agua e impactos. Incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente ensablada, instalada, conexionada y colocada en obra.	1 unidades	65.10	65.10
Interruptor automático compact NS1250N con bobina de disparo por relé de protección diferencial, PdC=50kA, curva B, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidades	7581.20	7581.20
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: XLPE, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x50/25+T25mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	50m	78.24	3911.8
Interruptor automático compact NS250N con bobina de disparo por relé de protección diferencial, PdC=36kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	5 unidades	1446.56	7232.8
Diferencial VigiNS250, 300mA 3P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	5 unidades	978,36	4891.8



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: XLPE, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x400/185+T185mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	55 metros	548.59	30172.67
Interruptor automático compact NS630N con bobina de disparo por relé de protección diferencial, PdC=36kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidades	2715.40	2715.40
Diferencial VigiNS630, 300mA 4P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	1345.5	1345.5
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: XLPE, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x150/95+T95mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	84 metros	219.77	18461.18
		SUBTOTAL	76377.27



3. CAPÍTULO III: CUADRO AUXILIAR 1

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Caja Uriarte CA-64, con tapa transparente de policarbonato incoloro, fondo de poliéster reforzada con fibra de vidrio, grado de protección IP-65, contra el polvo, agua e impactos. Incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente ensablada, instalada, conexiónada y colocada en obra.	1 unidades	50.65	50.65
Interruptor automático compact NS250N con bobina de disparo pore relé de protección diferencial, PdC=25kA, curva B, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidades	1446.56	1446.56
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x35/16+T16mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	21.24 metros	49.232	1180.18
Tubo cable anterior diámetro de 50mm.	21.24	0.95	20.178
Interruptor automático compact C60L 4P, 20 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	6 unidades	196.25	1177.5
Diferencial VigiC60,AC 63 A 300mA 3P+N, de la marca Schneider Electic. Totalmente instalado y conexionado.	2 unidades	219.71	439.42



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x50/25+T25mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	3.54 metros	78.24	276.97
Tubo cable anterior diámetro de 63mm.	3.54 metros	1.05	3.717
Interruptor automático compact NG125 , 125 A 4P, PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	273.07	273.07
Diferencial Vigi120, AC 125 A 300mA 4P, de la marca Schneider Electic. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	267.79	267.79
		SUBTOTAL	5135.93



4. CAPÍTULO IV: CUADRO AUXILIAR 2

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Caja Uriarte CA-64, con tapa transparente de policarbonato incoloro, fondo de poliéster reforzada con fibra de vidrio, grado de protección IP-65, contra el polvo, agua e impactos. Incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente ensablada, instalada, conexionada y colocada en obra.	1 unidades	50.65	50.65
Interruptor automático compact C60L 4P, 10 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	3 unidades	187.09	561.27
Interruptor automático compact C60L 4P, 32 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	219.24	219.24
Interruptor automático compact NS250N, 200A con bobina de disparo pore relé de protección diferencial, 200 A,PdC=25kA, curva B, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	1229.94	1229.94
Diferencial VigiC60,AC 63 A 300mA 3P+N, de la marca Schneider Electic. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	219.71	219.71



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Diferencial VigiNS250, 300mA 3P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	978.36	978.36
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x1.5/.1.5+T1.5mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	54 metros	3.854	208.116
Tubo cable anterior diámetro de 16mm. metálico	54 metros	0.55	29.7
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x120/70+T70mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	18 metros	149.38	3161.45
Tubo cable anterior diámetro de 75mm. metálico	18 metros	1.15	20.7
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x10/10+T10mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	18 metros	14.940	341.57
Tubo cable anterior diámetro de 32mm. metálico	18 metros	0.75	13.5
		SUBTOTAL	7033.51



5. CAPÍTULO V: CUADRO AUXILIAR 4

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Caja Uriarte CA-64, con tapa transparente de policarbonato incoloro, fondo de poliéster reforzada con fibra de vidrio, grado de protección IP-65, contra el polvo, agua e impactos. Incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente ensablada, instalada, conexionada y colocada en obra.	1 unidades	50.65	50.65
Interruptor automático compact C60L 4P, 10 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	3 unidades	187.09	561.27
Interruptor automático compact C60L 4P, 4 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	326.24	326.24
Interruptor automático compact C60L 4P, 6 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	284.67	284.67
Interruptor automático compact C60L 4P, 16 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	262.67	262.67



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Interruptor automático compact NG125 4P, 80 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	380,17	380,17
Interruptor automático compact NS630N con bobina de disparo pore relé de protección diferencial, 630 A,PdC=50kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	3708.64	3708.64
Interruptor automático compact NS400N con bobina de disparo pore relé de protección diferencial, 400 A,PdC=50kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	3009.20	3009.20
Diferencial VigiC60,AC 63 A 300mA 4P, de la marca Schneider Electic. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	219.71	219.71
Diferencial Vigi125,AC 80 A 300mA 4P, de la marca Schneider Electic. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	370.71	370.71
Diferencial VigiNS400, 400 A, 300mA 4P, de la marca Schneider Electic. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	864.59	864.59



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x1.5/1.5+T1.5mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	70 metros	3.854	269.78
Tubo cable anterior diámetro 16mm.metálico	70 metros	0.55	38.5
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x35/16+T16mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	14 metros	55.56	777.84
Tubo cable anterior diámetro 50mm metálico	14 metros	0.95	13.3
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x400/185+T185mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	14 metros	548.59	7680.26
Tubo cable anterior diámetro 75mm. metálico	14 metros	1.15	16.1
		SUBTOTAL	18834.3



6. CAPÍTULO VI: CUADRO AUXILIAR 6

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Caja Uriarte CA-64, con tapa transparente de policarbonato incoloro, fondo de poliéster reforzada con fibra de vidrio, grado de protección IP-65, contra el polvo, agua e impactos. Incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente ensablada, instalada, conexionada y colocada en obra.	1 unidades	50.65	50.65
Interruptor automático compact C60L 4P, 6 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	206.78	206.78
Interruptor automático compact C60L 4P, 10 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	3 unidades	187.09	561.27
Interruptor automático compact C60L 4P, 20 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	196.25	196.25
Interruptor automático compact NSX160F , 160 A, PdC=25kA, curva B, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	743.47	743.47
Diferencial VigiC60, AC 63 A 300mA 4P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	219.71	219.71



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Diferencial VigiNS250, 300mA 3P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	978.36	978.36
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x1.5/1.5+T1.5mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	40 metros	3.854	154.16
Tubo cable anterior diámetro de 16mm. metálico	40 metros	0.55	22
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x95/50+T50mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	10 metros	175.77	1757.70
Tubo cable anterior diámetro de 75mm. metálico	10 metros	1.15	11.5
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x4/4+T4mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	10 metros	8.054	80.54
Tubo cable anterior diámetro de 20mm. metálico	10 metros	0.62	6.2
		SUBTOTAL	4988.59



7. CAPÍTULO VII: CUADRO AUXILIAR 3

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Caja Uriarte CA-64, con tapa transparente de policarbonato incoloro, fondo de poliéster reforzada con fibra de vidrio, grado de protección IP-65, contra el polvo, agua e impactos. Incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente ensablada, instalada, conexionada y colocada en obra.	1 unidad	50.65	50.65
Interruptor automático compact C60L 4P, 10 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	2 unidades	187.09	374.18
Interruptor automático compact C60L 4P, 6 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	2 unidades	206.78	413.56
Interruptor automático compact C60L 4P, 20 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	196.25	196.25
Interruptor automático compact NG125N 4P, 100 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	273.07	273.07
Diferencial VigiC60, AC 63 A 300mA 4P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	219.71	219.71



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Diferencial VigiC60,AC 40 A 300mA 4P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	166.60	166.60
Diferencial VigiNG125, 30mA 4P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	473.41	473.41
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x1.5/1.5+T1.5mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	80 metros	3.854	308.32
Tubo cable anterior diámetro 16mm.metálico	80 metros	0.55	44
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x4/4+T4mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	40 metros	8.054	322.16
Tubo cable anterior diámetro 20mm. metálico	40 metros	0.62	24.8
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x50/25+T25mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	20 metros	68.69	1564.8



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Tubo cable anterior diámetro 50mm. metálico	20 metros	0.95	19
		SUBTOTAL	4450.51



8. CAPÍTULO VIII: CUADRO AUXILIAR 5

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Caja Uriarte CA-64, con tapa transparente de policarbonato incoloro, fondo de poliéster reforzada con fibra de vidrio, grado de protección IP-65, contra el polvo, agua e impactos. Incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente ensablada, instalada, conexionada y colocada en obra.	1 unidad	50.65	50.65
Interruptor automático compact C60L 4P, 10 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	2 unidades	187.09	374.18
Interruptor automático compact C60L 4P, 16 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	2 unidades	190.73	381.46
Interruptor automático compact C60L 4P, 40 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	3 unidades	221.90	665.70
Interruptor automático compact C60L 4P, 25 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	206.78	206.78
Interruptor automático compact NG125 4P, 50 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	233.64	233.64



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Diferencial VigiC60,AC 25 A 300mA 4P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	163.08	163.08
Diferencial VigiC60,AC 40 A 300mA 4P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	3 unidades	166.60	499.80
Diferencial VigiC60,AC 63 A 300mA 3P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	2 unidades	219.71	439.42
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x1.5/1.5+T1.5mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	30 metros	3.854	115.62
Tubo cable anterior diámetro 16mm.metálico	30 metros	0.55	16.5
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x2.5/2.5+T2.5mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	30 metros	5.514	165.42
Tubo cable anterior diámetro 20mm.metálico	30 metros	0.62	18.6



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x6/6+T6mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	15 metros	11.836	177.54
Tubo cable anterior diámetro de 25mm. metálico	15 metros	0.68	10.2
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x10/10+T10mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	60 metros	18.976	1138.56
Tubo cable anterior diámetro 32mm. metálico	60 metros	0.75	45
		SUBTOTAL	4702.15



9. CAPÍTULO IX: CUADRO AUXILIAR 7

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Caja Uriarte CA-64, con tapa transparente de policarbonato incoloro, fondo de poliéster reforzada con fibra de vidrio, grado de protección IP-65, contra el polvo, agua e impactos. Incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente ensablada, instalada, conexionada y colocada en obra.	1 unidades	50.65	50.65
Interruptor automático compact C60L 4P, 10 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidades	187.09	187.09
Interruptor automático compact C60L 4P, 20 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	3 unidades	196.25	588.75
Interruptor automático compact C60L 4P, 32 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	219.24	219.24
Interruptor automático compact C60L 4P, 25 A PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	2 unidades	206.78	413.56
Interruptor automático compact NG125 , 125 A 4P, PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	273.07	273.07



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Diferencial VigiC60,AC 63 A 300mA 4P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	2 unidades	219.71	439.42
Diferencial VigiC60,AC 40 A 300mA 4P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	166.60	166.60
Diferencial VigiNG125, 30mA 4P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	473.41	473.41
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x1.5/1.5+T1.5mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	15 metros	3.854	57.81
Tubo cable anterior diámetro 16mm. metálico	15 metros	0.55	8.25
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x4/4+T4mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	45 metros	8.054	362.43
Tubo cable anterior diámetro 20mm. metálico	45 metros	0.62	27.9



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x6/6+T6mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	30 metros	11.836	355.08
Tubo cable anterior diámetro 25mm.metálico	30 metros	0.68	20.4
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x10/10+T10mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	15 metros	18.976	284.64
Tubo cable anterior diámetro de 32mm. metálico	15 metros	0.75	11.25
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x70/35+T35mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	15 metros	91.552	1565.04
Tubo cable anterior diámetro de 63mm.metálico	15 metros	1.05	15.75
		SUBTOTAL	5520.34



10. CAPÍTULO X: CUADRO AUXILIAR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Caja Uriarte CA-64, con tapa transparente de policarbonato incoloro, fondo de poliéster reforzada con fibra de vidrio, grado de protección IP-65, contra el polvo, agua e impactos. Incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente ensablada, instalada, conexionada y colocada en obra.	1 unidad	61.90	61.90
Terna de cables unipolares más neutro, aislamiento XLPE 0.6/1kV, cobre. RV-K (3x400/185). Incluido accesorios de instalación y totalmente instalado en bandeja.	1 metro	487.33	487.33
Interruptor automático compact NSX630 con bobina de disparo por relé de protección diferencial, PdC=50kA, curva B, 4p, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	5674.56	5674.56
Conductor de aluminio flexible RV-K para instalación fija (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de polietileno de vinilo (V). 2x1.5+1.5mm ² . incluido accesorios de instalación y totalmente instalado y conexionado.	2.5 metros	1.72	4.3
Diferencial clase AC, 25 A, 30mA 2P, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidades	80.12	80.12



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Interruptor automático C120H, 10 A, 36kA, 2P, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmnte instalado y conexionado.	1 unidad	87.43	87.43
Diferencial Clase AC, 40 A, 300mA, 4P de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	222.216	222.216
Interruptor automático C120H, 16 A, 36kA, 2P, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmnte instalado y conexionado.	1 unidad	109.24	109.24
Bandeja Rejiband 35 de la marca pemsas, instalada en pared para sujeción de los cables. Totalmente instalada.	1 metro	1.60	1.60
Terna de cables unipolares, aislamiento XLPE 0.6/1kV, de aluminio RV-K 2x(3x400/185mm ²) incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente instalado bajo tubo subterráneo.	19 metros	974.67	18518.69
		SUBTOTAL	25247.39



11. CAPÍTULO XI: CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN 2

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Caja Uriarte CA-84, con tapa transparente de policarbonato incoloro, fondo de poliéster reforzada con fibra de vidrio, grado de protección IP-65, contra el polvo, agua e impactos. Incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente ensablada, instalada, conexionada y colocada en obra.	1unidades	65.10	65.10
Interruptor automático compact NS630N con bobina de disparo pore relé de protección diferencial, PdC=50kA, curva B, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1unidad	3708.64	3708.64
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: XLPE, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x50/25+T25mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	50m	68.7	3435
Interruptor automático compact NS250N con bobina de disparo por relé de protección diferencial, PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidades	1878.56	1878.56



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Interruptor automático compact NG125 , 80 A 4P, PdC=25kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	269.36	269.36
Diferencial VigiNG125, 30mA 4P, de la marca Schneider Electic. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	473.41	473.41
Diferencial VigiNS250, 300mA 4P, de la marca Schneider Electic. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	978.36	978.36
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: XLPE, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x25/16+T16mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	51 metros	43.074	2196.77
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: XLPE, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x120/70+T70mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	51 metros	175.55	8952.95
		SUBTOTAL	21958.15



12. CAPÍTULO XII: CUADRO AUXILIAR 8

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Caja Uriarte CA-64, con tapa transparente de policarbonato incoloro, fondo de poliéster reforzada con fibra de vidrio, grado de protección IP-65, contra el polvo, agua e impactos. Incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente ensablada, instalada, conexiónada y colocada en obra.	1 unidad	50.65	50.65
Interruptor automático compact C60L 4P, 10 A PdC=10kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexiónado.	8 unidades	187.09	1496.72
Interruptor automático compact C60L 4P, 25 A PdC=10kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexiónado.	1 unidades	206.78	206.78
Interruptor automático compact NG125 , 80 A 3P, PdC=10kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexiónado.	1 unidad	286.92	286.92
Diferencial VigiC60,AC 25 A 300mA 4P, de la marca Schneider Electic. Totalmente instalado y conexiónado.	1 unidad	163.08	163.08
Diferencial VigiC60,AC 40 A 300mA 4P, de la marca Schneider Electic. Totalmente instalado y conexiónado.	2unidades	166.6	333.2



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x1.5/1.5+T5mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	120 metros	3.854	462.48
Tubo cable anterior diámetro de 16mm. metálico	120 metros	0.55	66
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x4/4+T4mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	15 metros	8.054	120.81
Tubo cable anterior diámetro de 20mm. metálico	15 metros	0.62	9.3
		SUBTOTAL	3195.94



13. CAPÍTULO XIII: CUADRO AUXILIAR 9

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Caja Uriarte CA-64, con tapa transparente de policarbonato incoloro, fondo de poliéster reforzada con fibra de vidrio, grado de protección IP-65, contra el polvo, agua e impactos. Incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente ensablada, instalada, conexionada y colocada en obra.	1 unidad	50.65	50.65
Interruptor automático compact C60L 4P, 10 A PdC=15kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	2 unidades	187.09	374.18
Interruptor automático compact C60L 4P, 16 A PdC=15kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	3 unidades	190.73	572.19
Interruptor automático compact C60L 4P, 63 A PdC=15kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	2 unidades	296.13	592.26
Interruptor automático compact C120H 4P, 100 A PdC=15kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	381.73	381.73
Diferencial VigiC60, AC 25 A 300mA 4P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidades	163.08	163.08



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Diferencial Clase AC, C120,100A, 300mA, 4P de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidades	268.72	268.72
Diferencial Clase AC, 63 A, 300mA, 4P de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	3 unidades	219.71	659.13
Interruptor automático compact NS250N con bobina de disparo por relé de protección diferencial, PdC=22kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	1878.56	1878.56
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x1.5/1.5+T1.5mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	38 metros	3.854	146.452
Tubo cable anterior diámetro de 16mm. metálico	38 metros	0.55	20.9
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x2.5/2.5+T2.5mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	57 metros	5.514	314.3
Tubo cable anterior diámetro de 20mm. metálico	57 metros	0.62	35.34

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x25/16+T16mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	19 metros	43.24	821.29
Tubo cable anterior diámetro de 50mm. metálico	19 metros	0.95	18.05
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x10/10+T10mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	38 metros	18.976	721.09
Tubo cable anterior diámetro de 32mm. metálico	38 metros	0.75	28.5
		SUBTOTAL	7046.42



14. CAPÍTULO XIV: CUADRO AUXILIAR 9B

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Caja Uriarte CA-64, con tapa transparente de policarbonato incoloro, fondo de poliéster reforzada con fibra de vidrio, grado de protección IP-65, contra el polvo, agua e impactos. Incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente ensablada, instalada, conexionada y colocada en obra.	1 unidad	50.65	50.65
Interruptor automático compact C120H 4P, 100 A PdC=10kA, curva B, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	422.38	422.38
Interruptor automático compact C60L 4P, 10 A PdC=10kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	187.09	187.09
Interruptor automático compact C60L 4P, 16 A PdC=10kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	2 unidades	190.73	381.46
Interruptor automático compact C60L 3P, 42 A PdC=10kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	219.24	219.24



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Interruptor automático compact C120N 4P, 100 A PdC=10kA, curva B, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	422.38	422.38
Diferencial VigiC60,AC 63A 30mA 4P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	268.04	268.04
Diferencial Clase AC, 40 A, 30mA, 4P de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	201.81	201.81
Interruptor automático compact C60L 4P, 20 A PdC=10kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	196.25	196.25
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x1.5/1.5+T1.5mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	281 metros	3.854	1082.97
Tubo cable anterior diámetro de 16mm. metálico	281 metros	0.55	154.55



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x2.5/2.5+T2.5mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	126 metros	5.514	694.76
Tubo cable anterior diámetro de 20mm. metálico	126 metros	0.62	78.12
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x10/10+T10mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	79 metros	18.976	1499.10
Tubo cable anterior diámetro de 32mm. metálico	79 metros	0.75	59.25
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x4/4+T4mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	70.4metros	8.054	567.00
Tubo cable anterior diámetro de 20mm. metálico	70.4 metros	0.62	43.65
		SUBTOTAL	6747.94



15. CAPÍTULO XV: CUADRO AUXILIAR 9C

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Caja Uriarte CA-64, con tapa transparente de policarbonato incoloro, fondo de poliéster reforzada con fibra de vidrio, grado de protección IP-65, contra el polvo, agua e impactos. Incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente ensablada, instalada, conexionada y colocada en obra.	1 unidad	50.65	50.65
Interruptor automático compact C60L 4P, 10 A PdC=6kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	4 unidades	187.09	748.36
Interruptor automático compact C60L 4P, 16 A PdC=6kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	190.73	190.73
Interruptor automático compact C60L 3P, 63 A PdC=6kA, curva B, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	219.24	219.24
Diferencial VigiC60,AC 63 A 30mA 4P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	268.04	268.04



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x1.5/1.5+T1.5mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	332 metros	3.854	1279.53
Tubo cable anterior diámetro de 16mm. metálico	332	0.55	182.6
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x4/4+T4mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	115 metros	8.054	926.21
Tubo cable anterior diámetro de 20mm. metálico	115 metros	0.62	71.3
		SUBTOTAL	3936.66



16. CAPÍTULO XVI: CUADRO AUXILIAR 9D

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Caja Uriarte CA-64, con tapa transparente de policarbonato incoloro, fondo de poliéster reforzada con fibra de vidrio, grado de protección IP-65, contra el polvo, agua e impactos. Incluido accesorios necesarios para su instalación y totalmente ensablada, instalada, conexionada y colocada en obra.	1 unidades	50.65	50.65
Interruptor automático compact C60L 3P, 10 A PdC=10kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	3 unidades	187.09	561.27
Interruptor automático compact C60L 3P, 16 A PdC=10kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidades	190.73	190.73
Interruptor automático compact C60L 3P, 25 A PdC=10kA, curva C, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidades	206.78	206.78
Interruptor automático compact C60N 4P, 63 A PdC=6kA, curva B, de la marca Scheneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	357.56	357.56
Diferencial VigiC60,AC 40 A 30mA 4P, de la marca Schneider Electric. Totalmente instalado y conexionado.	2 unidades	201.81	403.62



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x1.5/1.5+T1.5mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	113 metros	3.854	435.50
Tubo cable anterior diámetro de 16mm. metálico	113 metros	0.55	62.15
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x6/6+6mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	27 metros	11.836	319.572
Tubo cable anterior diámetro de 25mm. metálico	27 metros	0.68	18.36
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x4+T4mm2. incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	63 metros	6.386	402.318
Tubo cable anterior diámetro de 20mm. metálico	63 metros	0.62	39.06
		SUBTOTAL	3047.57



17. CAPÍTULO XVII: ALUMBRADO INTERIOR

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Lámpara Philips Oliva 460 TMS 2xTL-D58W/840 HF. Totalmente instalada y conexionada	625 unidades	54	33750
Lámpara Philips Oiva 460 TMS 1xTL-D36W/840 HF MB. Totalmente instalada y conexionada	17 unidades	42	714
Lámpara Pacific FCW196 2xPL-L18W/840 HF P. Totalmente instalada y conexionada.	79 unidades	50	3950
Lámpara Latina FBH022 2xPL-C/2P26W/840. Totalmente instalada y conexionada.	39 unidades	58	2262
Lámpara Pentura Mini TWG128 1xTL5-28W/840 HF. Totalmente instalada y conexionada.	13 unidades	29	377
Lámpara Philips Spot LED 3 BCG481 1x5LEDs/4000K 25D. Totalmente instalada y conexionada.	21 unidades	185	3885
		SUBTOTAL	44938



18. CAPÍTULO XVIII: ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Lámpara TCH329 1xTL8W/840 CON P Totalmente instalada y conexiónada	86 unidades	36	3096
		SUBTOTAL	3096

19. CAPÍTULO XIX: PEQUEÑO MATERIAL

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Tomas de corriente monofásicas. Totalmente instalados y conxionados	56 unidades	21.60	1209.6
Tomas de corriente trifásicas. Totalmente instalados y conxionados	12 unidades	28.07	336.84
Interruptor-pulsador. Totalmente instalados y conesionados	53 unidades	0.50	26.5
Automatísmos principales	2 unidades	953.80	1907.6
Automatísmos secundarios	2 unidades	953.80	1907.6
Automatísmos iluminación	22 unidades	25.53	561.66
Transformadores de 380/24 V	8 unidades	80.5	644
Autoválvua	3 unidades	99	297
		SUBTOTAL	6890.8



20. CAPÍTULO XX: COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x300/150+T150mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	0.5 metros	413.118	206.56
Conductor ARMIGON-M Unfire RVhMAVh-K de la marca Generalcable, conductor de cobre flexible: clase 5, aislamiento: PVC, asiento de armadura: poliolefina especial flexible.3x120/70+T70mm ² . incluidos accesorios de instalación y totalmente instalado bajo tubo.	0.5 metros	175.64	87.819
Batería de condensadores automática Minicap estandar de 400V de 247.5kVAr repartidos en bloques de (16x15+7.5) de la marca Schneider. Incluye transformador de corriente integrado. Totalmente protegido, instalado y conexonado.	1 unidad	7755.22	7755.22
Batería de condensadores automática Minicap estandar de 400V de 142.5kVAr repartidos en bloques de (9x15+7.5) de la marca Schneider. Incluye transformador de corriente integrado. Totalmente protegido, instalado y conexonado.	1 unidad	4469.72	4469.72
		SUBTOTAL	12519.32



21. CAPÍTULO XXI: INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Tierra de protección de la nave realizada en anillo a un metro por el exterior del perímetro de la nave, a 0.8m de profundidad con conductor desnudo de cobre de 50mm ² y 4 picas recubiertas de cobre de 14mm de diámetro y 2m de longitud. Incluso arquetas de registro, soldadura aluminotérmica y otros elementos para conexión. Totalmente instalada y conexionada.	1 unidad	1360.00	1360.00
Tierra de protección del centro de transformación realizado en anillo de 7.0x3.5 a 0.8m de profundidad con conductor de cobre desnudo de 50 milímetros cuadrados y cuatro picas recubiertas de cobre de 14mm de diámetro y 2 metros de longitud. Incluso arquetas de registro, soldadura aluminotérmica y otros elementos de conexión. Totalmente instalada y conexionada.	1 unidad	480.00	480.00
Tierra de servicio realizada en configuración longitudinal, formada por 6 picas de acero recubierto de cobre de 2 metros de longitud y 14mm de diámetro en hilera separadas entre sí 3m con conductor de conexión de cobre desnudo de 50mm cuadrados, enterradas a una profundidad de 0.5m. incluso arquetas de registro, soldadura aluminotérmica y otros elementos para conexión. Totalmente instalada y conexionada.	2 unidades	510.00	1020.00



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Tierra de protección contra efectos atmosféricos, realizada en configuración longitudinal, formada por 4 picas de acero recubierto de cobre de 2m de longitud y 14mm de diámetro en hileras separadas entre sí 3 metros con conductor de conexión de cobre desnudo de 50mm cuadrados, enterrados a una profundidad de 0.5 metros. Incluso arquetas de registro, soldadura aluminotérmica y otros elementos para conexión. Totalmente instalada y conexionada.	1 unidad	340	340
		SUBTOTAL	3200



22. CAPÍTULO XXII: INSTALACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
<p>Construcción de edificios de dimensiones 2380x6808x3045mm para albergar en su interior dos transformadores de 630 y 800kVA y la aparamenta necesaria tanto en MT como en BT. Paredes de bloque y hormigón, solera realizada con mallazo metálico y hormigón con foso para entrada y salida de conductores bajo celdas, incluso conducto entre fosa y transformadores para cable de MT y foso para recogida de aceite de los transformadores. Con una puerta peatonal de dimensiones 900x2100 y una puerta de doble hoja para los transformadores con dimensiones 1260x2100. incluso rejilla metálica de ventilación (entrada de dimensiones 2300x1000, salida de dimensiones 2100x1200). Incluso rejilla metálica para la separación de los transformadores. Totalmente construido y conexionado, incluso remates finales.</p>	1 unidad	13400.00	13400.00
<p>Celda de entrada. Celda de remonte CGMCOSMOS-RCd d Ormazabal de dimensiones 735x365x1740mm. Con interruptor seccionador (SF6), seccionador de puesta a tierra(SF6), juego de barras tripular, indicador de presencia de tensión, palancas de accionamiento, aisladores de apoyo y embarrado de puesta a tierra. Totalmente instalado y conexionado.</p>	1 unidad	2448.5	2448.5



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Celda de medida CGMCOSMOS-RCd d Ormazabal de dimensiones 800x1025x1740mm. Preparada para instalar tres transformadores de intensidad y otros dos de tensión. Juego de barras tripular (400 A). Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	5663.73	5663.73
Celda de protección CGMCOSMOS-L d Ormazabal de dimensiones 735x470x1740mm. Con interruptor seccionador (SF6), equipado con bobina de disparo, seccionador de puesta a tierra (SF6), juego de barras tripular, fusibles limitadores de 24kV, indicador de presencia de tensión, palancas de accionamiento, aisladores de apoyo y embarrado de puesta a tierra. Totalmente instalado y conexionado.	2 unidades	3306.30	6612.6
Cuadro de contadores HIMEL, modelo PLA-735AT/ID, de dimensiones 750x500x320mm. Con regleta de verificación normalizada por la compañía suministradora, contador de energía activa de triple tarifa CL1, contador de energía reactiva de simple tarifa CL3 y reloj de conmutación de tarifas. Totalmente instalado y conexionado.	1 unidad	5663.73	5663.73



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Transformador trifásico sumergido en aceite mineral según la norma UNE21-320/5 IEC296, de la casa Omarzabal. Relación 13200/400, aislamiento 24kV grupo de conexión Dyn11. incluso cable unipolar seco de cobre de 1 (3x50mm ²) a celda de medida. Terminales de interior 12/20kV de 50mm ² y demás material de conexión. Totalmente instalado y conexionado.800 kVA	1 unidad	8850	8850
Transformador trifásico sumergido en aceite mineral según la norma UNE21-320/5 IEC296, de la casa Omarzabal. Relación 13200/400, aislamiento 24kV grupo de conexión Dyn11. incluso cable unipolar seco de cobre de 1 (3x50mm ²) a celda de medida. Terminales de interior 12/20kV de 50mm ² y demás material de conexión. Totalmente instalado y conexionado.630 kVA	1 unidad	6550	6550
		SUBTOTAL	49188.56



23. CAPÍTULO XXIII: ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE ALTA TENSIÓN

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Extintor de eficacia 89B o equivalente. Incluso elementos de sujeción. Totalmente instalado.	1 unidad	84.35	84.35
Banqueta aislante para maniobra de aparamenta de AT.	1 unidad	56.68	56.68
Par de guantes dieléctricos de maniobra	1 unidad	97.17	97.17
Pértiga de salvamento CS-45	1 unidad	63.18	63.18
Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE. Incluso elementos de fijación. Totalmente instalada.	1 unidad	12.66	12.66
Placa reglamentaria 5 regletas de oro. Incluso elementos de fijación. Totalmente instalada	1 unidad	9.81	9.81
Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS.incluso elementos de fijación. Totalmente instalada.	1 unidad	9.81	9.81
		SUBTOTAL	333.66



24. CAPÍTULO XXIV: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD

Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas, amortizable n 5 usos.	5 unidades	3.5	17.50
Arnés de seguridad con amarre dorsal y laeal. Acolchado y cinturón giro 180° para trabajos de electricidad. Certificado CE	2 unidades	55	110,00
Placa de señalización-inormación en PVC serigrafiado de 50x30 cm, fijada mecánicamente, amorizable en 3 usos.	1 unidad	3.50	3.50
Señal de seguridad triangular de 70 cm, normalizada, con trípode tubuar.	1 unidad	16.00	16.00
Gafas protecoras contra impactos, antipolvos y antiempañables	5 unidades	5	25.00
Protectores auditivos con arnés a la nuca. Certificado CE	5 unidades	4.5	22.50
Juego de tapones antirruído de silicona ajustables. Certificado CE	5 unidades	0.5	2.50
Par de guantes de uso general. Certificado CE	5 unidades	2	10.00
Par de botas seguridad con punter metálica. Certificado CE	5 unidades	20	100.00
Cinta balizamiento bicolor (rojo-blanco de mterial plástico	20 unidades	0.7	14.00



Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Importe (Euros)
Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34 ^a /233B, de 6kg de agent extintor, con soporte, manómetro, boquilla con difusor, según norma UNE 23110	3 unidades	3.5	10.50
		SUBTOTAL	296.00



25. CAPÍTULO XXV: RESUMEN DEL PRESUPUESTO

	Euros
Cuadros de distribución.....CAPI	27641.37
CAPII	76377.27
CAPIII	5135.93
CAPIV	7033.51
CAPV	18834.3
CAPVI	4988.59
CAPVII	4450.51
CAPIX	5520.34
CAPX	25247.39
CAPXI	21958.15
CAPXII	3195.94
CAPXIII	7046.42
CAPIV	6747.94
CAPXV	3936.66
CAPVI	3047.57
SUBTOTAL	216711.38
Alumbrado interior.....CAPXVII	44938.00
SUBTOTAL	44938.00
Alumbrado emergencia.....CAPXVIII	3096.00
SUBTOTAL	3096.00
Pequeño material.....CAPXIX	6890.80
SUBTOTAL	6890.80
Compensación factor de potencia.....CAPXX	12519.30
SUBTOTAL	12519.30
Instalación de puesta a tierra.....CAPXX	3200.00
SUBTOTAL	3200.00
Inalación del CT.....CAPXX	49188.56
SUBTOTAL	49188.56
Elementos seguridad AT.....CAPXX	333.66
SUBTOTAL	333.66



Equipo de seguridad y salud.....CAPXX 296.00

SUBTOTAL 296.00

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL.....337188.74

El total ejecución material asciende a TRESCIENTOS TREINTA Y SIETE MIL CIENTO OCHENTA Y OCHO con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Gastos generales 5% 16859.437

Beneficio industrial 10% 33708.87

Suma de G.G. y B.I. (P.E. POR CONTRATA) 387757.04

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a TRESCIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL SETECINTOS SETENTA Y CINCO con CUATRO CÉNTIMOS.

3% HONORARIOS PROYECTISTA 11632.71

3% HONORARIOS DIRECCIÓN DE OBRA 11632.71

TOTAL PRESUPUESTO 411022.46

Asciende el preupuesto general, SIN IVA, a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS ONCE MIL VEINTIDÓS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

Pamplona, Abril de 2010

Javier Lisarri Garrues



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 6: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y
SALUD

Javier Lisarri Garrues

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril de 2010



ÍNDICE	<u>Pag</u>
1. RIESGOS MÁS FRECUENTES	2
2. NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA	2
2.1 EN FASE DE PROYECTO	3
2.2 ANTES DEL INICIO DE LOS TRABAJOS	4
2.2.1 FORMACIÓN	4
2.2.1.1 FORMACIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO	4
2.2.1.2 FORMACIÓN DEL PERSONAL DE PRODUCCIÓN	5
2.2.2 FUNCIONES DEL PERSONAL TÉCNICO A PIE DE OBRA	5
2.2.3 FUNCIONES DE LOS MANDOS INTERMEDIOS	7
2.2.4 FUNCIONES DEL PERSONAL DE LA OBRA	7
2.2.5 NORMAS DE CARÁCTER GENERAL	7
2.2.5.1 PROTECCIONES PERSONALES	9
2.2.6 NORMAS DE CARÁCTER ESPECÍFICO	9
2.2.6.1 INTERVENCIÓN EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS	9
2.2.6.2 MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS	10
2.2.6.3 MANEJO DE HERRAMIENTAS MANUALES	10
2.2.6.4 MENEJO DE HERRAMIENTAS PUNZANTES	11
2.2.6.5 PISTOLA FIJA-CLAVOS	12
2.2.6.6 MANEJO DE HERRAMIENTAS DE PERCUSIÓN	13
2.2.6.7 MÁQUINAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES	14
2.2.6.8 MONTACARGAS	14
2.2.6.9 MANIPULACIÓN DE CARGAS CON LA GRúa	16



1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caída al mismo nivel
- Caída a distinto nivel
- Caída de objetos
- Afecciones en la piel
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Caída o colapso de andamios
- Contaminación acústica
- Lumbalgia por sobre esfuerzo
- Lesiones en manos
- Lesiones en pies
- Quemaduras por partículas incandescentes
- Quemaduras por contacto con objetos calientes
- Choques o golpes contra objetos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Incendio
- Explosión

2. NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA

2.1 EN FASE DE PROYECTO

El proyecto, al desarrollar la actividad contemplada en este trabajo, deberá de haber integrado todos los factores de seguridad para personas y las cosas, quedando relegada la colocación de protecciones colectivas, defensa, resguardos y utilización de protecciones personales a aquellas situaciones de riesgo que no han sido previstas ni integradas al proceso productivo. El proyectista, el coordinador de los trabajos por parte de la Dirección Facultativa, el planificador técnico de los trabajos y el propio empresario de la contrata, son piezas claves para la consecución de este trabajo.

La dirección facultativa deberá haber tenido en cuenta en fase de proyecto todos aquellos aspectos del proceso productivo que, de una u otra forma, pueden poner en peligro la salud e integridad física de los trabajadores o de terceras personas ajenas a la obra.

Se tendrá en cuenta la existencia o no de conducciones eléctricas aéreas a fin de solicitar a la compañía correspondiente el desvío, apantallado o descargo que corresponda.

La Dirección Técnica de la obra habrá planificado los trabajos seleccionando las técnicas más adecuadas a emplear en cada caso concreto y las que mayores garantías de seguridad ofrezca a los trabajadores que realizan la actividad objeto de este procedimiento.

La Dirección Facultativa conjuntamente con el máximo responsable técnico contratista a pie de obra, deberían comprobar previamente el conjunto de los siguientes aspectos:



- Revisión de los planos del proyecto de obra
- Replanteo
- Maquinaria y herramientas adecuadas
- Andamios
- Aberturas no incluidas en los planos
- Condiciones de almacenamiento de los materiales

La Dirección Facultaiva informará al constructor de los riesgos y dificultades que, si bien están minimizados, no se han podido solventar en fase de proyecto y contando con la opinión de los propios trabajadores, se evaluará el nivel de riesgo que asume, quedando reflejado tanto en el Estudio de Seguridad como en el Plan que lo desarrolla.

Establecer un programa para cadenciar el avance de los trabajos, así como la retirada y acopio de la totalidad de los materiales empleados, en situación de espera.

En el caso de que tenga que instalarse un cuadro, equipo o se utilice cualquier otra maquinaria, se mantendrá la distancia de seguridad respecto a las líneas de conducción eléctricas y se consultarán las normas NTE-IEB “Instalaciones de Electricidad. Baja Tensión” y NTE-IEP “Instalaciones de Electricidad. Puesta a Tierra”.

Se revisará todo lo concerniente a la instalación eléctrica comprobando su adecuación a la potencia requerida y el estado de conservación en el que se encuentra.

Será debidamente cercada la zona en la cual pueda haber peligro de caída de materiales y no se ha podido apantallar adecuadamente la previsible parábola de caída del material.

2.2 ANTES DEL INICIO DE LOS TRABAJOS

Antes de comenzar los trabajos, estarán aprobados por la Dirección Facultativa el método constructivo empleado y los circuitos que afectan a la obra.

Se efectuará un estudio de acondicionamiento de las zonas de trabajo, para prever la colocación de plataformas, torretas, zonas de paso y forma de acceso y poderlos utilizar de forma conveniente.

En general, las vallas o palenques acotarán no menos de 1 metro de paso de peatones y 2 metros el de vehículos.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso, el equipo indispensable y el necesario, prendas de protección individual tales como cascos, gafas, guantes, botas de seguridad homologadas, impermeables y otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer y evacuar a los operarios que puedan accidentarse.

El personal habrá sido instruido sobre la correcta utilización de los equipos individuales de protección, necesarios para la realización de sus trabajos. En los riesgos puntuales y esporádicos de caída de altura, se utilizará obligatoriamente el cinturón de seguridad ante la imposibilidad de disponer de la adecuada protección colectiva u

observarse vacíos al respecto de la integración de la seguridad en el proyecto de ejecución.

Abrir los circuitos con la finalidad de aislar todas las fuentes de tensión que puedan alimentar la instalación en la que se debe trabajar. Esta apertura debe efectuarse en cada uno de los conductores, comprendiendo en neutro y en los conductores de alumbrado público si los hubies, mediante elementos de corte omnipolar, o en su defecto, abriendo primero las fases y en último lugar el neutro. Si la instalación está en funcionamiento imposibilitando la separación del neutro, o bien si este está en bucle, se realizará el trabajo como si se tratara de un trabajo de tensión (apantallado, aislamiento, enclavamiento, etc...).

Bloquear si es posible y en posición de apertura, los aparatos de corte. En cualquier caso, colocar en el mando de estos aparatos una señalización de prohibición de maniobrar.

Verificación de la ausencia de tensión en cada uno de los conductores, incluido el neutro y los de alumbrado público si los hubies, en una zona lo más próxima posible al punto de corte, así como en las masas metálicas próximas.

2.2.1 FORMACIÓN

Se efectuará entre el personal la formación adecuada para asegurar la correcta utilización de los medios puestos a su alcance para mejorar su rendimiento, calidad y seguridad del trabajo.

2.2.1.1 FORMACIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO

- Profesionalidad
- Interpretación del proyecto en sus aspectos estructurales y su influencia en el resto de trabajos confluyentes
- Cálculo de los tiempos óptimos
- Sincronización de equipos y su influencia respecto a terceros
- Control de producción y mantenimiento de los trabajos
- Equipamiento electromecánico de los equipos
- Mantenimiento preventivo y prácticas con los equipos
- Sistemas de trabajo
- Seguridad eléctrica, apantallado
- Primeros auxilios, shock eléctrico.

2.2.1.2 FORMACIÓN DEL PERSONAL DE PRODUCCIÓN

- Profesionalidad elemental del funcionamiento electromecánico de los equipos
- Conocimiento mecánico de las unidades
- Sistemas de trabajo
- Sincronización de las diferentes máquinas y equipos eléctricos
- Mantenimiento preventivo
- Conocimiento de la operatividad de las máquinas
- Prácticas con equipos y herramientas



- Seguridad en el trabajo

2.2.2 FUNCIONES DEL PERSONAL TÉCNICO A PIE DE OBRA

Antes de iniciar los trabajos se deberán considerar por parte de la Dirección Ejecutiva coordinadamente con el mando intermedio responsable del trabajo, los siguientes aspectos de la seguridad de los mismos:

Comprobará la realización de apertura con corte visible de los circuitos o instalaciones solicitadas. Verificará la ausencia de tensión en cada uno de los conductores, antes y después de realizados los trabajos.

Se asegurará de la correcta puesta a tierra y en cortocircuito. Determinará el ámbito de la zona protegida por consignación o descargo de la línea. Dará las órdenes para la colocación de apantallamientos potectores en proximidad de otras instalaciones en tensión.

Se planificará la zona de acopios, la posición de las máquinas y el desarrollo de los trabajos considerando la variación de la disponibilidad de espacio, acotándose las zonas con vallas y balizas.

Se establecerán los accesos a la zona de trabajo a utilizar por el personal, vehículos y cargas suspendidas.

Se estudiarán las posibles interferencias que se pudieran producir con otros trabajos y las medidas de seguridad que se adoptarán llegado el caso.

Se considerará si las protecciones colectivas previstas en el Plan de Seguridad son suficientes para garantizar el normal desarrollo de los trabajos y si las condiciones de trabajo supuestas en dicho Plan se correspondan con la situación real.

En caso de tenerse que realizar modificaciones, se informará a la Dirección Facultativa de la situación, solicitando de ésta aprobación de las nuevas medidas a adoptar.

Se informará de posibles riesgos adicionales que pudieran existir (Ej.: cables en tensión próximos a la zona de trabajo ajenos a la obra, situaciones climáticas extremas, proximidad de la obra a industrias de actividades consideradas nocivas o peligrosas, etc..) y de las medidas de seguridad que deberá adoptar previas al inicio de los trabajos o por el personal durante el desarrollo de los mismos.

Se pondrá en conocimiento de los mandos intermedios las normas de seguridad generales de la obra y del presente Procedimiento Operativo de Seguridad, así como los específicos sobre, máquinas, herramientas y medios auxiliares a utilizar en los trabajos.



2.2.3 FUNCIONES DE LOS MANDOS INTERMEDIOS

Verificará la ausencia de tensión.

Comprobará la puesta a tierra y en cortocircuito de la instalación

Delimitará la zona de trabajo mediante señalización visible

Comprobará la dotación e idoneidad de las protecciones personales, equipos y herramientas dieléctricas de los operarios a su cargo.

Inspeccionarán el estado de los accesos y de las zonas de trabajo de las distintas plantas, antes del inicio de las operaciones.

Inspeccionarán el estado de las instalaciones colectivas, dando las instrucciones para que se repongan los elementos deteriorados o sustraídos y reponiendo en el almacén el material empleado.

Planificará los trabajos de forma que el personal será especializado en cada tipo de tarea

Pondrá en conocimiento del personal las normas de seguridad generales de la obra y del presente Procedimiento Operativo de Seguridad, así como los específicos sobre máquinas, herramientas y medios auxiliares a utilizar en los trabajos

Informará al personal a su cargo de los trabajos que deberán realizar, así como de las medidas de seguridad que se van a adoptar (medidas organizativas y protecciones colectivas) y las que deben adoptar con carácter individual.

El “Encargado General de los Trabajos” deberá formar previamente a su personal en los “Principios Básicos de Manipulación de Materiales”.

El tiempo dedicado a la manipulación de los distintos materiales es directamente proporcional a la exposición al riesgo de accidentes derivados de dicha actividad. La manipulación eleva el costo de la producción sin aumentar el valor de la obra ejecutada. Consecuentemente, hay que tender a la supresión de toda manipulación que no sea absolutamente imprescindible, simplificando al máximo los procesos de trabajo.

Procurar que los distintos materiales, así como la plataforma de apoyo y de trabajo del operario, estén a la altura en que se ha de trabajar con ellos. Cada vez que se sube o se baja una pieza o se desplaza un operario para recogerla, existe la posibilidad de evitar una manipulación y/o desplazamiento.

Evitar el depositar los materiales sobre el suelo, hacerlo sobre las bateas o los contenedores que permitan su transporte a granel.

Acotar en lo posible las distancias a recorrer por el material manipulado, evitando estacionamientos intermedios entre el lugar de partida del material y el emplazamiento definitivo de su puesta en obra.

Acarrear siempre las piezas a granel mediante paloniers, bateas, contenedores o palets, en lugar de llevarlas una a una, salvo para su manipulación individual.

Mantener despejados los lugares de paso de los materiales a manipular. De nada sirve mecanizar los portes, o invertir en bateas o contenedores, si después quedan retenidos por obstáculos, o se convierten ellos mismos a su vez en impedimento de la misma índole para las restantes actividades simultáneas coincidentes en la obra.

Límites del transporte manual del material:

- $F \times d \times p < 800$
- $F =$ Carga media en kg $< 30 \text{Kg}$
- $D =$ Distancia media (m) recorrida con carga $< 30 \text{m}$
- $P =$ Producción diaria considerando la frecuencia $< 10 \text{Tm/día}$



Nota: el valor límite de 30 Kg para hombres puede superarse puntualmente a 50Kg cuando se trate de descargar una carga pesada para colocarla con un medio mecánico de manutención. En el caso de tratarse de mujeres se reducen estos valores a 15 y 25Kg respectivamente.

2.2.4 FUNCIONES DEL PERSONAL DE LA OBRA

El personal deberá comprobar si se dispone de todas las prendas de protección personal que necesitará para el trabajo, así mismo verificará su estado de utilización y conservación, poniendo en conocimiento de sus mandos cualquier anomalía.

Deberá verificar el estado de conservación de las herramientas manuales, maquinaria o medios auxiliares que estén bajo su responsabilidad.

Debe informar al mando intermedio de su capacitación para realizar las tareas que se le encomienden, así como de sus limitaciones físicas o personales que pudiera inferir en el normal desarrollo del trabajo.

Deberá respetar las protecciones colectivas instaladas con carácter general en obra. Su anulación es un delito personal.

2.2.5 NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas.

Las herramientas y máquinas estarán en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, siendo utilizadas por el personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra.

Los elementos de protección colectiva permanecerán en todo momento instalados y en perfecto estado de mantenimiento. En caso de rotura o deterioro se deberán reponer con la mayor diligencia.

La señalización será revisada a diario de forma que en todo momento permanezca actualizada a las condiciones reales de trabajo.

Después de haber adoptado las operaciones previas (apertura de circuitos, bloqueo de aparatos de corte y verificación de la ausencia de tensión) a la realización de los trabajos eléctricos, se deberán realizar en el propio lugar de trabajo, las siguientes:

- Verificación de la ausencia de tensión y de retornos.
- Puesta en cortocircuito lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público si existiera. Si la red conductora es aislada y no puede realizarse la puesta en cortocircuito, deberá procederse como si la red estuviera en tensión.
- Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.



2.2.5.1 PROTECCIONES PERSONALES

Los equipos de protección individual (EPI) de prevención de riesgos eléctricos deberán ajustarse a las especificaciones y para los valores establecidos por las distintas normas.

Los guantes aislantes, además de estar perfectamente conservados y ser verificados frecuentemente, deberán estar adaptados a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajo o maniobras.

Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que conlleven un riesgo de protección de partículas no incasdencentes, se stablecerá la obligatoriedad del uso de gafas de seguridad, con cristales incoloros, templados, curvados y ópticamente neutros, montura resistente, puente universal y protecciones laterales de plástico perforado o rejilla metálica. En los casos precisos, estos cristales serán graduados y protegidos por otros superpuestos.

En los trabajos de desbarbado de piezas metálicas, se utilizarán las gafas herméticas tipo cazoleta, ajustables mediante banda elástica, por ser las únicas que garantizan la potección ocular contra partículas rebotadas.

En los trabajos y maniobras sobre fusibles, seccionadores, bornas o zonas de tensión general, en los que pueda cebarse intempestivamente el arco eléctrico, será perceptivo el empleo de: casco de seguridad normalizado para A.T. pantalla facial de policarbonato con atalaje aislado, gafas con ocular filtrante de color DIN-2 ópticamente neutro, guantes dieléctricos o si se necesitaba mucha precison, guantes de cirujano bajo guantes de piel de cabritilla curtida al cromo con manguitos incorporados (tipo taponero).

De todos aquellos trabajos que se desarrollen en entornos con niveles de ruidos superiores a los permitidos en la normativa vigente, se deberán utilizar protctores auditivos.

La totalidad del personal que desarrolle trabajos en el interior de la obra, utilizará cascos protectores que cumplan las especificaciones.

Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que desarrollen en entornos con niveles de ruido superiores a los permitidos en la normativa vigente, se deberán utilizar protectores auditivos.

El personal utilizará durante el desarrollo de su trabajo, guantes de protección adecuados para las operaciones que se realicen.

A los operaciones sometidos al riesgo de electrocución y como medida preventiva frente al riesgo de golpes en extremidades inferiores, se dotará al personal de adecuadas botas de seguridad dieléctricas con puntera reforzada de “Akulón”, sin herrajes metálicos.



Todos los operarios utilizarán cinturón de seguridad dotado de arnés, anclado a un punto fijo, en aquellas operaciones en las que por el proceso productivo no puedan ser protegidos mediante el empleo de elementos de protección colectiva.

2.2.6 NORMAS DE CARÁCTER ESPECÍFICO

2.2.6.1 INTERVENCIÓN EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):

- El circuito se abrirá con corte visible
- Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible
- Se señalarán los trabajos mediante letrero indicador de los elementos de corte “PROHIBIDO MANIOBRAR. PERSONAL TRABAJANDO”
- Se verificará la ausencia de tensión con un discriminador de tensión o medidor de tensión
- Se cortocircuitarán las fases y pondrán a tierra

Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un jefe de trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberán ser homologadas.

Al realizar trabajos de proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo y se tomará las siguientes precauciones:

- En un primer momento, se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen el riesgo.
- Si no es posible cortar la tensión, se protegerá con mamparas aislantes (vinillo)
- En el caso de que no fuera necesario tomar las medidas indicadas anteriormente se señalará y delimitará la zona de riesgo.

2.2.6.2 MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

En los trabajos eléctricos, se utilizarán sustancias químicas que pueden ser perjudiciales para la salud, encontrándose presentes en productos tales como desengrasantes, disolventes, ácidos, pegamento y pinturas de uso corriente en estas actividades.

Estas sustancias pueden producir diferentes efectos sobre la salud como dermatosis, quemaduras químicas, narcosis, etc...

Cuando se utilicen se deberán tomar las siguientes medidas:

- Los recipientes que contengan estas sustancias estarán etiquetados indicando el nombre comercial, composición, peligros derivados de su manipulación y normas de actuación según la legislación vigente
- Se seguirán fielmente las indicaciones del fabricante



- No se rellenarán envases de bebidas comerciales con estos productos
- Se utilizarán en lugares ventilados haciendo uso de gafas panorámicas o pantalla facial, guantes resistentes a los productos y mandil igualmente resistente
- En el caso de tenerse que utilizar en lugares cerrados o mal ventilados, se utilizarán mascarillas con filtro químico adecuado a las sustancias manipuladas
- Al hacer disoluciones con agua, se verterá el producto químico sobre el agua con objeto de que las salpicaduras estén más rebajadas.
- No se mezclarán productos de distinta naturaleza

2.2.6.3 MANEJO DE HERRAMIENTAS MANUALES

Causas de los riesgos:

- Negligencia del operario
- Herramientas con mangos sueltos o rajados
- Destornilladores improvisados fabricados “in situ” con material y procedimientos inadecuados
- Utilización inadecuada como herramienta de golpeo sin serlo
- Utilización de llaves, limas o destornilladores como palanca
- Prolongar los brazos de palanca con tubos
- Destornillador o llave inadecuada a la cabeza o tuerca a sujetar
- Utilización de limas sin mango

Medidas de prevención

- No se llevarán las llaves y destornilladores sueltos en el bolsillo, si no en fundas adecuadas y sujetas al cinturón
- No sujetar con la pieza en la que se va atornillar
- No se emplearán cuchillos o medios improvisados para sacar o introducir tornillos
- Las llaves se utilizarán limpias y sin grasa
- No empujar nunca una llave, sino tirar de ella
- Emplear la llave adecuada a cada tuerca, no introduciendo nunca cuñas para ajustarla

Medidas de protección

- Para el uso de llaves y destornilladores utilizar guantes de tacto
- Para romper, golpear y arrancar rebabas de mecanizado, utilizar gafas antiimpactos.

2.2.6.4 MANEJO DE HERRAMIENTAS PUNZANTES

Causas de los riesgos:

- Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas
- Inadecuada fijación al astil o mango de la herramienta
- Material de calidad deficiente
- Uso prolongado sin adecuado mantenimiento
- Maltrato de la herramienta
- Utilización inadecuada por negligencia o comodidad



- Desconocimiento o imprudencia del operario

Medidas de prevención:

- En cinceles y punteros, comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y deshechar aquellos que presenten rebarbas, rajadas o fisuras.
- No se lanzarán las herramientas, sino que entregarán en la mano
- Para un buen funcionamiento, deberán estar bien afiladas y sin rebarbas
- Nunca cincelar, taladrar, marcar, etc..., hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia fuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se emplearán nunca cinceles y punteros para aflojar tuercas
- El vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta
- No mover la broca, etc...hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que pueda partirse y proyectar esquirlas
- Por tratarse de herramientas templadas, no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tronan quebradizas y frágiles
- En el afilado de este tipo de herramientas, se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.

Medidas de protección:

- Deben emplearse gafas antiimpactos de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material pueden dañar a la vista.
- Se dispondrá de pantallas faciales protectoras abatibles, si se trabaja en la proximidad de otros operarios
- Utilización de protectores de goma maciza para asir la herramienta y absorber el impacto fallido.

2.2.6.5 PISTOLA FIJA-CLAVOS

Deberá ser de seguridad (“tiro indirecto”) en el que el clavo es impulsado por una buterola o empujador que se desliza por el interior del cañón, que se desplaza hasta un tope final de recorrido, gracias a la energía desprendida por el fulminante. Las pistolas de “Tiro directo” tienen el mismo peligro que un arma de fuego.

El operario que la utilice, debe estar habilitado para ello por su mando intermedio en función de su destreza demostrada en el manejo de dicha herramienta en condiciones de seguridad.

El operario estará siempre detrás de la pistola y utilizará gafas antiimpactos.

Nunca se desmontarán los elementos de protección que traiga la pistola

Al manipular la pistola, cargarla, limpiarla, etc..., el cañón deberá apuntar siempre oblicuamente al suelo.

No se debe clavar sobre tabiques de ladrillo hueco, ni junto a aristas de pilares.

Se elegirá siempre el tipo de fulminante que corresponda al material sobre el que se tenga que clavar.

La posición, plataforma de trabajo e inclinación del operario deben garantizar plena estabilidad al retroceso del tiro.

La pistola debe transportarse siempre descargada y aún así, el cañón no debe apuntar a nadie del entorno.

2.2.6.6 MANEJO DE HERRAMIENTAS DE PERCUSIÓN

Para el izado manual de cargas, es obligatorio seguir los siguientes pasos:

- Acercarse lo más posible a la carga
- Asentar los pies firmemente
- Agacharse doblando las rodillas
- Mantener la espalda derecha
- Agarrar el objeto firmemente
- El esfuerzo de levantar lo deben realizar los músculos de las piernas
- Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo

Para el manejo de piezas largas por una sola persona se acuará según los siguientes criterios preventivos:

- Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro
- Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga
- Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro
- Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado
- Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas
- Se prohíbe levantar más de 50Kg por una sola persona, si se rebasa este peso, solicitar ayuda a un compañero.
- Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.

Para descargar materiales es obligatorio tomar las siguientes precauciones:

- Empezar por la carga o material que aparece más superficialmente, es decir el primero y el más accesible
- Entregar el material, no tirarlo
- Colocar el material ordenado y en caso de apilado estratificado, que éste se realice en pilas estables, lejos de pasillos o lugares donde pueda recibir golpes o desmoronarse
- Utilizar guantes de trabajo o botas de seguridad con puntera metálica y plantillas metálicas



- En el manejo de cargas largas entre dos o más personas, la carga puede mantenerse en la mano, con el brazo estirado a lo largo del cuerpo, o bien sobre el hombro.
- Se utilizarán las herramientas y medios auxiliares adecuados para el transporte de cada tipo de material
- En las operaciones de carga y descarga, se prohíbe colocarse entre la parte posterior de un camión y una plataforma, poste, pilar o estructura vertical fija.
- Si en la descarga se utilizan herramientas como brazos de palanca, uñas, atas de cabra o similar, ponerse de tal forma que no se venga carga encima y que no se resvale.

2.2.6.7 MÁQUINAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las máquinas eléctricas portátiles son las siguientes:

- Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamiento, punzaduras, cortes o cualquier otro defecto.
- Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina
- Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.
- Al terminar, se dejará la máquina limpia y desconectada de la corriente
- Cuando se empleen en desplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc...), se utilizarán herramientas alimentadas a 24V como máximo mediante transformadores separados de circuitos.

El operario debe estar adiestrado en el uso y conocer las presentes normas:

- Utilizar gafas anti-impacto o pantalla facial
- La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca
- En el caso de que el material a taladrar se desmenuzara en polvos finos, utilizar mascarilla con filtro mecánico (puedan utilizarse las mascarillas de celulosa desechable)
- Para fijar la broca al porta-brocas, utilizar la llave específica para tal uso
- No frenar el taladro con la mano
- No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento
- No inclinar la broca en el taladro con objeto de agrandar el agujero, se debe emplear la broca adecuada para cada trabajo
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta, ésta estará apoyada y sujeta
- Al terminar el trabajo retirar la broca de la máquina.

En lo que a la esmelidora circular se refiere:

- El operario se equipará con gafas anti-impacto, protección auditiva y gafas de seguridad.
- Se seleccionará el disco adecuado al trabajo realizar, el material y la máquina



- Se comprobará que la protección del disco está sólidamente fijada, desechando cualquier máquina que carezca de él.
- Comprobar que la velocidad de trabajo de la máquina no supere la velocidad máxima de trabajo del disco. Habitualmente viene expresado en m/s ó r.p.m.
Para su conversión se aplicará la fórmula:
 - $m/s = (rpm \times 3.14 \times \text{diámetro}) / 60$. siéndo diámetro, el diámetro del disco en metros.
- Para fijar los discos, se utilizará la llave específica para tal uso.
- Se comprobará que el disco gira en sentido correcto.
- Si se trabaja en proximidad a otros operarios, se dispondrá de pantallas, mamparas o lonas que impidan la proyección de partículas.
- No se soltará la máquina mientras siga en movimiento el disco.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta, ésta estará apoyada y sujeta.

2.2.6.8 MONTACARGAS

- La instalación estará protegida con disyuntor diferencial de 300mA y toma de tierra adecuada de las masas metálicas.
- El castillete estará bien cimentado sobre base de hormigón, no presentará desplomes, la estructura será indeformable, resistente y estará perfectamente anclado para evitar el vuelco y a distancias inferiores a la de pandeo
- El cable estará sujeto con gomas realizadas con un mínimo de tres grapas correctamente colocadas y no presentará un desfilachado mayor del 10% de hilos.
- Todo el castillete irá protegido y vallado para evitar el paso o la presencia del personal bajo la vertical de carga.
- Existirá de forma bien visible el cartel de “Prohibido el uso de personas ajenas a la obra” en todos los accesos.
- Se extraerán los carros sin pisar la plataforma.
- En todos los accesos se indicará la carga máxima en Kg.
- Todas las zonas de embarco y desembarco cubiertas por los montacargas, deberán protegerse con barandillas dotadas de enclavamiento electromecánico y dispondrán de barandilla basculante.
- Todos los elementos mecánicos agresivos como engranajes, poleas, cables, tambores de enrollamiento, etc..., deberán tener una carcasa de protección eficaz que eviten el riesgo de atrapamiento
- Las plataformas estarán dotadas en los laterales de rodapiés que impidan la caída de materiales.
- Es necesario que todas las cargas que se embarquen ayan en carros con el fin de extraerlas en plantas sin acceder a la plataforma.



2.2.6.9 MANIPULACIÓN DE CARGAS CON LA GRÚA

En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores, es recomendable la adopción de las siguientes normas generales:

- Señalar de forma visible la carga máxima que pueda elevarse mediante el aparato elevado utilizado.
- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.
- Emplear para la elevación de materiales, recipientes adecuados que los contengan o sujetar las cargas de forma que se imposibilite el desprendimiento total o parcial de las mismas.
- Las eslingas llevarán placa de identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas
- De utilizar cadenas, éstas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima. Estarán libres de nudos y se enrollarán en tambores o polichas adecuadas.
- Para la elevación y transporte de piezas de gran longitud se emplearán elevadores de vigas, de forma que permita esparcir la luz entre apoyos, garantizando de esta forma la horizontalidad y estabilidad.
- Prohibir la permanencia de personas en la vertical de las cargas
- El gruista antes de iniciar los trabajos comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera.
- Si durante el funcionamiento de la grúa se observara inversión de movimientos, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección Técnica de la Obra.
- Evitar en todo momento pasar las cargas por encima de las personas
- No se realizarán tirones sesgados
- Nunca se elevarán cargas que puedan estar adheridas
- No deben ser accionados manualmente los contactores e inversores del armario eléctrico de la grúa. En caso de avería, deberá ser subsanado por personal autorizado
- El personal operario que debe recoger el material de las plantas, debe utilizar cinturón de seguridad anclado a elemento fij de la edificación.
- No se dejará caer el gancho de la grúa al suelo
- No se permitirá arrastrar o arrancar con la grúa objetos fijos en el suelo o de dudosa fijación. Igualmente no se permitirá la tracción en oblicuo de las cargas a elevar.
- Nunca se dará más de vuelta a la orientación en el mismo sentido para evitar el retorcimiento del cable de elevación
- No se dejarán los aparatos de izar con las cargas suspendidas
- Cuando existan zonas del centro de trabajo que no queden dentro del campo de visión del gruista, será asistido por uno o varios trabajadores que darán las señales adecuadas para la correcta carga, desplazamiento y parada



- El ascenso a la parte superior de la grúa se hará utilizando el dispositivo paracaídas instalado al montar la grúa
- Si es preciso realizar desplazamientos por la pluma de la grúa, ésta deberá disponer de vista para anclaje de cinturón
- Al terminar el trabajo, se dejará desconectada la grúa y se pondrá la pluma en la veleta. Si la grua es sobre raíles, se sujetará mediant las correspondientes mordazas.

Pamplona, Abril de 2010

Javier Lisarri Garrues