



DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA FÁBRICA DE OLLAS

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA



11 DE ENERO DE 2017

AUTOR/PROYECTISTA: ANDRÉS ARAMENDIA ALFARO
TUTOR/CLIENTE: J.JAVIER CRESPO GANÚZA



INTRODUCCIÓN

La razón por la que decidí realizar un proyecto sobre una instalación eléctrica es porque me parece uno de los temas más importantes y que más ha llamado mi atención durante la carrera, ya que me parece que es base del bienestar del hombre por todas las ventajas y facilidades que nos aporta desde el descubrimiento de esta.

En el presente documento con el que cierro mis estudios en Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales se ha intentado poner en juego todos los conocimientos adquiridos durante estos años de carrera, así como los conocimientos adquiridos por la lectura de material de apoyo para una mejor realización.

Este proyecto me ha ayudado mucho en la comprensión de la normativa actual que hay que cumplir para el diseño de una instalación eléctrica, en especial el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y la normativa de la empresa suministradora de mi zona: Iberdrola. Además, en ocasiones en las que surgían conflictos o contradicciones he conseguido saber qué camino tomar para solucionar el problema.

El objetivo principal de dicho proyecto es el de definir correctamente los elementos eléctricos que componen la instalación eléctrica, tanto para iluminación como para alimentar las maquinas, de una nave que albergará una pequeña cadena de fabricación de ollas, al igual que la alimentación de esta con el transformador apropiado y la conexión a tierra que todo ello necesita.

El proyecto consta de diversas partes. Primero se redactará la Memoria, en la que se explica el objetivo del proyecto y como ha sido su diseño. Seguidamente se explicarán los Cálculos realizados en el diseño y a los resultados que se han llegado. Tras ello se adjuntará el Pliego de Condiciones, seguido del Informe de Seguridad y Salud (que abarca desde el momento de localizar el terreno hasta su funcionamiento), el Presupuesto y la Bibliografía. Por último y aparte, se presentarán los planos de la instalación con las características de los elementos que la forman.



ÍNDICE GENERAL

MEMORIA	5
CALCULOS JUSTIFICATIVOS	39
PLIEGO DE CONDICIONES	61
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	127
PRESUPUESTO	201
BIBLIOGRAFÍA	217



MEMORIA



ÍNDICE

1.	OBJETO	9
2.	ALCANCE.....	9
3.	PROPIEDAD.....	9
4.	AUTOR	9
5.	ANTECEDENTES	10
6.	POSIBLES SOLUCIONES.....	10
7.	PROGRAMA DE NECESIDADES.....	10
7.1.	PROGRAMA URBANÍSTICO	10
7.2.	PROGRAMA CONSTRUCTIVO	11
7.3.	DISTRIBUCIÓN INTERNA DE LA EDIFICACIÓN.....	11
7.3.1.	ZONA DE PRODUCCIÓN	11
7.3.2.	ZONA DE OPERARIOS	11
7.3.3.	ZONA DE OFICINISTAS	11
7.3.4.	ZONAS A ILUMINAR.....	12
7.3.5.	CUADRO DE SUPERFICIES	13
8.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	14
8.1.	EMPLAZAMIENTO.....	14
8.1.1.	PRIMERA PARCELA	15
8.1.2.	SEGUNDA PARCELA	15
8.1.3.	ELECCIÓN DE LA PARCELA	16
8.2.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	17
8.3.	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	18
8.3.1.	NORMATIVA EMPLEADA	18
8.3.2.	POTENCIAS	19
8.3.3.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	20
8.3.4.	CUADROS ELÉCTRICOS	23
8.3.5.	MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA	26
8.3.6.	ILUMINACIÓN	30
8.3.7.	CABLES.....	34
8.3.8.	PUESTA A TIERRA.....	34



1. OBJETO

La realización de la instalación eléctrica de una nave industrial destinada a la fabricación de ollas. Para ello se tendrá en cuentas las necesidades previstas para dicha acción y se realizará de acuerdo a las necesidades que se precisen para realizar la tarea de la manera más eficiente y satisfactoria posible.

Dicho estudio cubrirá desde el suministro que proporciona la empresa eléctrica hasta los receptores, como el alumbrado, la puesta a tierra, la distribución en baja tensión, el centro de transformación y la puesta a tierra.

Será todo ello de nueva construcción sobre el emplazamiento escogido y se alimentará a través de un centro de transformación propio.

2. ALCANCE

Este proyecto va a definir de manera clara y concisa las características técnicas, económicas y constructivas de la instalación eléctrica. Constará, a parte del documento actual "Memoria", de los "Cálculos Justificativos", de un "Pliego de condiciones Técnicas", de un "Estudio de Seguridad y Salud", del "Presupuesto" y de los "Planos".

3. PROPIEDAD

Pertenece a la UPNA (Universidad Pública de Navarra), cuyo promotor, perteneciente a esta, ha sido Don J.Javier Crespo Ganúza, dando él las pautas a seguir para el proyectista.

4. AUTOR

El proyectista de este proyecto es Andrés Aramendia Alfaro, estudiante de cuarto curso en la UPNA del Grado de Tecnologías Industriales, residente en Estella-Navarra.



5. ANTECEDENTES

El proyecto debe constar de una potencia instalada de unos 500kW para desempeñar una tarea escogida libremente por el proyectista. La instalación debe hacerse desde la acometida, alimentando toda la instalación a través de un Centro de Transformación

6. POSIBLES SOLUCIONES

Ante la duda de colocar uno o dos transformadores a la hora de alimentar la instalación, se consideraban sus respectivas ventajas y desventajas, ya que con dos transformadores, se podría seguir funcionando en el caso de falta en uno de ellos, ya sea por avería o por mantenimiento.

También se planteó la utilización de un grupo electrógeno para situaciones de emergencia, pero debido a que la parada de la planta en situaciones de mantenimiento o eventualmente, por problemas en la instalación eléctrica, no va a causar daños mayores ni graves (solo a la parada de la línea de fabricación), se ha optado por prescindir de ambas soluciones y alimentar la planta con un solo transformador colocado en una caseta situada en el costado de la nave principal.

7. PROGRAMA DE NECESIDADES

7.1. PROGRAMA URBANÍSTICO

- Edificio principal
- Centro de transformación
- Habitación acondicionada para sistemas de mejora del FP



7.2. PROGRAMA CONSTRUCTIVO

- Planta del edificio
- Accesos
- Comunicación entre plantas

7.3. DISTRIBUCIÓN INTERNA DE LA EDIFICACIÓN

7.3.1. ZONA DE PRODUCCIÓN

- Línea de producción
- Almacén

7.3.2. ZONA DE OPERARIOS

- Vestuarios
- Aseos
- Recepción

7.3.3. ZONA DE OFICINISTAS

- Aseos
- Despachos
- Archivos
- Sala de reuniones



7.3.4. ZONAS A ILUMINAR

- Producción
- Vestuarios
- Baños inferiores
- Baños superiores
- Almacén (2 plantas)
- Despachos
- Sala de reuniones
- Sala de corrección del FP
- Archivos
- Recepción
- Entrada
- Aparcamiento



7.3.5. CUADRO DE SUPERFICIES

ZONA	Nº	UBICACIÓN	m ² UNITARIOS	m ² TOTALES
Línea de producción	1	Planta baja	1892.88	1892.88
Almacén	1	Planta superior	179.3	179.3
Almacén	1	Planta inferior	180.72	180.72
Baños	2	Planta baja	5.25	10.5
Vestuarios	2	Planta baja	45.5	91
Baño	1	Planta superior	13.5	13.5
Sala mejora de FP	1	Planta baja	50	50
Despachos	2	Planta superior	17.9	35.8
Sala de reuniones	1	Planta superior	30	30
Recepción	1	Planta baja	7.36	7.36
Entrada	1	Planta baja	16.36	16.36
Archivos	1	Planta superior	92.72	92.72
			TOTAL	2600.14

8. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

8.1. EMPLAZAMIENTO

Para ello, en primer lugar se estudiaron varias opciones para su emplazamiento, todas ellas en torno a la Universidad Pública de Navarra.



Las situaciones a estudiar fueron 2. La primera de ellas situada entre la Calle Cataluña y la Calle Tajonar, y la segunda en el cruce entre la Calle Sadar y la carretera que lleva al polígono Cordovilla.

8.1.1. PRIMERA PARCELA

Reúne las parcelas 1645 y 1636, situadas entre las calles Cataluña y Tajonar, con un total de 3780 m². La parcela dispone de normativa urbanística propia, y ya está edificada, por lo que habría que derruir el edificio que en ella se encuentra. El terreno no presenta desnivel, lo que la otorga de una mayor accesibilidad. Su localización entre dos carreteras permite la correcta labor de carga y descarga necesaria en el proyecto a desempeñar.



8.1.2. SEGUNDA PARCELA

La parcela 2556, con un total 9852 m² y situada en la Calle Sadar. Parcela urbana con normativa propia. Habría que hacer un mayor movimiento de tierras. Esta parcela se sitúa cercana al río Sadar lo suficiente para no permitirnos edificar en ella; para ello deberías pedir los permisos pertinentes al organismo encargado del río Ebro y sus afluentes.



8.1.3. ELECCIÓN DE LA PARCELA

Al final se decide construir en la primera parcela, que aun siendo de un tamaño más reducido permite construir la nave sin ningún problema, tanto de manera jurídica como espacial. Además de aprovechar más el uso del parking de la UPNA, y de tenerla a menor distancia.

Las coordenadas de esa primera parcela, la escogida para la realización del proyecto son $42^{\circ} 48' 8,19''N$ $1^{\circ} 38' 5,70''W$.



Queda situada en la capital de Navarra, Pamplona, en las coordenadas anteriormente citadas, al norte de la Universidad Pública de Navarra.



8.2. CARACTERISTICAS FISICAS

La nave se compone de dos pisos:

El primer piso tiene una altura de 6 metros, aunque se ha instalado un falso techo en los vestuarios y los baños a 3 metros de altura, en los cuales irán las luminarias; además, la zona de producción llega hasta el punto más alto de la nave, es decir, 12 metros, mientras que la altura del almacén se mantiene a esos 6 metros de altura de la planta. La habitación de mejora de FP y la del centro de transformación tienen una altura de 3 metros. La recepción como la entrada, con una altura de 4 metros, también tiene instalado un falso techo para la colocación de luminarias y mejora visual.

Todo el segundo piso está a una altura de 6 metros sobre el primero, y tiene una altura de 6 metros, llegando así a los 12 totales de la altura de la nave.

Las duchas de los vestuarios se separan por unas mamparas de 1,5 metros de altura, por lo que no entorpecen la propagación lumínica en gran medida.

La zona de producción dispone de una amplia puerta por la que se puede realizar la instalación de la maquinaria y entrada a la nave de cuerpos voluminosos, y posteriormente para la carga y descarga de productos.

8.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

8.3.1. NORMATIVA EMPLEADA

Para la realización de este proyecto se han seguido las correspondientes normas para su diseño y futura puesta en marcha:

- R.D 1644/2008, Reglamento de Seguridad en Máquinas. Establece una distancia mínima de seguridad alrededor de ellas para evitar accidentes no deseados.
- R.D. 1215/1997 de 18 de Julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D 2267/2004, de 3 de Diciembre. Reglamento de Seguridad de Protección contra incendios en Edificios industriales. Debido al uso de maquinaria, el calor evacuado en su utilización, y en los elementos inflamables que presenta todo el edificio. La protección contra incendios se centra en cumplimentar los diferentes artículos que conforman este RD junto con el CTE-DB-SI Y NBE-CPI/96
- CTE (Código Técnico de Edificación) y Plan Urbanístico, que restringe el espacio total para edificar al 70% del total de la parcela, teniendo esta un espacio de dos metros alrededor para situar la acera.
- R.D 842/2002 de 2 de Agosto, por el que se aprueba el reglamento electrotécnico de baja tensión, al igual que la normativa de Iberdrola, responsable de la línea eléctrica, por lo que habrá que cumplir sus especificaciones. Se usarán conductores unipolares de cobre, debidamente aislados con cubierta no propagadora de la llama, no propagadora del incendio y libre de halógenos (estos cables se caracterizan por tener una cubierta naranja, además de que estarán debidamente indicados en los planos que irán a continuación).
- Requisitos y limitaciones de Iberdrola para la instalación eléctrica dentro de sus zonas.



Nos basaremos en este último Real decreto a la hora de calcular las secciones para cables en función de la carga y demás requerimientos que precisemos para ellos, al igual que para el cálculo de los elementos de los cuadros eléctricos.

8.3.2. POTENCIAS

La nave constará de unas dimensiones de 65x45 metros, en la cual se realizará la fabricación de las ollas, para este fin se emplea una serie de máquinas, las cuales suman una potencia total 174000W, situadas en el piso inferior de la nave en una misma zona destinado a ello; también se necesitará una potencia por parte del elevador situado en el almacén (5000W), del ascensor situado fuera del almacén (5000W) para el acceso al piso superior de las personas con discapacidad física y de las lámparas destinadas a la iluminación de la nave, las cuales consumirán 44590W.

El proceso de fabricación constará de 12 máquinas con sus respectivos puestos de trabajo, y se agruparán en 3 cuadros secundarios en grupos de unos 60kW cada uno, para un mayor equilibrio de cargas.



Maquinaria			
Máquina	Número en plano	Potencia (w)	FP
Prensa hidráulica cortadora	1	37300	0,92
Prensa moldeadora	2	16412	0,9
Máquina rizadora	3	7360	0,88
Compactadora	4	12000	0,89
Calentador cerámico	5	22000	0,9
Prensa hidráulica	6	25000	0,87
Lijadora de bandas	7	5000	0,9
Soldadura CO ₂	8	13000	0,87
Limpiador	9	2500	0,91
Prensa	10	22000	0,85
Remachadora	11	15000	0,9
Limpiador	12	2500	0,87
Ascensor	-	5000	0,87

8.3.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para la alimentación eléctrica de la nave se requiere de conexión a red, lo cual no puede hacerse directamente ya que la tensión de esta última es mucho mayor a la de uso. Se necesita transformar la tensión de 13,2kV a 400V, necesarios para alimentar la maquinaria (con las caídas de tensión permitidas los receptores verán los 380V que necesitan en bornes).



Para hallar la potencia que necesitará dicho elemento, hay que calcular la potencia aparente que se tiene en la instalación.

Maquinaria	P(W)	cos(θ)	sen(θ)	Q (VAr)	S (VA)
Prensa hidráulica cortadora	37300	0,92	0,39	15889,73	40543,48
Prensa moldeadora	16412	0,9	0,44	7948,69	18235,56
Máquina rizadora	7360	0,88	0,47	3972,51	8363,64
Compactadora	12000	0,89	0,46	6147,78	13483,15
Calentador cerámico	22000	0,9	0,44	10655,09	24444,44
Prensa hidráulica	25000	0,87	0,49	14168,15	28735,63
Lijadora de bandas	5000	0,9	0,44	2421,61	5555,56
Soldadura CO ₂	13000	0,87	0,49	7367,44	14942,53
Limpiador	2500	0,91	0,41	1139,03	2747,25
Prensa	22000	0,85	0,53	1363,44	2588,24
Remachadora	15000	0,9	0,44	7264,83	16666,67
Limpiador	2500	0,87	0,49	1416,82	2873,56
Ascensores	10000	0,87	0,49	15868,33	32183,91



Alumbrado	P(W)	cos(θ)	sen(θ)	Q (VAr)	S (VAr)
Producción	65142	0,9	0,44	31549,71	72380,00
Recep./entrada	907,2	0,9	0,44	439,38	1008,00
Vestuarios	1252,8	0,9	0,44	606,76	1392,00
Almacén	4176	0,9	0,44	2022,53	4640,00
Baños p.baja	302,4	0,9	0,44	146,46	336,00
Pasillo superior	484	0,9	0,44	234,41	537,78
Baños p. sup	302,4	0,9	0,44	146,46	336,00
Archivos	2192,4	0,9	0,44	1061,83	2436,00
Despachos	660	0,9	0,44	319,65	733,33
Sala de reuniones	462	0,9	0,44	223,76	513,33
Mejora del FP	745,2	0,9	0,44	360,92	828,00
Exterior	3708	0,9	0,44	1795,87	4120,00
Tomas de corriente planta alta	7500	0,9	0,44	3632,87	4120,00
Tomas de corriente planta alta	12000	0,9	0,44	5811,87	13333,33

La potencia total es de 299,513 kVA, por lo que mirando las potencias nominales de los transformadores, se elegirá uno de 400 kVA.

8.3.4. CUADROS ELÉCTRICOS

Desde el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) partirán circuitos tanto para el alumbrado, la fuerza y el mando. Para estas instalaciones se dispondrán distintos cuadros secundarios (CS) repartidos por la edificación.



La protección se realizará con tres escalones de protección: Cuadro General de Baja Tensión, Cuadro General de Distribución (CGD) y los distintos Cuadros Secundarios. Se diseñarán para la protección frente a cortocircuitos y sobrecargas, de tal forma que exista entre ellos selectividad en el disparo frente a la máxima corriente de cortocircuito obtenida para los distintos puntos.

Cuadro de Baja Tensión (CBT)

A partir de la acometida, y como primero punto de la instalación, se encontrarán las instalaciones para el centro de transformación, dentro del cual y tras este, se situará el Cuadro de Baja Tensión.

Servirá como protección de todo lo que se encuentra aguas abajo a partir de este punto mediante un interruptor automático con disparo magneto-térmico y con un interruptor diferencial.

De él solo saldrá la línea general de distribución, la cual llegará hasta el Cuadro General de Distribución, y también la batería de condensadores que a través de un regulador, conectará los distintos escalones para compensar el factor de potencia de la instalación.



Cuadro General de Distribución (CGD)

Ya en el edificio principal, se situará el Cuadro General de Distribución. Como manda el RD 842/2002 en la ITC-BT-13, se colocará dentro del edificio, situado cercano a la puerta principal, ya que al disponer de un centro de transformación, los fusibles del cuadro de baja tensión actuarán como protección de la línea general de distribución.

Los distintos cuadros secundarios que deriven de este se instalarán de forma que cada uno tenga su propia línea protegida con un interruptor magneto-térmico y otro diferencial, ya que al circular grandes valores de intensidad por las líneas (sobre todo las 3 primeras que conectan con las máquinas) provocaría el tener que instalar unas protecciones de valores muy altos, y de esta manera en caso de que ocurra un fallo en cualquiera de las líneas, las demás permanecerán ajenas a este.

Cuadros Secundarios

A partir del CGD se dispondrán los distintos cuadros secundarios, estos serán:

-Cuadro secundario 1 (CS1)

De este cuadro se colgarán las 3 primeras máquinas de la línea de producción: la prensa moldeadora, la máquina rizadora y la compactadora. Hasta el momento se habían distribuido las tres fases junto al neutro, pero para la conexión de las máquinas, se distribuirán solo las fases, ya que al conectarlas en triángulo por sus especificaciones no requerirán de neutro. Dispondrá de un solo diferencial para las 3 máquinas, y un magneto-térmico para cada una de las líneas, y otro común como manda la normativa. Irá debidamente conectado a tierra, al igual que las cargas de las que se encarga.



-Cuadro secundario 2 (CS2)

Será el cuadro que alimente las 3 siguientes maquinas: la compactadora, el calentador cerámico, la prensa hidráulica. Al igual que el cuadro secundario 1, no precisará de neutro para alimentar los receptores que tiene asociados. Un solo diferencial protegerá las tres máquinas, las cuales dispondrán de un magneto-térmico común antes de este, y uno para cada una de ellas. Conexión a tierra por normativa.

-Cuadro secundario 3 (CS3)

De este cuadro se colgarán el resto de las máquinas del proceso de fabricación: la soldadora de CO₂, la lijadora de banda, el limpiador, la prensa, la remachadora y la limpiadora final; y compartirán diferenciales dos a dos. Conexión a tierra por normativa y distribución sin neutro.

-Cuadro secundario 4 (CS4)

Este cuadro se encargará de proteger el alumbrado de la zona de producción. Lo hará mediante un magneto-térmico y un diferencial. Conexión a tierra por normativa y distribución sin neutro.

-Cuadro secundario 5 (CS5)

Cuadro encargado de la protección de la instalación eléctrica superior. Tendrá un magneto-térmico y un diferencial de cabecera, y un magneto-térmico para cada una de las líneas que salen de él: alumbrado, luz de emergencia y tomas de corriente. Conexión a tierra por normativa y distribución de 3 fases y neutro, salvo la luz de emergencia, que precisa solo de fase y neutro



-Cuadro secundario 6 (CS6)

Cuadro encargado de la protección de la instalación eléctrica superior. Tendrá un magneto-térmico y un diferencial de cabecera, y un magneto-térmico para cada una de las líneas que salen de él: alumbrado, luz de emergencia, tomas de corriente alumbrado exterior y cuadro auxiliar del centro de transformación. Conexión a tierra por normativa y distribución de 3 fases y neutro, salvo la luz de emergencia y el cuadro auxiliar, ya que ambos precisan solo de fase y neutro.

-Cuadro secundario 7 (CS7)

Este cuadro protegerá las líneas de ambos ascensores, el del almacén y el de acceso a la planta superior, mediante un magneto-térmico y un diferencial. Conexión a tierra por normativa y distribución sin neutro.

-Cuadro auxiliar del centro de transformación (CSaux)

Por norma se debe de tener un cuadro auxiliar en el centro de transformación. Se empleará para abastecerlo de iluminación, una toma de corriente para mantenimiento y la luz de emergencia. Se realizará con una sola fase y neutro.

8.3.5. MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA

Debido a la potencia reactiva que se consume por los receptores de la instalación, será preciso un estudio, ya que si no, para la misma potencia activa necesaria, se dispararía la potencia aparente necesaria para cubrir con la demanda, además de la sanción económica que impondría la empresa suministradora.

Para no agravar este problema, se ha decidido la colocación de un banco de condensadores, controlando el nivel de potencia reactiva para que el FP sea lo más cerca posible a la unidad (del 0.95 o mayor).

Un caso en el que estos condensadores deberán ayudar, es en la puesta en marcha de los receptores, ya que demandarán un pico importante de corriente,



Andrés Aramendia Alfaro

Proyectos e Ing. Rural

con sus consecuencias que acarrea esto respecto a la conexión con la empresa suministradora, así que los receptores se servirán de este banco de condensadores para reducir el problema.

Debido a que no siempre estarán conectadas todas las cargas al mismo tiempo, ni las mismas y que además habrá determinados momentos de mayores picos de consumo, se diseñará la batería de condensadores con escalones de diversos consumos los cuales se irán conectando y desconectando en función de lo que se requiera en cada momento.

Para ello se va a suponer una serie de situaciones en las que están conectadas las siguientes cargas:

- 1- Despachos
- 2- Despachos y sala de reuniones
- 3- Despachos y baños superiores
- 4- Recepción, entrada y zona de producción
- 5- Recepción, entrada, zona de producción y vestuarios
- 6- Zona de producción, despachos, pasillo superior y sala de reuniones
- 7- Zona de producción, almacén y despachos
- 8- Todo conectado

Considerando la potencia total instalada, 250602W, y que como poco se requerirá un FP de 0,95, se obtiene que la potencia reactiva máxima a tener es de 82368,89 VAR. Según los casos mostrados arriba, la potencia reactiva que se obtendría en cada uno de ellos es:



Casos	Potencia reactiva (VAr)
1	319,653
2	543,409
3	401,019
4	152639,71
5	152976,80
6	153173,43
7	153838,89
8	155265,70

En función de lo que se va a obtener en los distintos casos (tabla) y la reactiva máxima que se puede tener, se obtiene la potencia reactiva a compensar, siendo el resultado de la resta entre estas dos.

Casos	Potencia reactiva a compensar (VAr)
1	-82049,24
2	-81825,49
3	-81967,88
4	70270,81
5	70607,90
6	70804,54
7	71469,99
8	72896,81

Para los 3 primeros casos se puede ver como la potencia reactiva no es problema, ya que el Factor de Potencia no bajará de 0,95; para el resto de los casos (en los que la línea de producción está encendida) es donde puede apreciarse como el FP baja de 0,95.



Como puede observarse, los casos 4, 5, 6, 7 y 8 son similares, siendo el problema el uso de la maquinaria. Se diseñará de forma que se cubran estos casos, y además, se dispondrá de un escalón de 0,5 kVAr para cubrir las necesidades del caso 1 y 3, que aunque no sea necesario, también valdrá para una mayor flexibilidad a la hora de cubrir otros posibles casos. Para el caso 2, que supera por poco el medio kilovoltiamperio reactivo, se añadirá un escalón de 1kVAr.

Teniendo ya cubiertos estos 3 primeros casos, que aunque no sea necesario sus escalones valdrán para cubrir el resto de casos, se estudian los otros en los que interviene el proceso de fabricación. El escalón prioritario para compensar dicha potencia reactiva será de 70kVAr, que junto a los que ya tenemos de 0,5 y de 1, y a otros de 2kVAr, se tendrá todo cubierto.

Los escalones quedarían:

Escalones de la batería de condensadores
0,5 kVAr
1 kVAr
2 kVAr
70 kVAr

8.3.6. ILUMINACIÓN

El cableado queda totalmente definido en los planos adjuntos a este proyecto. Se han definido de acuerdo al R.D 842/2002 de 2 de Agosto, aplicándose de forma efectiva para los distintos casos que se presentaban a la hora de diseñar la instalación, así como los factores de seguridad o de los distintos tipos de receptores que en él se recogen.

Tras esto, se han aplicado las restricciones de secciones de cables que tiene Iberdrola para finalmente dar con la sección definitiva y tipo de cable determinado. Para estudiar la iluminación se ha empleado el programa DIALux, un software gratuito con el que se han elegido las luminarias y las lámparas necesarias para lograr la correcta iluminación de toda la nave.

Introduciendo la cantidad de luxes que se necesitan en una zona concreta de la nave y escogiendo la luminarias junto con las lámparas que más se aproximaban a las necesidades, se obtiene el número de ellas que se necesitan. Todas ellas del catálogo *Philips*.

LUMINARIAS Y LÁMPARAS

A partir del programa mencionado anteriormente, se han elegido las lámparas y luminarias para cada una de las distintas zonas, escogiendo aquella que cumple las mejores características para la zona indicada.

Entrada y recepción

Para la zona de acceso a la instalación se colocarán unas luminarias TBS769 2XTL5-14W HFP M7-830 con unas lámparas 2xTL5-14W. Cada luminaria puede albergar 2 lámparas. Se han dispuesto 4 en la entrada y 2 en recepción.

El encendido y apagado se realizará mediante interruptores de corriente y se situarán en la recepción: un unipolar para la recepción y dos unipolares para la entrada. Los tres irán en un mismo bloque.



Zona de producción

Se han elegido unas luminarias 4ME550 P-WB 1xHPI-P400W-BU-P SGR +9ME para esta zona. Cada una de ellas puede alojar una lámpara HPI-P400W-BU-P. Se colocarán en total 77 unidades: una matriz cuadrada de 9x8 unidades que se coloca plenamente sobre las máquinas, y otras 5 que se colocan en la zona libre que queda entre estas y los baños, vestuarios, almacén y la puerta de carga-descarga.

El encendido de estas lámparas (para la matriz de 9x8) será con una sola orden mediante un solo pulsador. Este iniciará la secuencia de encendido, empezando por las 3 primeras filas de luces de la izquierda y acabando en las de la parte derecha. Se encenderán primeramente las 3 primeras filas, a los 20 segundos se encenderán las 3 siguientes, y por último y a los 40 segundos desde que se ha pulsado el botón, se encenderán las 3 últimas. Para las otras 5 lámparas se empleará otro interruptor.

El apagado se realizará con un pulsador normalmente cerrado para todas las luces de la matriz, que aunque sorprenda el no poder apagarlas por zonas, se puede deducir que esto no es necesario, ya que la cadena de fabricación precisa de ser utilizada en su totalidad simultáneamente, por lo tanto, cuando esté en funcionamiento, ha de estar completamente iluminada o apagada en su totalidad si no se está utilizando, no se necesita un punto medio. Para las otras 5 lámparas de la zona libre se dispondrá de un segundo pulsador para apagarlas.

En esta zona se emplearán contactores, ya que la conexión de bombillas se realizará en trifásica, colocándose la carga en estrella, con cada fila en cada fase. Las lámparas irán colocadas en paralelo entre sí, para que si falla una, no arrastre el problema a las posteriores y todas verán la misma tensión en bornes.

Baños

Para iluminar los baños el proyectista ha decidido colocar las luminarias sobre el falso techo. Debido a la geometría de la zona, se optó por escoger unas luminarias geoméricamente cuadradas. Dichas luminarias son unas TCW060 2xTL-D18W HF-940, en las cuales se instalarán las lámparas 2xTL/18W/940. Cada luminaria tiene la capacidad para instalar 2 lámparas. Se colocará una



sobre cada retrete y otra sobre cada lavabo, haciendo un total de 8 luminarias, cumpliendo satisfactoriamente la cantidad de luxes requeridos para la estancia.

Se tratan de luminarias estancas, adecuadas para el empleo en estas zonas.

El encendido y apagado se realizará mediante interruptores de corriente: uno para cada baño de la planta inferior, y tres para los baños de la superior (uno para la zona de lavabos, y uno para cada retrete); todos unipolares.

Vestuarios

Para la iluminación de los vestuarios se ha optado por unas luminarias TCH481 2xTL-D58W HFP M2-950 con unas lámparas 2xTL-D58W/950. Dichas luminarias son rectangulares y se colocarán perpendicularmente al lado más largo de la estancia. Cada luminaria es capaz de alojar dos lámparas. Se colocarán 3 luminarias por cada vestuario, 6 en total.

El encendido y apagado se realizará mediante interruptores de corriente: cada vestuario tendrá su propio interruptor unipolar.

Almacén

Para la planta baja de este, se han dispuesto unas luminarias similares a las de los vestuarios (TCH481 2xTL-D58W HFP M2-950) junto con las lámparas correspondientes (2xTL-D58W/950) de forma que creen una matriz de 4x3, suprimiendo la luminaria que quedaría en la esquina inferior izquierda, ya que este espacio está destinado al ascensor. En la parte superior se han colocado el mismo tipo de luminarias con las mismas lámparas, en una matriz de 3x3.

El encendido y apagado se realizará mediante interruptores de corriente: para el piso inferior se utilizarán dos interruptores unipolares, uno para las 5 luces inferiores y otro para las 6 superiores, y se recogerán en la pared en un mismo bloque. Los interruptores del almacén del piso superior estarán situados al lado del ascensor y en la puerta que da al pasillo; se utilizarán unipolares de dos posiciones para controlar la luz desde ambos puntos.



Habitación para la mejora del FP

Para iluminar esta estancia se han elegido 9 luminarias FPK450 1xPL-TL/4P42W HFP M-D450_830 con unas lámparas 1xPL/4P4 2W/830.

El encendido y apagado se realizará mediante interruptores unipolares que encenderán las lámparas de 3 en 3.

Despachos, pasillo superior y sala de reuniones

Para estas zonas se han escogido unas luminarias DN130B D217 1xLED 20S/840 que alojarán unas lámparas 1xLED20 S/840, cada despacho dispondrá de 15 unidades, el pasillo de 22 y la sala de reuniones de 21.

El encendido y apagado se realizará mediante interruptores de corriente: para los despachos se utilizarán 3 interruptores para cada uno que uno encenderá las luces centrales, y los otros dos las zonas cercanas a la puerta y la ventana (ver plano "*Luces y tomas de corriente del piso superior*") para entender mejor la disposición). Para el pasillo se utilizarán interruptores unipolares de dos posiciones para poder encender las luces desde distintos puntos del pasillo y no tener que ir a ningún interruptor a oscuras; y para la sala de reuniones se han dispuesto 3 interruptores, los cuales controlan cada una de las filas.

Archivo

El archivo utilizará las mismas luminarias y lámparas que se tenían en el almacén, unas luminarias TCH481 2xTL-D58W HFP M2-950 y unas lámparas 2xTL-D58W/950.

El encendido y apagado se realizará un interruptor tripolar que controlará todas las luces.

Centro de transformación

En el centro de transformación se han colocado el mismo tipo de luminarias que en la sala para la corrección del factor de potencia (FPK450 1xPL-T/4P42W) con sus correspondientes lámparas. Se empleará un interruptor unipolar para el encendido y el apagado de estas.



Alumbrado exterior

Para iluminar el aparcamiento de coches (dividido en dos partes) se han utilizado 20 luminarias BVP506 GC T15 1xECO121-3S/757 A/60, 10 para cada una de ellos. El encendido y apagado se realizará mediante un Reloj programador, situado tras las protecciones y que permite programar los momentos del día en los que se quiere tener iluminación

8.3.7. CABLES

La elección de cables se realizará siguiendo las indicaciones del REAL DECRETO 842/2002, de 2 de Agosto y siguiendo las pautas de la empresa Iberdrola, la cual es la empresa distribuidora de la zona de Navarra y exige que se cumplan unas medidas.

La instalación interior se realizará mediante cables sobre bandeja, para la zona de producción y almacenes; en la planta superior y en baños y vestuarios de la planta inferior, se colocarán sobre un falso techo, ya que las luminarias pueden ir empotradas en él y así ganar cierto grado de mejora visual.

8.3.8. PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra se realizará mediante picas verticales y conductor horizontal enterrado, se podrán tantas picas como se precisen en función de su longitud, la resistencia del terrero varía entre la nave principal y el centro de transformación, se buscará una resistencia de puesta a tierra de 10 Ω . Se utilizará un perímetro para la nave principal, y otro para el centro de transformación, ambos perímetros mediante conductor horizontal enterrado.



Andrés Aramendia Alfaro

Proyectos e Ing. Rural

Como dice la actual normativa, todos los receptores deben ir conectados a tierra, para evitar accidentes por el contacto involuntario de personas con los circuitos eléctricos, así que se conectarán tanto los receptores como los cuadros eléctricos dispuestos a lo largo de la instalación, y el transformador, el cual se conectara a tierra mediante un conductor enterrado de 15 metros al que se le soldarán picas en su extremo, separadas entre sí a 3m. Todas las tierras deberán estar a una distancia mínima de 15 metros entre ellas.

Pamplona, 11 de Enero de 2017

Fdo: Andrés Aramendia Alfaro



CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



ÍNDICE

1. Cálculo del centro de transformación.....	41
2. Cálculo de las líneas	42
3. Cálculos lumínicos	50
4. Cálculo de interruptores	51
4.3. Interruptores magneto-térmico.....	51
4.4. Interruptores diferenciales	55
5. Cálculos de puesta a tierra.....	56
6. Elección final de los cables	59



1. Cálculo del centro de transformación

Para la alimentación eléctrica de la nave se requiere de conexión a red, lo cual no puede hacerse directamente ya que la tensión de esta última es mucho mayor a la de uso. Se necesita transformar la tensión de 13,2kV a 400V, necesarios para alimentar la maquinaria.

Para hallar la potencia que necesitará dicho elemento, hay que calcular la potencia aparente que se tiene en la instalación.

Maquinaria	P(W)	cos()	sen()	Q(VAr)	S(VA)
Máquina 1	37300	0,92	0,39	15889,73	40543,48
Máquina 2	16412	0,9	0,44	7948,69	18235,56
Máquina 3	7360	0,88	0,47	3972,51	8363,64
Máquina 4	12000	0,89	0,46	6147,78	13483,15
Máquina 5	22000	0,9	0,44	10655,09	24444,44
Máquina 6	25000	0,87	0,49	14168,15	28735,63
Máquina 7	5000	0,9	0,44	2421,61	5555,56
Máquina 8	13000	0,87	0,49	7367,44	14942,53
Máquina 9	2500	0,91	0,41	1139,03	2747,25
Máquina 10	2200	0,85	0,53	1363,44	2588,24
Máquina 11	15000	0,9	0,44	7264,83	16666,67
Máquina 12	2500	0,87	0,49	1416,82	2873,56
Ascensor	10000	0,87	0,49	5667,26	11494,25
Alumbrado					
Producción	65142	0,9	0,44	31549,71	72380,00
Recepción/entrada	907,2	0,9	0,44	439,38	1008,00
Vestuarios	1252,8	0,9	0,44	606,76	1392,00
Almacén	2296,8	0,9	0,44	1112,39	2552,00
Baños planta baja	302,4	0,9	0,44	146,46	336,00
Pasillo superior	484	0,9	0,44	234,41	537,78
Baños primera planta	302,4	0,9	0,44	146,46	336,00
Archivo	2192,4	0,9	0,44	1061,83	2436,00
Despachos	660	0,9	0,44	319,65	733,33
Sala de reuniones	462	0,9	0,44	223,76	513,33
Mejora FP	745,2	0,9	0,44	360,92	828,00
Exterior	3708	0,9	0,44	1795,87	4120,00
Tomas de corriente					
Planta baja	7500	0,9	0,44	3632,42	8333,33
Planta alta	12000	0,9	0,44	5811,87	13333,33
TOTAL					299513,06



Con estos cálculos y lo anteriormente definido en la memoria, queda escrito cual es la potencia necesaria para el transformador que ha de alimentar la nave, el cual será de 400 KVA con una relación de transformación de 13,2kV/400V.

2. Cálculo de las líneas

Los distintos elementos que conforman la instalación eléctrica de esta nave se conectarán mediante conductores, cuya sección se estudiará en función de la corriente que circula por ellos, la longitud, la caída de tensión permitida...

Hay dos tipos principales de conductores: los de cobre y los de aluminio. Se escogerán de cobre, por sus mejores propiedades, y porque así lo exige Iberdrola para este tipo de instalaciones, aunque su precio sea superior.

Un factor importante a estudiar es la longitud del conductor, ya que cuanto mayor sea, tendrá una mayor caída de tensión.

Los cables pueden ir subterráneos, por falso techo, o a la vista. Según la zona de la instalación, se instalará de una forma y otra. La línea entre el CBT y el CGD irá subterránea desde el centro de transformación hasta la nave, a través de un tubo corrugado que cumpla la normativa del RD 842,2002 de 2 de Agosto y las condiciones de la compañía Iberdrola.

Los cuadros eléctricos, según el reglamento electrotécnico de baja tensión, se colocarán entre 0,7 metros y 1,80 metros (esta medida está comprendida entre el suelo y la cara inferior del cuadro). En esta instalación se colocarán a 1,70 metros, por comodidad a la hora de su manipulación.

El método de cálculo utilizado corresponde para abondo en Media Tensión, corriente alterna a 50 Hz.

Se tendrá en consideración el Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.

Para el cálculo de cableado de fuerza se ha estudiado tanto el Criterio de Caída de Tensión como el Criterio Térmico:



$$P = \sqrt{3} \cdot V_l \cdot i \cdot \cos\theta \quad \rightarrow \quad i = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_l \cdot \cos\theta}$$

→ ITC – BT – 19 Tabla 1

Criterio de Caída de Tensión:

$$S = \frac{L \cdot P}{c \cdot u \cdot V}$$

Donde:

P es la potencia en watos.

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

V_l es la tensión de línea en voltios.

i es la intensidad en amperios

i_{cal} es la intensidad corregida en amperios.

L es la mayor longitud de la línea en metros.

c es la conductividad del cobre en $m/\Omega mm^2$.

u es el porcentaje de caída de tensión permitido, en voltios.

Para trabajar con la intensidad (o la potencia) se ha de mayorar. Esto se debe a que pueden existir altos picos de corriente en la conexión de los distintos receptores. En el caso de los motores, se ha multiplicado por un factor de corrección de 1,25, y para las lámparas de descarga por 1,8.



Tabla de cálculo según el Criterio Térmico para los conductores de la maquinaria y los ascensores:

Secciones según Criterio Térmico							
Máquina	Potencia(W)	Potencia mayorada (W)	FP	Longitud (m)	Intensidad (A)	Sección asignada (mm ²)	Designación Iberdrola
1	37300	46625	0,92	11,7	73,15	16	H07Z1 3x16 Cu
2	16412	20515	0,9	3,7	32,90	4	H07Z1 3x10 Cu
3	7360	9200	0,88	14,4	15,09	1,5	H07Z1 3x10 Cu
4	12000	15000	0,89	12,2	24,33	2,5	H07Z1 3x10 Cu
5	22000	27500	0,9	4	44,10	10	H07Z1 3x10 Cu
6	25000	31250	0,87	12,9	51,85	10	H07Z1 3x10 Cu
7	5000	6250	0,9	19	10,02	1,5	H07Z1 3x10 Cu
8	13000	16250	0,87	24,1	26,96	4	H07Z1 3x10 Cu
9	2500	3125	0,91	35	4,96	1,5	H07Z1 3x10 Cu
10	22000	27500	0,85	31,5	46,70	10	H07Z1 3x10 Cu
11	15000	18750	0,9	30,68	30,07	4	H07Z1 3x10 Cu
12	2500	3125	0,87	17,7	5,18	1,5	H07Z1 3x10 Cu
Ascensores	10000	35000	0,87	12	58,07	10	H07Z1 3x10 Cu



Tabla de cálculo según el Criterio de Caída de Tensión para los conductores de la maquinaria y los ascensores:

Secciones según Criterio de Caída de Tensión							
Máquina	Intensidad (A)	Potencia (A)	Longitud (m)	Caída de tensión (V)	Sección (mm ²)	Sección Iberdrola (mm ²)	Designación Iberdrola
1	61,60	37300	12,7	2	10,57	16	H07Z1 3x16 Cu
2	27,71	16412	4,7	2	1,72	10	H07Z1 3x10 Cu
3	12,71	7360	15,4	2	2,53	10	H07Z1 3x10 Cu
4	20,49	12000	13,2	2	3,54	10	H07Z1 3x10 Cu
5	37,14	22000	5	2	2,46	10	H07Z1 3x10 Cu
6	43,66	25000	13,9	2	7,76	10	H07Z1 3x16 Cu
7	8,44	5000	20	2	2,23	10	H07Z1 3x10 Cu
8	22,70	13000	25,1	2	7,28	10	H07Z1 3x10 Cu
9	4,17	2500	36	2	2,01	10	H07Z1 3x10 Cu
10	39,32	22000	31,5	2	15,47	16	H07Z1 3x16 Cu
11	25,32	15000	31,68	2	10,61	16	H07Z1 3x16 Cu
12	4,37	2500	18,7	2	1,04	10	H07Z1 3x10 Cu
Ascensores	48,90	28000	12	2	7,50	10	H07Z1 3x10 Cu



Viendo en las dos tablas anteriores las dos opciones que hay para cada caso, se escogerá la más restrictiva de ambas, por lo que un caso quedará cubierto de forma correcta, y el otro quedará sin problemas y con algo de holgura si aconteciese algún problema. Estos serán los cables que partiendo de los respectivos Cuadros Secundarios, irán a parar a las distintas máquinas; estarán aislado en tubos en montaje superficial.

La distribución de lámparas y luminarias se ha realizado mediante el programa DIALux. Se han separado las líneas de iluminación por zonas: una para zona de entrada y recepción, otra para lo que abarca la zona de producción, otra para el resto de la planta baja, y por último, una para la zona superior. Las especificaciones de las lámparas como de las luminarias quedan adjuntadas en el apartado “Anexos” de este proyecto. Para cada zona de las nombradas, se tirarán las fases con el neutro (cuando corresponda) teniendo una elección del tipo cable por cada una de ellas, los cuales quedan definidos en el apartado “Planos”.

El reglamento de baja tensión especifica en la BT-ITC-09 que cada punto de luz debe corregirse con un factor de potencia mayor o igual a 0,9. Se ha escogido que ese valor sea 0,9.

Los circuitos se realizarán de manera monofásica, entre las distintas fases con el neutro, de forma que quede la potencia lo más equilibrada entre las 3 fases. El alumbrado de la zona de producción se realizará en trifásica.



LUMINARIAS				
Fabricación				
	Potencia bombilla (W)	Lamparas	Potencia total (W)	Potencia mayorada (W)
	470	77	36190	65142
	Longitud (m)	Sección (mm2)	Intensidad (A)	
	102,27	148,71	94,02	H07Z1 3x150 Cu
Planta baja				
	Potencia bombilla (W)	Lamparas	Potencia total (W)	Potencia mayorada (W)
Vestuarios	58	12	696	1252,8
	Potencia bombilla (W)	Lamparas	Potencia total (W)	Potencia mayorada (W)
Almacen	58	22	1276	2296,8
	Potencia bombilla (W)	Lamparas	Potencia total (W)	Potencia mayorada (W)
Baños	14	12	168	302,4
	Potencia bombilla (W)	Lamparas	Potencia total (W)	Potencia mayorada (W)
Mejora FP	46	9	414	745,2
	Potencia bombilla (W)	Lamparas	Potencia total (W)	Potencia mayorada (W)
Recepción	36	6	216	388,8
	Potencia bombilla (W)	Lamparas	Potencia total (W)	Potencia mayorada (W)
Entrada	36	8	288	518,4
	Longitud (m)	Sección (mm2)	Intensidad (A)	
	85,00	10,44	23,93	H07Z1 4x16 Cu
Luz exterior				
	Potencia bombilla (W)	Lamparas	Potencia total (W)	Potencia mayorada (W)
Luz exterior	103	20	2060	3708
	Longitud (m)	Sección (mm2)	Intensidad (A)	
	70,00	5,79	16,12	H07Z1 4x10 Cu



Planta sup				
	Potencia bombilla (W)	Lamparas	Potencia total (W)	Potencia mayorada (W)
LEDS	22	73	1606	1606
	Potencia bombilla (W)	Lamparas	Potencia total (W)	Potencia mayorada (W)
Archivo	58	8	464	835,2
	Potencia bombilla (W)	Lamparas	Potencia total (W)	Potencia mayorada (W)
baños	14	12	168	302,4
	Potencia bombilla (W)	Lamparas	Potencia total (W)	Potencia mayorada (W)
Almacen	58	18	1044	1879,2
	Longitud (m)	Sección (mm2)	Intensidad (A)	
	60,00	6,19	20,10	H07Z1 4x10 Cu

Teniendo ya las secciones y tipos de cable que unen cada cuadro secundario con los receptores. Para el cálculo de las secciones de luces de emergencia se ha empleado el mismo criterio, solo que al ser de una potencia tan reducida, con la menor sección permitida por Iberdrola es suficiente. Para las tomas de corriente se han supuesto casos de simultaneidad de equipos y aparatos, para, según el piso, calcular de forma correcta las secciones necesarias para que no ocurran accidentes: en el piso superior, con despachos y sala de reunión, se hará uso principalmente de flexos, ordenadores e impresoras, además de aparatos de limpieza cuando proceda; por otro lado, en la planta baja, será exclusivamente para pequeños aparatos en el vestuario y un ordenador en recepción, aparte de los aparatos de limpieza.

Se procede a calcular las líneas que unen el CGD con los distintos cuadros secundarios. Esto se realizará con dos criterios que hemos visto anteriormente.

Igualmente que con las secciones calculadas anteriormente, se escogerá aquella que sea más restrictiva, para así asegurar el cumplimiento de estos dos criterios:



Secciones entre CGD y CSs por Criterio Térmico							
Cuadro Secundario	Potencia			Longitud (m)	Intensidad calculada (A)	Sección (mm ²)	Designación Iberdrola
	Potencia (W)	Potencia mayorada (W)	FP				
CS1 (Máquinas 1-3)	61072	76340	0,9	90,58	122,43	35	H07Z1 3x50 Cu
CS2 (Máquinas 4-6)	59000	73750	0,89	58,24	119,61	35	H07Z1 3x50 Cu
CS3 (Máquinas 7-12)	57000	71250	0,88	43,82	116,86	35	H07Z1 3x50 Cu
CS4 (Luz zona producción)	36190	65142	0,9	14,76	104,47	25	H07Z1 3x25 Cu
CS5 (Planta superior)	15315	16655,8	0,9	65	26,71	4	H07Z1 4x10 Cu
CS6 (Piso inf/Exterior/C.aux)	15945	20260,2	0,9	15	32,49	4	H07Z1 4x10 Cu
CS6 a CSAux	3279	3499,8	0,9	55,07	9,72	1,5	H07Z1 4x10 Cu
CS7 (Ascensores)	10000	12500	0,87	63,4	20,74	2,5	H07Z1 3x10 Cu

Secciones entre CGD y CSs por Criterio de Caída de Tensión							
Cuadro Secundario	Intensidad (A)	Potencia (W)	Longitud (m)	Caída de tensión (V)	Sección		
					Sección (mm ²)	Iberdrola (mm ²)	Designación Iberdrola
CS1 (Máquinas 1-3)	99,47	61072,00	90,58	4,00	61,74	95	H07Z1 3x95 Cu
CS2 (Máquinas 4-6)	98,64	59000,00	58,24	4,00	38,35	50	H07Z1 3x50 Cu
CS3 (Máquinas 7-12)	96,09	57000,00	43,82	4,00	27,88	50	H07Z1 3x50 Cu
CS4 (Luz zona producción)	52,24	36190,00	14,76	4,00	5,96	10	H07Z1 3x10 Cu
CS5 (Planta superior)	36,91	15315,00	65	4,00	11,11	16	H07Z1 4x16 Cu
CS6 (Piso inf/Exterior/C.aux)	21,26	15945,00	15	4,00	2,67	10	H07Z1 4x10 Cu
CS6 a CSAux	1,26	3279,00	55,07	4,00	2,02	10	H07Z1 4x10 Cu
CS7 (Ascensores)	16,59	10000,00	63,4	4,00	7,08	10	H07Z1 3x10 Cu



Por último queda calcular la acometida en B.T. entre el CBT y el CGD.

Sección LGA Criterio térmico					
Potencia (W)	FP	Longitud (m)	Intensidad entrada tabla (A)	Sección (mm ²)	Designación Iberdrola
254522,00	0,95	50	386,7061716	240	RV 0.6/1KV 3x240/150 AI
Sección LGA Criterio de Caída de Tensión					
Potencia (W)	Caída de tensión (V)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Sección Iberdrola (mm ²)	Designación Iberdrola
257801,00	4	50	230,1794643	240	RV 0.6/1KV 3x240/150 AI

3. Cálculos lumínicos

Para ello se ha empleado el programa DIALux, en el que introduciendo las características de las distintas zonas (luxes, dimensiones, disposición...) a iluminar junto a las lámparas y las luminarias se obtienen el número de los elementos necesarios para ello que satisface las necesidades tanto de diseño estético, como de iluminación. Los luxes para cada zona son los siguientes:

Zona	Luxes (deseado)	Luxes (actuales)
Recepción	500	527
Entrada	500	532
Zona fabricación	950	950
Baños (inf)	200	238
Baños (sup)	200	306
Vestuarios	200	261
Almacén (inf)	200	240
Almacén (sup)	200	249
Sala corrector FP	200	275
Despacho	750	754
Pasillo	200	240
Archivo	200	248
Sala de reuniones	730	735
Aparcamiento	300	297
C.T.	200	250

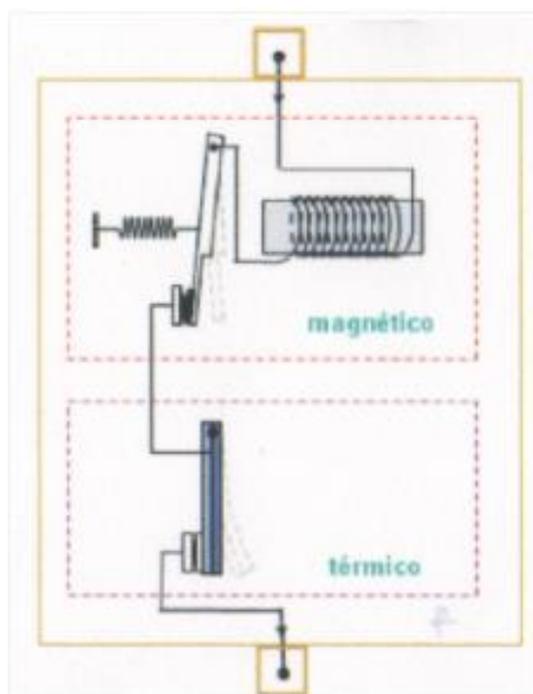
Todos los elementos han sido escogidos, a través del programa DIALux, del catálogo de Philips .

4. Cálculo de interruptores

4.3. Interruptores magneto-térmico

Es un dispositivo que protege la instalación eléctrica (con todo lo conectado a ella) tanto de cortocircuitos como de sobrecargas.

Tiene dos métodos de protección: una parte magnética que es la encargada de proteger de sobrecargas (mediante una bobina que ve variada la inducción que recibe), y una parte térmica que protege los conductores y receptores de sobrecargas (mediante una pletina que se dobla en exceso y permite cortar el circuito).



Un magneto-térmico vendrá definido por su calibre (corriente que deja pasar sin cortar el circuito), su Poder de Corte (la máxima intensidad que puede llegar a cortar) y su Curva de disparo (Selectividad).

El proceso para determinar estas características es:

Calibre (In)

Para ello hay que determinar la intensidad del circuito que protege aguas abajo, y ver la intensidad admisible que va a soportar el conductor que protege, de tal manera que el calibre, medido en amperios, se sitúe entre estas dos intensidades nombradas, cumpliendo además que este calibre incrementado en un 30% no supere la intensidad admisible por el cable. Los valores del calibre vienen normalizados, se escogerá el valor inmediatamente superior al resultado obtenido.

$$I_{cal} < I_n \cdot 1,30 < I_{adm}$$

Poder de Corte (PdC)

Es la corriente máxima que puede cortar un magneto térmico, a partir de esta corriente, la temperatura será tan elevada, que podría llegar a fundir los elementos, haciendo imposible el corte del circuito.

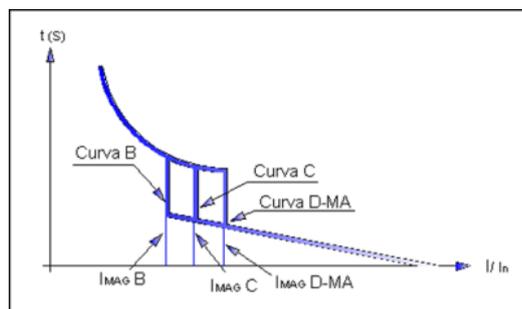
Para ello hay que determinar la impedancia que ve el interruptor en cuestión, y a partir de ella se calculará esa intensidad máxima. Los valores de Poder de Corte vienen normalizados.

$$I_{CCI} = \frac{C_t \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

Donde C_t es 0.8, U es la tensión de línea (400V) y Z_t es la impedancia del circuito respecto al interruptor (en módulo). Cabe destacar, que cuanto más alejado este un punto del transformador, por lo general, menor PdC presentará.

Curva de disparo

Para una actuación antes de que ocurra el cortocircuito y los daños no sean tan graves.



Curvas de disparo de un magnetotérmico

Quedan definidos los interruptores magneto-térmicos de todos los cuadros eléctricos, cuya correcta denominación se adjuntará junto al interruptor correspondiente en “*Planos*”.

Puede verse como hay unos casos en los que la sección del cable calculada anteriormente no sirve ya que el cable escogido no soportaría la corriente que aguanta el interruptor, por lo que se quemaría antes de que el interruptor cumpla con su cometido de cortar el circuito. Basta con aumentar la sección a la siguiente que permite Iberdrola, con lo que los calibres finales quedan:



	Interruptor	Calibre (A)
CS 1	CS1	100
	Máquina 1	63
	Máquina 2	30
	Máquina 3	16
CS 2	CS2	100
	Máquina 4	30
	Máquina 5	40
	Máquina 6	40
CS 3	CS3	100
	Máquina 7	10
	Máquina 8	25
	Máquina 9	6
	Máquina 10	40
	Máquina 11	30
	Máquina 12	6
CS 4	CS4	63
CS 5	CS5	80
	Alumbrado	25
	Emergencia	6
	Tomas de corriente	10
CS 6	CS6	70
	Alumbrado	25
	Emergencia	6
	Tomas de corriente	10
	Alumbrado ext	20
	CS AUX	16
CS AUX	CS AUX	16
	Alumbrado	6
	Emergencia	6
	Tomas de corriente	10
CS 7	CS 7	40
CGD	CGD	100
	CS1	100
	CS2	100
	CS3	100
	CS4	63
	CS5	40
	CS6	25
	CS7	20



4.4. Interruptores diferenciales

Tiene como objetivo evitar que alguna persona pueda resultar herida al tocar un conductor de la instalación y que la corriente circule por ella. Al igual que los magneto-térmicos, irán instalados dentro de los cuadros eléctricos.

Se debe cumplir el principio de que la corriente que entra por un conductor, ha de salir por el otro: ambas corrientes del mismo valor. Si no se cumple esto, significa que puede haber una deriva a tierra (por ejemplo, a través de una persona) y el diferencial ha de cortar el circuito.

En instalaciones industriales suele emplearse valores elevados de sensibilidad, 100mA para los diferenciales de maquinaria, que aunque tengan alguna que otra deriva a tierra no tiene por qué suponer un riesgo grave y así se evita que el diferencial salte a cada rato, y 30mA para la iluminación. En función de estos dos se escogerán los demás que estén aguas arriba en la instalación de manera que cuanto más cerca del receptor se sitúe el diferencial, más sensible sea (valor más bajo), para que en caso de corte del circuito, se corte solo el receptor que presenta el problema y no afecte a otros.

Se escogerán de forma que la sensibilidad de un diferencial que tras el conecta con otros, sea menor a la suma de las sensibilidades de los que tiene aguas abajo, dividido entre 2. (Cuanto más cerca del transformador, mayor valor tendrá la sensibilidad).

Los interruptores del CS8, de los ascensores, serán de acuerdo a lo establecido en la ITC-BT-32.



5. Cálculos de puesta a tierra

Se hará debidamente siguiendo las instrucciones y normas descritas en la ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

Se realizará mediante picas verticales y conductor enterrado horizontalmente de forma que la resistencia de la pica vertical es:

$$R_t = \frac{\rho}{L}$$

Donde:

R_t es la resistencia total (Ω).

ρ es la resistividad del terreno ($\Omega.m$).

L es la longitud del conductor (m).

Y la resistencia del conductor enterrado horizontalmente es:

$$R_t = 2 \cdot \frac{\rho}{L}$$

Donde:

R_t es la resistencia total (Ω).

ρ es la resistividad del terreno ($\Omega.m$).

L es la longitud del conductor (m).

De acuerdo al Código Técnico, todos los receptores de una instalación eléctrica han de estar conectados a tierra para asegurar la seguridad de las personas frente a contactos indirectos.



Para colocar la conexión a tierra, se realizará una zanja alrededor de la nave, así como alrededor del Centro de Transformación. En estas zanjas se colocará el conductor de cobre desnudo al que se le colocarán las picas metálicas mediante soldadura. Las picas que se utilicen han de ser por normativa mayor de 0,5 m de longitud, así que se emplearán picas de 1,5 metros. La normativa dice que entre picas debe existir una separación al menos del doble de su longitud.

Para este tipo de instalación de tierra se requiere como mucho una resistencia de 10 Ω . Se considerará al terreno con una resistividad de 1000 Ω .

La zanja alrededor de nave (no da la vuelta en su totalidad) mide 164,24 m:

$$R_t = 2 \cdot \frac{1000}{164,24} = 12,18 \Omega$$

El conjunto picas/zanja se colocan en paralelo, por lo que:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{zanja}} + \frac{1}{R_{picas}}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{12,18} + \frac{1}{R_{picas}} \rightarrow R_{picas} = 55,87 \Omega$$

Por lo tanto el número de picas necesario será:

$$R_t = \frac{\rho}{L \times Num, picas} \rightarrow Num, picas = \frac{1000}{1,5 \times 55,87} = 11,93 picas$$

Se necesitarán 12 picas, que se colocarán de forma que coincidan junto cada uno de los Cuadros Secundarios y el CGD para llevar una línea directa a tierra a través de pica y arqueta. Para el Centro de se ha seguido el mismo método de cálculo, empleando picas de 2m, para lograr un total de 15 picas tras ver que la



resistividad del terreno en el que se encuentra es menor que el de la nave principal. De esas 13 picas, solo caben 9 en la malla diseñada, por lo que cuando se instalen las arquetas, el hueco donde va la pica se rellenará con una capa de lecho de arena, una capa de arena encima de este, y grava para cubrirlo todo. La pica se clavará atravesando estas 3 secciones, las cuales si se humedecen, disminuirían mucho la resistencia a tierra, por lo que con esas 9 picas que se han colocado, sería suficiente.

Los cables de protección que van por la instalación, quedan definidos en los planos. Se reconocerán en la instalación por tener la cubierta de color verde y amarillo.

Para la conexión a tierra de los distintos receptores se utilizará la tabla 2 de la ITC-BT-18:

Sección de los conductores de fase y de protección (mm²)

$$S \leq 16 \quad \rightarrow \quad S_p = S$$

$$16 < S \leq 35 \quad \rightarrow \quad S_p = 16$$

$$S \geq 35 \quad \rightarrow \quad S_p = S/2$$

En función del resultado, se instalará la sección obtenida, o en su defecto, la inmediatamente superior que permita Iberdrola. Una línea de tierra a la que se le conectan otras, nunca será de menos sección que ninguna de ellas.

6. Elección final de los cables

En función de las secciones calculadas en el capítulo “*Cálculo de líneas*” y de los interruptores los cuales han de proteger las líneas antes de que estas o los receptores conectados sufran graves daños quedan definidas las líneas:

	Cable
CS1-Máquina 1	H 07 Z1 3x25 Cu
CS1-Máquina 2	H 07 Z1 3x10 Cu
CS1-Máquina 3	H 07 Z1 3x10 Cu
CS2-Máquina 4	H 07 Z1 3x10 Cu
CS2-Máquina 5	H 07 Z1 3x10 Cu
CS2-Máquina 6	H 07 Z1 3x10 Cu
CS3-Máquina 7	H 07 Z1 3x10 Cu
CS3-Máquina 8	H 07 Z1 3x10 Cu
CS3-Máquina 9	H 07 Z1 3x10 Cu
CS3-Máquina 10	H 07 Z1 3x16 Cu
CS3-Máquina 11	H 07 Z1 3x16 Cu
CS3-Máquina 12	H 07 Z1 3x10 Cu
CS4-Luz producción	H 07 Z1 3x150 Cu
CS5-Alumbrado planta superior	H 07 Z1 4x10 Cu
CS5-Alumbrado Emergencia	H 07 Z1 2x10 Cu
CS5-Tomas de corriente	H 07 Z1 3x25/16 Cu
CS6-Alumbrado planta inferior	H 07 Z1 4x16 Cu
CS6-Alumbrado Emergencia	H 07 Z1 2x10 Cu
CS6-Tomas de corriente	H 07 Z1 4x16Cu
CS6-Alumbrado exterior	H 07 Z1 4x10 Cu
CS6-CSaux	H 07 Z1 2x10 Cu
CS7-Ascensores	H 07 Z1 3x10 Cu
CGD-CS1	H 07 Z1 3x95 Cu
CGD-CS2	H 07 Z1 3x50 Cu
CGD-CS3	H 07 Z1 3x50 Cu
CGD-CS4	H 07 Z1 3x25 Cu
CGD-CS5	H 07 Z1 3x25/16 Cu
CGD-CS6	H 07 Z1 3x25/16 Cu
CGD-CS7	H 07 Z1 3x10 Cu
CBT-CGD	RV 0.6/1KV 3x240/150 Al
Tierra nave	RV 450/750V 150 Cu
Tierra Centro de Transformación	RV 450/750V 150 Cu



Andrés Aramendia Alfaro

Proyectos e Ing. Rural

Con esta tabla quedaría recogida la elección de los conductores que hay entre los distintos cuadros y los receptores de cada uno

Pamplona, 11 de Enero de 2017

Fdo: Andrés Aramendia Alfaro



PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS



ÍNDICE

1.	GENERALIDADES.....	65
1.1.	ÁMBITO DE APLICACIÓN	65
1.2.	ALCANCE DE LOS TRABAJOS.....	65
1.3.	PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.....	66
1.4.	VIBRACIONES Y RUIDOS	66
1.5.	IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, RÓTULOS, ETIQUETEROS Y SEÑALIZACIONES	67
1.6.	PRUEBAS PREVIAS A LA ENTREGA DE LAS INSTALACIONES	68
1.7.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	71
2.	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN	72
2.1.	GENERALIDADES.....	72
2.2.	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	74
2.2.1.	Envolvente metálica	74
2.2.2.	Aparellaje	77
2.2.3.	Normas de ejecución de las instalaciones.....	81
2.2.4.	Pruebas reglamentarias	81
2.2.5.	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	82
2.3.	CABLES DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA (1–52 kV).....	84
3.	CUADROS DE BAJA TENSIÓN	86
3.1.	GENERALIDADES.....	86
3.2.	COMPONENTES	87
3.2.1.	Envolventes	87
3.2.2.	Aparamenta.....	89
3.2.3.	Embarrados y Cableados.....	91
3.2.4.	Elementos accesorios.....	93
4.	CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN.....	93
4.1.	GENERALIDADES.....	93
4.2.	TIPO DE CABLES Y SU INSTALACIÓN.....	95
4.2.1.	Cables 450/750 V (PVC) para instalación en tubos y canales	95
4.2.2.	Cables RZ1-0,6/1 kV (AS) para instalación al aire.....	96
4.2.3.	Cables RV 0,6 / 1 kV (XLPE) para instalación enterrada	97
4.2.4.	Cables resistentes al fuego denominación (AS+) para instalación al aire.....	99
5.	CANALIZACIONES	99



5.1.	GENERALIDADES.....	99
5.2.	MATERIALES	102
5.2.1.	Bandejas	102
5.2.2.	Canales protectores	104
5.2.3.	Tubos para instalaciones eléctricas.....	106
5.2.4.	Cajas de registro, empalme y mecanismos.....	110
6.	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	111
6.1.	GENERALIDADES.....	111
6.2.	LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA).....	112
6.3.	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT).....	112
6.4.	LÍNEAS DE DERIVACIÓN DE LA GENERAL (LDG) E INDIVIDUALES (LDI)	112
6.5.	CUADROS SECUNDARIOS (CSs)	113
6.6.	INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN	113
6.6.1.	Distribución para alumbrado normal.....	115
7.	REDES DE TIERRAS.....	117
7.1.	GENERALIDADES.....	117
7.2.	REDES DE TIERRA INDEPENDIENTES.....	118
7.2.1.	Red de Puesta a Tierra de Servicio	119
7.2.2.	Red de Puesta a Tierra de la Estructura del Edificio.....	120
7.2.3.	Red de Puesta a Tierra de Protección Baja Tensión.....	121
8.	LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES.....	122
8.1.	GENERALIDADES.....	122
8.2.	TIPOS DE LUMINARIAS	124
8.2.1.	Luminarias fluorescentes de interior	124
8.2.2.	Regletas industriales y luminarias herméticas para interior.....	125
8.3.	COMPONENTES PARA LUMINARIAS.....	126
8.3.1.	Lámparas fluorescentes	126
8.3.2.	Lámparas fluorescentes compactas.....	126



1. GENERALIDADES

Al constituir las instalaciones eléctricas que aquí se contemplan un capítulo del Proyecto General, estarán sometidas a todas las consideraciones técnicas, económicas y administrativas relacionadas en el apartado correspondiente del mismo. Por ello, en este documento solo se fijan las propias y específicas de este capítulo.

1.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación a todo el contenido que forma parte del capítulo de Electricidad, definido en los diferentes documentos del mismo: Memoria, Planos, Presupuesto, etc.

1.2. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

La Empresa Instaladora (EI), o Instaladores, cuya clasificación ha de ser Categoría Especial (IBTE) según la ITC-BT-03 del R.E.B.T., estará obligada al suministro e instalación de todos los equipos y materiales reflejados en Planos y descritos en Presupuesto, conforme al número, tipo y características de los mismos.

Los materiales auxiliares y complementarios, normalmente no incluidos en Planos y Presupuesto, pero imprescindibles para el correcto montaje y funcionamiento de las instalaciones (clemas, bornas, tornillería, soportes, conectores, cinta aislante, etc), deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

En los precios de los materiales ofertados por la EI estará incluida la mano de obra y medios auxiliares necesarios para el montaje y pruebas, así como el transporte a pie y dentro de la obra, hasta su ubicación definitiva, es decir, su instalación.

La EI dispondrá para estos trabajos de un Técnico competente responsable ante la Dirección Facultativa (DF), que representará a los técnicos y operarios que llevan a cabo la labor de instalar, ajustar y probar los equipos. Este técnico



deberá estar presente en todas las reuniones que la DF considere oportunas en el transcurso de la obra, y dispondrá de autoridad suficiente para tomar decisiones sobre la misma, en nombre de su EI.

Los materiales y equipos a suministrar por la EI serán nuevos y ajustados a la calidad exigida, salvo en aquellos casos que se especifique taxativamente el aprovechamiento de material existente.

No serán objeto, salvo que se indique expresamente, las ayudas de albañilería necesarias para rozas, bancadas de maquinaria, zanjas, pasos de muros, huecos registrables para montantes verticales, etc, que conllevan esta clase de instalaciones.

En cualquier caso, los trabajos objeto de este capítulo del Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada, funcionando y legalizada.

1.3. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN

Antes de comenzar los trabajos en obra, la EI deberá presentar a la DF los planos y esquemas definitivos, así como detalle de las ayudas necesarias para la ejecución y montaje de Centros de Transformación, Cuadros Generales de Baja Tensión, Grupo Electrónico, arquetas de obra, etc.

Asimismo la EI, previo estudio detallado de los plazos de entrega de materiales y equipos, confeccionará un calendario conjunto con la Empresa Constructora (EC) para asignar las fechas exactas a las distintas fases de obra.

La coordinación de la EI y la EC siempre será dirigida por esta última y supervisada por la DF.

1.4. VIBRACIONES Y RUIDOS

En el montaje de maquinaria y equipos se deberán tener presente las recomendaciones del fabricante, a fin de no sobrepasar, sea cual fuere el régimen de carga para el que está previsto, los niveles de ruido o transmisión de vibraciones establecidos o exigidos por las Ordenanzas Municipales o características propias del lugar donde están implantados.



Las correcciones que hayan de introducirse para reducir los niveles, deberán ser aprobadas por la DF y realizarse mediante los accesorios propios que para estos casos dispone el fabricante.

Las uniones entre elementos rígidos y maquinaria sometida a vibraciones, deberán realizarse siempre con acoplamientos flexibles.

1.5. IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, RÓTULOS, ETIQUETEROS Y SEÑALIZACIONES

Antes de la entrega de la obra, la EI deberá realizar la colocación de rótulos, etiqueteros, señalizaciones y placas de características técnicas, que permitan identificar los componentes de la instalación con los planos definitivos de montaje.

Los rótulos servirán para nominar a los cuadros eléctricos y equipos. Este nombre coincidirá con el asignado en planos de montaje y sus caracteres serán grabados con una altura mínima de 20 mm.

Los etiqueteros servirán para identificar el destino asignado al elemento correspondiente. Podrán ser del tipo grabado (interruptores de cuadros generales y principales de planta) o del tipo "Leyenda de Cuadro"; asignando un número a cada interruptor y estableciendo una leyenda general con el destino de cada uno de ellos.

Las señalizaciones servirán fundamentalmente para la identificación de cables de mando y potencia en cuadros eléctricos y registros principales en el trazado de montantes eléctricos. Para este uso, podrán utilizarse etiqueteros para escritura indeleble a mano, fijados mediante bridas de cremallera, así como números de collarín para conductores en bornes de conexión. Todas estas identificaciones corresponderán con las indicadas en esquemas de mando y potencia utilizados para el montaje definitivo.



Todos los cuadros eléctricos y equipos, especialmente los que consumen energía eléctrica, deberán llevar una placa con el nombre del fabricante, características técnicas, número de fabricado y fecha de fabricación.

La fijación de las diferentes identificaciones se realizará de la forma más conveniente según su emplazamiento, pero siempre segura y en lugar bien visible.

1.6. PRUEBAS PREVIAS A LA ENTREGA DE LAS INSTALACIONES

En cumplimiento con las ITC-BT-04 e ITC-BT-05, antes de la entrega de las instalaciones eléctricas, la EI está obligada a realizar las verificaciones y pruebas de las mismas que sean oportunas.

Para la realización de estas pruebas será necesario que las instalaciones se encuentren terminadas de conformidad con el Proyecto y modificaciones aprobadas por la DF en el transcurso del montaje, así como puesta a punto, regulada, limpia e identificada por la EI.

Será imprescindible, para ciertas pruebas, que la acometida eléctrica sea la definitiva.

La EI deberá suministrar todo el equipo y personal necesario para efectuar las pruebas en presencia de la DF o su representante.

Las pruebas a realizar, sin perjuicio de aquellas otras que la DF pudiera solicitar en cada caso, serán las siguientes:

- Todos los electrodos y placas de puesta a tierra. La de herrajes del centro de transformación será independiente.
- Resistencia de aislamiento entre conductores activos (fase y neutro) y tierra, entre fases y entre cada una de las fases y neutro. Esta prueba se realizará por cada conjunto de circuitos alimentado por un interruptor diferencial, y para todos los alimentados desde un mismo cuadro de planta, midiendo los usos de alumbrado a parte de los destinados a



tomas de corriente. Todas estas medidas deberán realizarse con todos los aparatos de consumo desconectados. La tensión mínima aplicada en esta prueba será de 500 V.

- Valor de la corriente de fuga en todos y cada uno de los cuadros eléctricos.
- Medida de tensiones e intensidades en todos los circuitos de distribución y generales de cuadros, tanto en vacío como a plena carga.
- Comprobación de interruptores de Máxima Corriente mediante disparo por sobrecargas o cortocircuitos. Se hará por muestreo.
- Comprobación de todos los Dispositivos de corriente Diferencial Residual, mediante disparo por corriente de fuga con medición expresa de su valor y tiempo de corte.
- Comprobación del tarado de relés de largo retardo en los interruptores de Máxima Corriente, con respecto a las intensidades máximas admisibles del conductor protegido por ellos.
- Muestreo para los casos considerados como más desfavorables, de selectividad en el disparo de protecciones, y de caída de tensión a plena carga.
- Comprobación de tipos de cables utilizados, mediante la identificación obligada del fabricante; forma de instalación en bandejas, señalizaciones y fijaciones.
- Comprobación de rótulos, etiqueteros y señalizaciones.
- Muestreo en cajas de registro y distribución comprobando que: las secciones de conductores son las adecuadas, los colores los normalizados y codificados, las conexiones realizadas con bornas, cableado holgado y peinado, el enlace entre canalizaciones y cajas enrasado y protegido, el tamaño de la caja adecuado y su tapa con sistema de fijación perdurable en el uso.



- Cuando la instalación se haya realizado con cable flexible, se comprobará que todos los puntos de conexión han sido realizados con terminales adecuados o estañados por las puntas.
- Las instalaciones de protección contra contactos indirectos por separación de circuitos mediante un transformador de aislamiento y dispositivo de control permanente de aislamientos, serán inspeccionadas y controladas conforme a lo previsto en la ITC-BT-38.
- Comprobación de zonas calificadas de pública concurrencia en las que un defecto en parte de ellas, no debe afectar a más de un tercio de la instalación de alumbrado normal.
- Buen estado de la instalación, montaje y funcionamiento de luminarias, proyectores y mecanismos (interruptores y tomas de corriente) comprobando que sus masas disponen de conductor de puesta a tierra y que su conexión es correcta.
- Se realizará, para los locales más significativos, mediciones de nivel de iluminación sobre puestos de trabajo y general de sala.
- Se examinarán todos los cuadros eléctricos, comprobando el número de salidas y correspondencia entre intensidades nominales de interruptores automáticos con las secciones a proteger, así como su poder de corte con el calculado para el cuadro en ese punto. Los cuadros coincidirán en su contenido con lo reflejado en esquemas definitivos, estando perfectamente identificados todos sus componentes. Asimismo, en el caso que la instalación responda al esquema TN en cualquiera de sus tres modalidades (TN-S, TN-C o TN-C-S), se medirá la resistencia de puesta a tierra del conductor Neutro en cada uno de los cuadros CS, debiendo ser su valor inferior a 5 ohmios.
- Se medirá la resistencia de puesta a tierra de la barra colectora para la red de conductores de protección en B.T., situada en el Cuadro General de B.T., así como la máxima corriente de fuga.



- Se comprobarán todos los sistemas de protección (eléctrica y de detección-extinción) en el Centro de Transformación.
- Se comprobarán las puestas a tierra de Neutros de transformadores y la resistencia de la puesta a tierra de los mismos con respecto a la de los herrajes de A.T. y barra colectora de protección en B.T. en el Cuadro General de Baja Tensión, así como las tensiones de paso y contacto.
- Se examinarán y comprobarán los sistemas de conmutación entre Suministros Normal y Complementario, con indicación del tiempo máximo de conmutación en caso de que ésta sea automática por fallo en el suministro normal. Cuando el suministro sea mediante Grupo Electrónico, se comprobará la puesta a tierra del neutro del alternador y se medirá su resistencia.

1.7. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

La normativa actualmente vigente y que deberá cumplirse en la realización específica para este capítulo del Proyecto y la ejecución de sus obras, será la siguiente:

- a) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 según Real Decreto 842/2002 del 2/agosto/2002.
- b) Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82, e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84 con sus correcciones y actualizaciones posteriores.
- c) Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación.
- d) Condiciones de Protección Contra Incendios en los Edificios NBE CPI 1.996 según R.D. 1942/1993 con sus posteriores desarrollos y revisiones tales como la



Orden de 16/4/1998. Además, se tendrán presentes todas las Normas, Ordenanzas y Reglamentos de obligado cumplimiento, relacionados en otros documentos de este Proyecto.

e) Código Técnico de Edificación (CTE)

Aparte de toda esta normativa, se utilizarán otras como las UNE 20460 y 50160 en su apartado 2 del IRANOR, NF-C-15100, NTE del Ministerio de Obras Públicas y las particulares de las Compañías Suministradoras Eléctricas, de la Comunidad y del Ayuntamiento.

2. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN

2.1. GENERALIDADES

Se incluye en este capítulo toda la aparamenta de Centros de Transformación del tipo interior, y cables para transporte de energía eléctrica con tensiones asignadas superiores a 1 kV e iguales o inferiores a 52 kV.

El local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica para el Centro de Transformación (CT), cumplirá las condiciones generales descritas en la Instrucción MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El CT será construido enteramente con materiales no combustibles. Los elementos delimitadores del CT (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas etc), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc) tendrán una resistencia al fuego RF-120 de acuerdo con las normas del CEPREVEN y NBE CPI-96 para zonas de riesgo especial medio, y sus materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de la clase M0 de acuerdo con la norma UNE 23727. Cuando los transformadores de potencia sean encapsulados con aislamiento en seco, los cerramientos del local podrán ser RF-90, abriendo sus puertas de acceso siempre hacia fuera.



El CT tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales. Concretamente, los 30 dBA (decibelios acústicos) durante el periodo nocturno y los 55 dBA durante el periodo diurno.

Ninguna de las rejillas del CT será tal que permita el paso de cuerpos sólidos de más de \varnothing 12 mm (IP-2). Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de \varnothing 2,5 mm (IP-3), y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión.

Antes del suministro del material que constituye el CT, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, plano de obra civil con detalles de bancadas, arquetas, pozos de recogida de aceite, tuberías enterradas, cantoneras y tabiques, protecciones metálicas de celdas, guías para ruedas de transformadores debidamente acotados y a escala, así como planos de implantación de equipos indicando las referencias exactas del material a instalar con dimensiones y pesos.

Las celdas a emplear serán modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección, según la norma UNE 20-324 94, será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica, a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puestas a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será, en realidad, interruptor-seccionador.

Como medio para la protección de personas, todos los elementos metálicos contenidos en el local del CT, se conectarán entre sí mediante varilla de cobre desnudo de 8mm de diámetro y se pondrán a tierra utilizando para ello tomas de tierras independientes a las del resto de instalaciones en B.T.



Por debajo del suelo terminado y a una profundidad de 10 cm, se instalará un mallado formado por redondo de 4 mm de diámetro como mínimo. Este mallado quedará enlazado con la red de protección en A.T. al menos en dos puntos.

En lugar bien visible se fijará sobre la pared un cuadro enmarcado protegido con cristal, que permita dejar a la vista para consulta la siguiente documentación:

- Esquema de la instalación eléctrica de A.T. con indicación de enclavamientos y modo operativo de maniobras.
- Placa de primeros auxilios.

Asimismo en el interior del local se dispondrá de un tablero que soportará todos los elementos y dispositivos de protección personal y maniobras, tales como: guantes aislantes, manivelas, y palancas de accionamiento de la aparamenta, banqueta aislante, pértiga de maniobras, equipo de primeros auxilios, etc. reglamentarios.

En la configuración del local y situación de equipos, se tendrá muy en cuenta las necesidades de ventilación y refrigeración (natural o forzada), para evitar temperaturas de riesgo en componentes.

Los cables serán aislados del tipo unipolar para redes trifásicas de Categoría A, en aluminio o cobre según se especifique en otros documentos del Proyecto, debiéndose cumplir en su elección e instalación todas las recomendaciones del fabricante.

2.2. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

2.2.1. Envolvente metálica

Las celdas responderán, en su concepción y fabricación de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099 y UNE20324. Se deberán distinguir, al menos, los siguientes compartimentos:



- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento de juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

Estos compartimentos se describen a continuación.

a) Compartimento de aparellaje

Estará relleno de SF6 y sellado de por vida, según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). La presión relativa de llenado será de 0,4 Bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento de aparellaje, estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter, debiendo ser canalizados los gases a la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores, y cierre de los seccionadores de puesta a tierra, se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF6, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

b) Compartimento del juego de barras

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre de 630 A como mínimo conexas mediante tornillos de cabeza allen (hexagonal) M8 con par de apriete de 2,8 m por kg.

c) Compartimento de conexión de cables

Serán aptos para conectar cables de aislamiento en seco y cables con aislamiento en papel impregnado. Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.
- Termorretráctiles para cables en papel impregnado.

d) Compartimento de mando

Contendrá los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios, si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos, manteniendo la tensión en el Centro.

e) Compartimento de control

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado con bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible en tensión, tanto en barras como en los cables.

Se dispondrán etiquetas de identificación en el frente de cada celda. Las etiquetas serán de plástico laminado, firmemente fijadas al soporte, escritas indeleblemente en lengua castellana y, eventualmente, otra lengua oficial del Estado, con caracteres de 20 mm de altura, grabados en blanco sobre fondo negro.



Todas las celdas llevarán un esquema unifilar realizado con material inalterable en el que se indicarán los aparatos, enclavamientos y demás componentes.

El conjunto y todos los componentes eléctricos deberán ser capaces de soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos resultantes de la intensidad de cortocircuito en sus valores eficaz y de cresta.

Los tornillos, pernos, arandelas, etc, para las uniones entre celdas o su fijación a bancada de obra, serán de acero y estarán cadmiados.

El fabricante deberá suministrar los certificados de los ensayos de cortocircuito o en su defecto los cálculos correspondientes que se hayan utilizado para el dimensionado de las barras.

La base de fijación a bancada consistirá en una estructura adecuada para ser anclada al suelo y estará provista de sus correspondientes pernos de anclaje. La estructura y los pernos se suministrarán separados de las celdas, a fin de que puedan instalarse antes que las mismas.

Todas las celdas se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos capas de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado.

2.2.2. Aparellaje

Las características eléctricas fundamentales de todos los componentes eléctricos según su tensión asignada serán:

• Tensiones asignadas	24 kV	36 kV	52 kV
-----------------------	-------	-------	-------

Nivel de aislamiento asignado:

• A frec. Industrial de 50Hz, durante 1 min.	52 kV	70 kV	95 kV
--	-------	-------	-------

• Impulso tipo rayo	125 KV	170 kV	250 kV
---------------------	--------	--------	--------

• Intensidad admisible de corta duración	16 kA	31,5 kA	25 kA
--	-------	---------	-------

• Valor de cresta de la intensidad admisible	40 kA	80 kA	63 kA
--	-------	-------	-------



a) Interruptores- seccionadores

En condiciones de servicio, corresponderá a las características eléctricas expuestas anteriormente según sea su tensión asignada.

b) Interruptor automático

Será en SF6, y dispondrá de unidad de control constituida por un relé electrónico, un disparador instalado en el bloque de mando del disyuntor y unos transformadores de intensidad montados en cada uno de los polos.

c) Cortacircuitos fusibles

Las cabinas de protección con interruptor y fusibles combinados estarán preparadas para colocar cortacircuitos fusibles de bajas pérdidas tipo CF. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

d) Puesta a tierra

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante un conductor horizontal y picas verticales, como ya se ha explicado en la “*Memoria*” y en “*Cálculos*”

e) Equipos de medida

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la Celda de Medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y reactiva, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado. Las características eléctricas de los diferentes elementos serán: Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en celdas de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas ya instalados en las mismas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que deben instalarse, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc, serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.



En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc, se tendrá en cuenta a lo indicado, a tal efecto, en la normativa de la Compañía Suministradora.

f) Transformadores de Potencia

Serán encapsulados en resina y refrigeración forzada por aire.

De no indicarse lo contrario, el grupo de conexión será DY11n, con punto neutro accesible y borna de conexión junto a las de las tres fases de B.T. Asimismo, dispondrá de conmutador manual en arrollamientos de A.T., para ajuste de tensiones de entrada de la Compañía Suministradora, según sus normas particulares.

Los transformadores se suministrarán completamente montados y preparados para su conexión, debiendo llevar incorporados todos los elementos normales y accesorios descritos en Mediciones. Se consideran elementos normales, bastidor metálico con ruedas orientables para el transporte, puntos de amarre para elevación, tomas de conexión para la puesta a tierra y placa de características.

Los transformadores encapsulados serán en resina epoxi polimerizada, clase térmica F, mezclada con harina de sílice y endurecedor; todos ellos, materiales autoextinguibles. Las bobinas, una vez encapsuladas, deberán ser sometidas a ensayo de descargas parciales según UNE-20.178, UNE-21.538-1 y UNE-EN60.076.

El núcleo magnético será en banda magnética de grano orientado, laminada en frío, aislada eléctricamente en ambas caras por una capa fina de carlita. Su construcción dará como resultado un perfecto ensamblado entre columnas y culatas (de sección circular prácticamente), fijadas rígidamente mediante perfiles metálicos (en los encubados podrán ser de madera) con pasadores y zunchos de apriete, a fin de obtener un nivel acústico inferior a 80 dB(A) en transformadores hasta 1.600 kVA (en este caso se tendrá uno de 400kVA).



Los devanados de B.T. serán en banda de aluminio o cobre, dispuestos en capas separadas (especialmente en los encapsulados) que permitan mejorar su refrigeración.

Los devanados de A.T. serán en hilo o cinta de cobre.

Los transformadores llevarán un sistema de control y protección con prealarma y disparo, que será de temperatura para los encapsulados.

Los terminales de B.T. serán del tipo "pala" adecuados a la intensidad nominal del transformador. Los de A.T. serán del tipo "espárrago" para conexión por terminal.

Tanto unos como otros serán en cobre, debiendo ir rígidamente unidos y aislados a la estructura del transformador, que les permitirá aguantar sin deformación, los esfuerzos electrodinámicos debidos a cortocircuitos.

Las celdas que albergarán a los transformadores serán, en obra civil con tabiques de 100 mm de espesor. El frente de la celda se construirá mediante puerta metálica de doble hoja con unas dimensiones mínimas de $500+A$, siendo A = frente del transformador, en mm. La altura de la puerta será la del local, disminuida 300 mm, quedando la abertura en la parte superior de la celda. Será fabricada en chapa de hierro ciega de 2 mm de espesor sobre bastidor del mismo material. Irá equipada de cerraduras enclavadas manualmente con los sistemas de apertura de los interruptores de A.T. y B.T. del transformador correspondiente, así como dos mirillas transparentes en material inastillable de 150×200 mm a 1.800 mm del suelo.

Todos los elementos metálicos de las celdas de transformadores (puertas y herrajes) serán pintados en el mismo color de las envolventes de las cabinas de A.T., previo tratamiento mediante dos capas de pintura antioxidante.

Los transformadores, en sus celdas, irán apoyados en perfiles de hierro en U-50 o U-80 (según la anchura de las ruedas de los transformadores a instalar) empotrados en el suelo, los cuales servirán de guía a las ruedas, permitiendo su acunamiento para inmovilización de los transformadores. Esta fijación de transformadores se hará en tal punto de la celda, que las distancias entre los



terminales de A.T. y masas sean como mínimo de 100 mm + 6 mm por kV o fracción de kV de la tensión de servicio, respetándose una distancia mínima entre transformadores y cerramiento de 200 mm.

Para la conexión de circuitos en B.T. a bornas del transformador se instalarán en todos los casos, un juego de pletinas de cobre soportadas por aisladores fijados a apoyos metálicos rígidos, que servirán de paso intermedio entre los cables y las bornas de B.T. del transformador. Desde la pletina de la borna del neutro se derivará, mediante cable aislado 0,6/1 kV, para la puesta a tierra del mismo. Esta "toma de tierra" será independiente eléctricamente para cada uno de los transformadores y la utilizada para herrajes.

2.2.3. Normas de ejecución de las instalaciones

Todas las normas de construcción e instalación del Centro de Transformación se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que le pudieran afectar, emanadas por Organismos Oficiales.

2.2.4. Pruebas reglamentarias

La aparatación eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de la entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra para protección en Alta Tensión.
- Resistencia de las puestas a tierra de los Neutros de transformadores.
- Tensiones de paso y de contacto.



2.2.5. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

a) Prevenciones Generales

1. Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente deberá dejarlo cerrado con llave.
2. Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "peligro de muerte".
3. En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
4. No estará permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua para apagarlo.
5. No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
6. Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente los guantes y sobre banqueta.
7. En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo el personal estar instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.



b) Puesta en Servicio

1. Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
2. Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se recorrerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

c) Separación de Servicio

1. Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado 2.2.5.b), es decir, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
2. Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
3. A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación en las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.
4. La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento, que es necesario para garantizar la seguridad



personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

d) Prevenciones Especiales

1. No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características y curva de fusión.
2. No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.
3. Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observe alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la Compañía Suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.
4. En los accesos al CT se dispondrán dos extintores de incendios.

2.3. CABLES DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA (1–52 kV)

Los cables que este apartado comprende, han quedado definidos en el 2.1.- Generalidades, pudiendo ser para su instalación aérea, a la intemperie o enterrada. Todos ellos aislados con Polietileno Reticulado (XLPE), goma Etileno-Propileno (EPR), o papel impregnado (serie RS) construidos según normas UNE 20.432, 21.172, 21.123, 21.024, 20.435, 21.022, 21.114 y 21.117, así como la UNESA 3305. Podrán ser en cobre o aluminio, y siempre a campo radial.

La naturaleza del conductor quedará determinada por Al cuando sea en aluminio, y Cu cuando sea de cobre.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo que se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto, y calculados para:



- Admitir la intensidad máxima de la potencia instalada de transformadores, incluso en el caso de circuito en Anillo, que permitirá abrirlo en cualquiera de sus tramos sin detrimento para la mencionada potencia.
- Soportar la corriente presunta de cortocircuito sin deterioro alguno durante un tiempo superior a un segundo.

Para ello se utilizarán las tablas facilitadas por el fabricante, teniendo en cuenta su forma de instalación y recomendaciones en el tendido y montaje de los cables. Las conexiones para empalmes y terminales deberán ser realizadas siempre mediante accesorios normalizados y kits preparados y apropiados al tipo de cable.

Cables aislamiento con Polietileno Reticulado (XLPE)

Serán para instalación aérea, bien directamente fijado a soportes, bien alojado en canalizaciones. Cuando el trazado del circuito o línea exija tramos enterrados, podrá ser utilizado este cable siempre y cuando se le dote de una cubierta exterior especial y termoplástica según recomendación UNESA 3305C.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 105°C en sobrecargas, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido, el radio de curvatura de los cables no será inferior a 10 veces la suma del diámetro exterior del cable unipolar (D) y el del conductor (d), es decir $R_{curvatura} \geq 10 \times (D+d)$, ni los esfuerzos de tracción superar los 5 kg/mm² aplicados directamente al conductor (no a los revestimientos) cuando sean de cobre, y de 2,5 kg/mm² en el caso de aluminio. Asimismo, la temperatura del cable durante esta operación debe ser superior a los 0°C y la velocidad de tendido no exceder de 5 m/min.



3. CUADROS DE BAJA TENSION

3.1. GENERALIDADES

Se incluyen aquí todos los cuadros y paneles de protección, mando, control y distribución para una tensión nominal de 400 V y frecuencia 50/60 Hz.

Básicamente los cuadros estarán clasificados en Cuadros Generales y Cuadros Secundarios. Los primeros serán para montaje mural apoyados en el suelo con unas dimensiones de paneles mínimas de 1.800x800x400 mm y máximas de 2.100x1000x1000mm. Los segundos podrán ser para montaje empotrado o mural fijados a pared y con unas dimensiones mínimas de 1000x550x180 mm y máximas de 1.500x1000x200 mm.

Los cuadros se situarán en locales secos, no accesibles al personal externo y fácil acceso para el personal de servicio. Su fijación será segura y no admitirá movimiento alguno con respecto a ella. Cuando el techo, bajo el cual se sitúe el cuadro, no tenga resistencia al fuego, este se colocará a una distancia de 750 mm como mínimo del mismo. Los locales donde se sitúen los Cuadros Generales, de no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, sus cerramientos dispondrán de una resistencia al fuego RF-120 como mínimo, deberán cumplir con la ITC-BT-30 apartado 8, disponer de ventilación forzada que garantice una temperatura igual o inferior a 30°C y sus puertas de acceso siempre abrirán hacia fuera. Su altura de montaje permitirá la continuidad del rodapié existente de 400 mm.

Antes de su fabricación, la Empresa Instaladora (EI) entregará para ser aprobados por la Dirección Facultativa (DF), planos desarrollados para su construcción, donde quede reflejado las referencias exactas del material, su disposición y conexionado con señalizaciones dentro de la envolvente, constitución de los barrajes y separación entre barras de distinta fase así como de sus apoyos y rigidizadores cuando sean necesarios, dimensiones de paneles y totales del conjunto del cuadro, detalles de montaje en obra, etc.



Además de estos cuadros, podrán instalarse por quedar indicado en Mediciones, cajas de mando y protección local para un uso específico, cuyo contenido será el reflejado en esquemas de principio. En todos los casos, no quedará al alcance de personas ningún elemento metálico expuesto a tensión, debiendo estar impedido el accionamiento directo a dispositivos mediante tapas o puertas abatibles provistas de cerradura con llave que lo obstaculice; esta condición es extensiva a todos los cuadros.

La función de los cuadros de protección es la reflejada en el R.E.B.T., ITC-BT-17, ITC-BT22, ITC-BT23, ITC-BT24 e ITC-BT28, por tanto cumplirán sus exigencias, además de las normas UNE 20.460-4-43, UNE-20.460-4-473 aplicables a cada uno de sus componentes.

Todos los cuadros llevarán bolsillo portaplanos, portaetiquetas adhesivas y barra colectora para conductores de protección por puesta a tierra de masas, empleándose métodos de construcción que permitan ser certificados por el fabricante en sus características técnicas.

3.2. COMPONENTES

3.2.1. Envolventes

Serán metálicas para Cuadros Generales, y aislantes o metálicas para Cuadros Secundarios según se especifique en Mediciones.

Las envolventes metálicas destinadas a Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT) de la instalación, estarán constituidos por paneles adosados provistos de puertas plenas delanteras abatibles o módulos de chapa ciega desmontables que dejen únicamente accesibles en ambos casos los mandos de los interruptores, y traseras desmontables. Los paneles estarán contruidos mediante un bastidor soporte enlazable, revestido con tapas y puertas en chapa electrocincada (con zinc) con tratamiento anticorrosivo mediante polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, grado de protección IP 307 o superiores en Salas de Máquinas o al exterior. Serán conforme a normas UNEEN60.439-1-3, UNE 20.451, UNE 20.324, e IK07 según UNE-EN 50.102.



Las puertas delanteras irán troqueladas para dejar paso a los mandos manuales de interruptores, que a su vez irán fijados al bastidor del panel mediante herrajes apropiados al conjunto. Toda la mecanización de las envolventes deberá ser realizada con anterioridad al tratamiento de protección y pintura. La tornillería utilizada para los ensamblados será cadmiada o zincada con arandelas planas y estriadas.

Tanto las puertas traseras como las delanteras cuando las lleven, dispondrán de junta de neopreno que amortigüe las vibraciones.

El cuadro en su conjunto, una vez terminado y con las puertas cerradas, solo podrá dejar acceso directo a los mandos de interruptores por su parte frontal, quedando a la vista únicamente los mandos, aparatos de medida, manivelas de las puertas, señalizaciones, rótulos, etiqueteros y esquemas sinópticos.

Todos los paneles dispondrán de una borna para conexión del conductor de protección por puesta a tierra.

El acceso al cuadro será únicamente por su parte frontal, debiendo su diseño y montaje permitir la sustitución de la aparamenta averiada sin que sea necesario el desmontaje de otros elementos no implicados en la incidencia.

Estas envolventes una vez fijadas a la bancada y paredes, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Todas las envolventes descritas anteriormente dispondrán de rejillas y filtro para polvo que favorezcan su ventilación, irán pintadas en color a elegir por la DF y llevarán cáncamos para elevación y transporte.

Las envolventes para Cuadros Secundarios (CS) serán para montaje mural o empotrado, metálicos o en material aislante según se indique en Mediciones. Todos ellos serán de doble puerta frontal, la primera transparente o ciega (según Mediciones) y bloqueada mediante cerradura con llave maestreada de seguridad, y la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos. El grado de protección será IP 415 para los empotrados, y de IP 307 para los murales.



3.2.2. Aparamenta

Se incluye en este apartado todos los dispositivos de protección cuyas características se definen en la norma UNE-20.460-4-43, seccionamiento, maniobra, mando, medida, señalización y control, fijado y conexionado dentro de las envolventes de los cuadros eléctricos.

La misión fundamental es proporcionar seguridad a las instalaciones (incluso la de los propios dispositivos) y a las personas, de donde nace la importancia del diseño y cálculo para su elección, que será siempre conforme a la norma UNE-20.460-4-473.

Esta aparamenta deberá ser dimensionada para soportar sin deterioro:

- La máxima intensidad solicitada por la carga instalada.
- La máxima intensidad de cortocircuito calculada para la instalación en el punto donde va montada, protegiendo con su disparo toda la instalación que deja sin servicio.

El tarado de protecciones de corto retardo (I_m), en el sistema de distribución TN-S, será igual o inferior a la corriente presunta de defecto (I_d) en el extremo del cable más alejado del disyuntor que le protege; debiéndose cumplir que el producto de la I_d por la suma de impedancias de los conductores de protección, hasta el punto Neutro, sea igual o inferior a 50 V; todo ello de conformidad con la IEC 364 y como cumplimiento de la ITC-BT-24 apartado 4.1.1. Esta condición no es de aplicación a las líneas protegidas en cabecera mediante Dispositivos de disparo Diferencial por corriente Residual (DDRs).

Las instalaciones situadas aguas abajo, hasta el siguiente escalón de protección, deberán soportar como mínimo la intensidad permanente de tarado en largo retardo (I_r) de las protecciones del disyuntor destinado a esa protección.

Las solicitaciones térmicas admisibles para las instalaciones situadas aguas abajo del disyuntor que las protege, deben ser mayores que la limitada por dicho disyuntor frente a un cortocircuito.



Todos los dispositivos de protección por máxima corriente serán de corte omnipolar, y cuando sean tetrapolares el polo neutro también llevará relé de sobreintensidad.

Cuando exista escalonamiento en las protecciones, se deberán mantener criterios de Selectividad Natural (amperimétrica, cromométrica o energética), o bien Selectividad Reforzada, conjugando poderes de limitación en los interruptores de cabecera con poderes de corte y sollicitaciones térmicas para el disparo de los situados inmediatamente más abajo. Para este método de cálculo y diseño se tendrán en cuenta las tablas proporcionadas por el fabricante de la aparamenta. En cualquier caso el diseño debe llevarnos al resultado de que, ante un defecto en la instalación, éste quede despejado únicamente por el escalón más cercano situado aguas arriba del defecto, sin ningún deterioro sensible de las instalaciones. (Protección total a los cortocircuitos)

Para la protección de personas contra contactos indirectos se dispondrá de disyuntores, Interruptores Diferenciales (ID) o Dispositivos de corriente Diferencial Residual (DDR), (su sensibilidad será la indicada en Mediciones) que complementará a la red de puesta a tierra de masas mediante conductor de protección (CP). Con este sistema de protección, podrá usarse indistintamente los Regímenes de Neutro TT o TNS.

No obstante, cuando se utilice el TN-S, la protección contra contactos indirectos de las líneas hasta el último escalón de protección, podrá estar realizada mediante los dispositivos de disparo de máxima intensidad en corto retardo que las protegen.

Los ID y DDR serán clase A, insensibles a las perturbaciones debidas a ondas de choque, siendo sensibles a corrientes alternas y continuas pulsantes. Los DDR irán asociados a un disyuntor con contactos auxiliares para la identificación remota de su estado Abierto o Cerrado.

De acuerdo con la ITC-BT-28 punto 2.1 se dispondrá, para los Servicios de Seguridad de Ascensores, Bomba de Incendio y Extractores de humos, un sistema de protección contra contactos indirectos sin corte al primer defecto, compuesto por transformadores de aislamiento desde los que alimentarán los



receptores. Se dispondrán controladores permanentes de aislamientos que al primer defecto emitan señales de aviso en las Salas de los Cuadros correspondientes y en el puesto de Control General.

Para un posible segundo defecto se dotarán las salidas con protecciones contra sobreintensidades, cortocircuitos y corrientes de fugas, cubriendo las posibilidades de TN o TT. Para evitar las capacidades de los conductores se deberán independizar los de protección en canalizaciones separada de los activos.

Cada cuadro dispondrán de protecciones contra sobretensiones, coordinadas aguas arriba, con las del C.G.B.T.

Todos los interruptores del C.G.B.T. y los dispositivos generales de protección diferencial de los Cuadros Secundarios dispondrán de contactos de defecto para el Sistema de Control general del Edificio.

3.2.3. Embarrados y Cableados

En los cuadros CGBT las conexiones entre interruptores y disyuntores con intensidades iguales o superiores a 250 A, se realizarán mediante pletina de cobre con cubierta termorretráctil en colores normalizados fijada a la estructura del cuadro con aisladores o rigidizadores de barraje. Tanto los soportes, como dimensión y disposición de pletinas, formarán un conjunto capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos ante un cortocircuito calculado para ellos en cada caso, de no quedar especificado en otros documentos del Proyecto. El conexionado entre pletinas, y entre ellas y la aparamenta se realizará con tornillería hexagonal de rosca métrica, dispuesta de arandelas planas y estriadas; todo en acero cadmiado. La sección de las pletinas permitirá, al menos, el paso de la intensidad nominal de los interruptores que alimentan, sin calentamientos.

La barra de Neutros será única en todo el recorrido dentro de los Cuadros Generales de Baja Tensión, no existiendo interrupción de la misma incluso en el caso de barrajes separados para diferentes transformadores de potencia, vayan o no acoplados en paralelo.



Cuando la barra de cualquiera de las fases esté formada por varias pletinas iguales separadas entre sí para su ventilación, el módulo resistente de la sección total será la suma de los módulos resistentes de cada una de las pletinas que formen dicha barra.

Por lo general, el embarrado (tres fases y neutro) irá instalado en la parte superior del cuadro, estableciéndose una derivación vertical del mismo, por panel, para la distribución a disyuntores. En la parte inferior del cuadro, en toda la longitud, dispondrá de una barra (pletina de cobre) colectora de todas las derivaciones de la línea principal de tierra. Esta barra estará unida a la puesta a tierra de protección en B.T. del edificio, y a ella también irán unidas cada una de las estructuras metálicas de paneles que constituyen el cuadro. El color de la barra colectora será amarillo-verde.

Los cableados se realizarán para interruptores y disyuntores inferiores a 250 A. Siempre serán con cable flexible RZ1-K-0,6/1 kV (AS) provisto de terminales de presión adecuados a la conexión. Su canalización dentro del cuadro será por canaletas con tapas de PVC y una rigidez dieléctrica de 240 kV/cm. Los cables irán señalizados con los colores normalizados y otros signos de identificación con los esquemas definitivos. La conexión de los cables a las pletinas se realizará con el mínimo recorrido, usando siempre terminales redondos, tornillos, arandelas planas y estriadas en acero cadmiado, siendo la sección del cable la máxima admisible por el borne de conexión del disyuntor. En los cuadros CS se permitirá el uso de peines de distribución, debiendo cumplir las características que para este caso determina el fabricante.

Todas las salidas de disyuntores destinadas a alimentar receptores con consumos iguales o inferiores a 32 A estarán cableados hasta un regletero de bornas de salida en el interior del cuadro. Cada borna estará identificada con su disyuntor correspondiente.

Los conductores de enlace entre los disyuntores y las bornas del cuadro seguirán siendo del tipo RZ1-K-0,6/1 kV (AS), con la sección adecuada a la intensidad nominal del disyuntor que la protege.



3.2.4. Elementos accesorios

Se consideran elementos accesorios en los cuadros:

- Canaletas, no propagadoras de la llama.
- Rótulos.
- Etiqueteros.
- Señalizaciones.
- Herrajes y fijaciones.
- Bornas.
- Retoques de pintura.

En general, son todos los elementos que, sin ser mencionados en Mediciones, se consideran incluidos en la valoración de otros más significativos y que, además, son imprescindibles para dejar los cuadros perfectamente acabados y ajustados a la función que han de cumplir.

Todos los cuadros dispondrán de una placa del Instalador Autorizado con su número, en donde figure la fecha de su fabricación, intensidad máxima, poder de corte admisible en kA y tensión de servicio.

4. CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

4.1. GENERALIDADES

Los cables que este apartado comprende, se refiere a aquellos destinados fundamentalmente al transporte de energía eléctrica para tensiones nominales de hasta 1.000 V. Todos ellos no propagadores del incendio y llama, baja emisión de humos, reducida toxicidad y cero halógenos. Podrán ser en cobre o en aluminio. Denominación (AS) en general y (AS+) para Servicios de Seguridad.

La naturaleza del conductor quedará determinada por Al cuando sea en aluminio, y por Cu cuando sea en cobre.

Por su tensión nominal los cables serán 450/750 V con tensión de ensayo 2.500 V, o 0,6/1 kV con tensión de ensayo a 3.500 V, cumpliendo estos últimos con las especificaciones de la Norma UNE-HD603.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo cuando se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto. Se distinguirán por los colores normalizados: fases en Marrón, Negro y Gris; neutro en Azul, y cable de protección Amarillo-Verde. Una vez establecido el color para cada una de las fases, deberá mantenerse para todas las instalaciones eléctricas de la edificación. Cuando por cualquier causa los cables utilizados no dispongan de este código de colores, deberán ser señalizados en todas sus conexiones con el color que le corresponde. Todos los cables deberán ser dimensionados para:

- Admitir las cargas instaladas sin sobrecalentamientos, salvo para Transformadores y Grupos Electrógenos que serán para sus potencias nominales.
- Resistir las sollicitaciones térmicas frente a cortocircuitos, limitadas por los sistemas de protección diseñados y sin menoscabo de la selectividad en el disparo.
- Que las caídas de tensión a plena carga, cuando se parte de un Centro de Transformación propio (ITC-BT-19), deben ser iguales o inferiores al 4,5% en alumbrado y del 6,5% en fuerza, consideradas desde las bornas de baja del transformador hasta el punto más alejado de la instalación. Estas caídas hasta los Cuadros Secundarios de zona, deberán ser calculadas teniendo en cuenta las resistencias y reactancias de los conductores a 60°C y 50Hz.

Las intensidades admisibles por los cables se calcularán de conformidad con el R.E.B.T., ITC-BT-07 e ITC-BT-19. En ningún caso se instalarán secciones inferiores a las indicadas en Proyecto, ni a 1,5mm².



4.2. TIPO DE CABLES Y SU INSTALACIÓN

4.2.1. Cables 450/750 V (PVC) para instalación en tubos y canales

Serán para instalación bajo tubo o canales de protección y cumplirán con las Normas UNE 21.031, 20.427, 20.432-1-3, 21.172, 21.174 y 21.147, referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego y niveles de toxicidad.

Su utilización será para circuitos de distribución a puntos de luz, tomas de corriente hasta de 40 A y conductores de protección aislados. Todos ellos serán en cobre.

En los cuadros y cajas de registro metálicas, los conductores se introducirán a través de boquillas protectoras.

Las conexiones entre conductores se realizarán siempre con regletas o bornas aisladas externamente, de tal forma que una vez conexionadas, no queden partes conductoras accesibles. Estas conexiones siempre se realizarán en cajas de registro o derivación; nunca en el interior de las canalizaciones (tubos o canales).

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-19, tablas y Norma UNE-20.460-94/5-523.

De conformidad con la UNE 21.145, para la clase de aislamiento (160°C) de estos cables (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos) la fórmula aplicable de calentamiento adiabático a un cable en cobre de este tipo de aislamiento será:
 $I_{cc2xt} = 13225 \times S^2$.



4.2.2. Cables RZ1-0,6/1 kV (AS) para instalación al aire

En este punto también se incluyen los cables con aislamiento en Etileno-Propileno (EPR), instalación al aire según ITC-BT-07 apartado 3.1.4 del R.E.B.T. Serán para instalación en bandejas y cumplirán con las Normas UNE 21.123, 21.147, 21.432, 21.145, 21.174, 21.172, 20.432 e IEE 383-74 referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego, no propagación del incendio, total ausencia de halógenos, temperatura de servicio 90° C y de cortocircuitos de corta duración 250° C.

Su utilización será para interconexiones en Baja Tensión, entre CT y CGBT, entre GE y CGBT, entre CGBT y CSs. Podrán ser en cobre o aluminio, según se indique en Mediciones y Planos del Proyecto.

Su forma de instalación será la indicada en el apartado “Bandejas” del capítulo de Canalizaciones.

Los cables se instalarán de una sola tirada entre cuadros de interconexión, no admitiéndose empalmes ni derivaciones intermedias.

Cuando en un circuito se necesite utilizar más de un cable por polo, todos ellos serán de las mismas características, sección, naturaleza del conductor, trazado y longitud.

En sus extremos, y con el fin de que las conexiones queden sin tensiones mecánicas, los cables se fijarán a los bastidores de los cuadros mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6, estabilizada para intemperie, color negro, tensadas y cortadas con herramienta apropiada.

En los cambios de plano o dirección, el radio de curvatura del cable no deberá ser inferior a 10 veces el diámetro del mismo.

Las conexiones de los conductores se realizarán mediante terminales a presión apropiados a la sección, debiendo ser bimetálicos en los de aluminio.



Los terminales se acoplarán a los extremos de los cables de tal manera que no queden partes del conductor fuera del manguito de conexión, fijándose por prensado mediante compactado hexaédrico con máquina hidráulica. Todos los terminales se encintarán con el color correspondiente a su fase o neutro, cubriéndose todo el manguito de conexión más 30 mm del cable.

Las ranuras en cuadros, para acceso de cables, se protegerán con burletes de neopreno que impidan el contacto directo de los cables con los bordes.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 11 (aluminio) y 12 (cobre), así como factores de corrección según tablas 13,14 y 15 del R.E.B.T.

De conformidad con la UNE 21.145 para la clase de aislamiento (250° C) de estos cables, (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos), la fórmula aplicable de calentamiento adiabático será $I_{cc2xt} = 20473 \times S^2$ para conductor de cobre, e $I_{cc2xt} = 8927 \times S^2$ para el aluminio.

4.2.3. Cables RV 0,6 / 1 kV (XLPE) para instalación enterrada

En este punto también se incluyen los cables con aislamiento en Etileno-Propileno (EPR), instalación enterrada según ITC-BT-07 apartado 3.1.2 del R.E.B.T.

Serán para instalación directamente enterrada o en tubo. Cumplirá con las Normas UNE 21.123 y 20.432-1 referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego, temperatura de servicio 90° C y de cortocircuito de corta duración 250° C.

Los cables se enterrarán a una profundidad de mínima de 60 cm en general y de 80 cm bajo calzadas. Cuando vayan directamente enterrados, la zanja se abrirá a 85 cm de profundidad y 60 cm de ancho. Sobre el terreno firme del fondo, se colocará un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables. Sobre ellos se colocará una nueva capa del mismo material que la cama, con unos 20 cm de espesor. Posteriormente se rellenará la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que denuncien la



presencia de los cables en futuras excavaciones. Como señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos una cinta o banda de polietileno de color amarillo en donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según Norma UNE 48.103.

Cuando por una misma zanja se instalen más de un cable tetrapolar o terna de unipolares la distancia entre ellos debe ser de 8 cm.

En los cruces de calles y badenes se procederá a entubar los cables como medida de protección, no debiendo ser la longitud entubada más de 20 m. Si esta longitud fuera superior, deben aplicarse los factores de corrección correspondientes para cables entubados y calcular la carga máxima en amperios que los cables pueden admitir sin sobrecalentamiento en estas condiciones.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 4 (aluminio) y 5 (cobre), así como factores de corrección según tablas 6, 7, 8, 9 y apartados 3.1.2 y 3.1.3 del R.E.B.T.

Cuando la instalación sea en tubo enterrado, la zanja y sistemas de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150×150 cm separadas como máximo 30 m. Las arquetas, una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento. La intensidad admisible para cables en esta forma de instalación deberá ser calculada teniendo en cuenta un 0,7 por ir en tubos múltiples, más un 0,9 adicional (total $0,7 \times 0,9 = 0,63$) para compensar el posible desequilibrio de la intensidad entre cables cuando se utilicen varios por fase. Siempre partiendo de que los cables vayan enterrados a 60 cm como mínimo de la superficie del terreno y que la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de los cables agrupados sea igual o superior a 2.

Una variante a la instalación en tubo enterrado calificada como más aconsejable, la constituye el empleo de atarjeas con tapas registrables, en donde los cables clasificados en ternas se fijan a soportes formados por perfiles metálicos normalizados recibidos a las paredes, garantizando en ellas la ventilación por los extremos.



En el tendido de cables mediante sistemas mecánicos de tracción y rodadura, se dispondrá de un dinamómetro y sistema calibrado de protección por ruptura, que interrumpa la tracción al superarse los esfuerzos máximos de 5 kg/mm² de sección del conductor de cobre, o de 2,5 kg en el caso de aluminio. La velocidad de tendido no debe exceder de 5 m/min.

Para estos cables también rigen las prescripciones del apartado de Cables RZ1-0,6/1 kV de este capítulo.

4.2.4. Cables resistentes al fuego denominación (AS+) para instalación al aire.

La característica particular es la de su comportamiento ante el fuego, debiendo cumplir el ensayo especificado en las Normas UNE 20.431 y UNE-EN 50.200. El resto de características serán las indicadas en el apartado de Cables RZ1 0,6/1kV de este capítulo.

Se utilizarán para los Servicios de Seguridad desde el Grupo Electrógeno hasta cada uno de los receptores utilizados.

5. CANALIZACIONES

5.1. GENERALIDADES

Se incluyen en este apartado todas las canalizaciones destinadas a alojar, proteger y canalizar conductores eléctricos. También se incluyen, al formar parte de ellas, las cajas y armarios prefabricados de paso y derivación, metálicos, de baquelita o materiales sintéticos aislantes, para tensiones nominales inferiores a 1000V. Las canalizaciones aceptadas para estos usos entrarán en la siguiente clasificación:

- Bandejas metálicas.
- Bandejas en material de PVC rígido, no propagadores de la llama.
- Canales protectores metálicos.



- Canales protectores en material PVC rígido, no propagadores de la llama.
- Tubos metálicos.
- Tubos en material PVC curvable en caliente, no propagadores de llama.
- Tubos en material PVC flexible no propagadores de la llama.
- Tubos especiales.

Las bandejas metálicas y de PVC pueden ser continuas o perforadas. Las metálicas, a su vez, de escalera o de varillas de sección circular. Todas ellas serán sin tapa para diferenciarlas de las canales, siendo su montaje sobre soportes fijados a paredes y techos.

Las canales metálicas pueden ser para montaje empotrado en suelo o mural adosadas a paredes y techos. También podrán ser instaladas sobre soportes fijados a paredes y techos a semejanza de las bandejas.

Las canales en PVC serán todas para montaje mural.

Antes del montaje en obra de las bandejas y canales, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, planos de planta donde se refleje exclusivamente el trazado a doble línea con dimensiones reales de bandeja y canales, las líneas que conducen por cada tramo, sus ascendentes en Montantes, así como detalles de soportes y fijaciones a paredes y techos disposición de los conductores en ellas con sus ataduras etc. En estos planos también irán representados todos los cuadros, con su identificación correspondiente, entre los que bandejas y canales sirven de canalizaciones para los cables de líneas de interconexión entre ellos.

Los tubos rígidos, sean metálicos o de PVC, se utilizarán para instalaciones adosadas (fijadas a paredes y techos) que vayan vistas.

Los tubos de PVC flexible se utilizarán para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos.



Dentro de los tubos especiales, todos ellos para instalación vista, se incluyen los de acero flexible, acero flexible con recubrimiento de PVC, los flexibles en PVC con espiral de refuerzo interior en PVC rígido y flexibles en poliamida, por lo general destinados a instalaciones móviles para conexión a receptores.

En el montaje de los tubos se tendrá en cuenta la instrucción ITC-BT-21 del R.E.B.T., teniendo presente el número de conductores a canalizar por tubo en función de la sección del conductor y el diámetro exterior del tubo.

			3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
B		Conductores aislados en tubos ¹⁾ en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
B2		Cables multiconductores en tubos ¹⁾ en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ¹⁾			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
E		Cables multiconductores al aire libre ²⁾ Distancia a la pared no inferior a 0.3D ⁵⁾				3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾					3x PVC			3x XLPE o EPR ¹⁾			
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁵⁾							3x PVC ¹⁾		3x XLPE o EPR		
		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35	77	86	96	104	110	119	131	144	154	166	206
		50	94	103	117	125	133	145	159	175	188	200	250
		70			149	160	171	188	202	224	244	261	321
		95			180	194	207	230	245	271	296	309	391
		120			208	225	240	267	284	314	348	355	455
		150			256	260	278	310	338	363	404	425	525
		185			268	297	317	354	386	415	464	491	601
		240			315	350	374	419	455	490	552	571	711
		300			360	404	423	484	524	565	640	671	821

- 1) A partir de 25 mm² de sección.
- 2) Incluyendo canales para instalaciones -canaletas- y conductos de sección no circular.
- 3) O en bandeja no perforada.
- 4) O en bandeja perforada.
- 5) D es el diámetro del cable.

Para casos planteados en obra y no solucionados en esta tabla, el diámetro de tubería necesario para un cable tetrapolar más un unipolar, o bien cinco unipolares rígidos, puede calcularse mediante la expresión Diámetro Tubo = 10 x S^{1/2}, siendo S la sección comercial del conductor hasta 95 mm² como máximo.



5.2. MATERIALES

5.2.1. Bandejas

Quedarán identificadas porque irán instaladas sin tapa y los conductores se canalizarán en una sola capa, considerando que una capa está formada por el diámetro de un cable tetrapolar o de cuatro unipolares de un mismo circuito trifásico agrupados.

En las bandejas los cables irán ordenados por circuitos y separados entre ellos una distancia igual al diámetro del cable tetrapolar o terna de unipolares que lo forman.

Cuando el circuito exija más de un conductor unipolar por fase, se formarán tantas ternas como número de cables tengan por fase, quedando cada una de ellas separadas de las otras colindantes un diámetro de las mismas. Los cables así ordenados y sin cruces entre ellos, quedarán fijados a las bandejas mediante ataduras realizadas con bridas, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. Esta fijación se hará cada dos metros.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todas las bandejas, sean del tipo que fueren, serán perforadas para facilitar la refrigeración de los cables. Las bandejas metálicas serán galvanizadas en caliente (UNE 27-501/88 y 37-508/88) en acero inoxidable o zincadas, disponiendo todos los soportes del mismo tratamiento, piezas, componentes, accesorios y tornillería necesarios y utilizados en su montaje. Cuando en la mecanización se deteriore el tratamiento, las zonas afectadas deberán someterse a un galvanizado en frío. No se admitirán soportes ni elementos de montaje distintos de los previstos para ello por el fabricante de la bandeja, salvo que la utilización de otros sea justificada con los cálculos que el caso requiera. La utilización de uno u otro soporte será en función del paramento a que se haya de amarrar y de las facilidades que deben proporcionar para echar los cables en ella sin deterioro sensible de su aislamiento funcional.



Las bandejas metálicas se suministrarán montadas con todos los soportes, uniones, curvas, derivaciones, etc, (normalmente no relacionados tácitamente en Mediciones) necesarios para su correcto montaje, llevando un cable desnudo en cobre de 16 mm² para la tierra en todo su recorrido.

El trazado en obra será en función de la geometría del edificio, siguiendo el recorrido de galerías de servicio, pasillos con falsos techos registrables o con acceso fácil a través de registros previstos a tal efecto. En los patinillos de ascendentes eléctricas, las bandejas se fijarán sobre perfiles distanciadores que las separen de la pared 40 mm como mínimo.

Para dimensionado de soportes, distancia entre ellos y sección de bandejas, se tendrá en cuenta el número, tipo, diámetro y peso de cables a llevar para adaptarse al cálculo facilitado por el fabricante, teniendo presente, además, el agrupamiento de cables indicado anteriormente. No se admitirán distancias entre soportes mayores de 1.500 mm. El espesor de la chapa de la bandeja será de 1,5 mm y las varillas tendrán un diámetro de 4,5-5 mm.

Para las bandejas metálicas, en el montaje, se establecerán cortes en su continuidad cada 15 metros que eviten la transmisión térmica. Esta interrupción no afectará a su conductor de puesta a tierra. En recorridos horizontales la separación entre uno y otro tramo será de 5 cm, y en recorridos verticales de 15 cm coincidiendo con los pasos de forjados. Asimismo se realizará este tipo de cortes en los pasos de uno a otro sector de incendios, siendo la separación entre tramos de 10 cm. La bandeja en todos los casos dispondrá de soportes en todos los extremos.

Cuando los soportes metálicos de las bandejas (también metálicas) estén en contacto con herrajes cuyas puestas a tierra tienen que ser independientes (Centro de Transformación y CGBT), se interrumpirá su continuidad con un corte de 15 cm entre los soportes conectados a una u otra puesta a tierra. En este caso también se interrumpirá el conductor de equipotencialidad de la bandeja.

Las bandejas de PVC rígido serán para temperaturas de servicio de -20°C a +60°C, clasificación M1 según UNE 23.727-90, no propagadoras de incendio según UNE 20.432-85 y no inflamables según UNE 53.315-86. Su rigidez



dieléctrica será como mínimo de 240 kV/cm según UNE 21.316-74. Sus dimensiones, pesos y carga corresponderán con la siguiente tabla, siempre que los soportes no estén separados entre sí más de 1.500 mm y con flecha longitudinal inferior al 1 % a 40°C.

Alto x ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
60x200	2,7	1,810	22,5
60x300	3,2	2,770	33,7
60x400	3,7	3,700	45,6
100x300	3,7	3,690	57,3
100x400	4,2	4,880	77,3
100x500	4,7	6,350	96,6
100x600	4,7	7,230	116,5

Para el trazado, suministro y montaje de estas bandejas regirán los mismos criterios establecidos anteriormente para las metálicas.

En galerías donde las bandejas con cables eléctricos compartan espacios con otras instalaciones, especialmente tuberías de agua, se instalarán siempre por encima de ellas permitiendo al propio tiempo el acceso a sus cables, bien para ser sustituidos, bien para ampliación de los mismos. En estas galerías con cables eléctricos, no está permitido el paso de tuberías de gas (ITC-BT-07 apartado 2.1.3.1).

5.2.2. Canales protectores

Quedarán identificadas por ser cerradas de sección rectangular debiendo cumplir con la ITC-BT-21 y UNE-EN 50.085-1. Pueden ser de sección cerrada o con tapa. Por lo general las primeras serán metálicas para instalación empotrada en el suelo; las segundas serán en PVC o metálicas para montaje mural, pudiendo ser a su vez continuas o ventiladas.



Todas las canales dispondrán de hecho, o tendrán posibilidad, de tabiques divisores que permitan canalizar por ellas cables destinados a diferentes usos y tensiones de servicio.

No se admitirán como canales de PVC rígido, aquellas que disponiendo de sección rectangular y tapa, sus tabiques laterales dispongan de ranuras verticales para salidas de cables. Estas se identificarán como "canaletas" y su uso quedará restringido a cableados en cuadros eléctricos.

Las canales eléctricas para empotrar en suelo serán en chapa de acero de 1,5 mm de espesor galvanizados en caliente (UNE-27.501/88 y 37.508/88) y su resistencia mecánica, así como su montaje estarán condicionados al tipo y acabados de suelos. Las cajas de registro, derivación y tomas de corriente o salidas de cables, serán específicas para este tipo de instalación, siendo siempre en fundición de aluminio o chapa de hierro galvanizado de 1,5 mm de espesor. Estas canales serán de 200x35 mm con uno o varios tabiques separadores.

Las canales metálicas para superficie o montaje mural podrán ser de aluminio, en chapa de hierro pintada o en acero inoxidable, según se especifique en Mediciones. Dispondrán de elementos auxiliares en su interior para fijar y clasificar los cables. Dentro de estas canales cabe diferenciar a las destinadas a albergar tomas de corriente, dispositivos de intercomunicación y usos especiales (encimeras de laboratorio, cabeceros de cama, boxes, etc) que serán en aluminio pintado en color a elegir por la DF, fijados a pared con tapa frontal troquelable y dimensiones suficientes para instalar empotrados en ellas los mecanismos propios de uso a que se destinan.

Las canales de PVC rígido cumplirán las mismas normas indicadas para las bandejas, siendo sus dimensiones, espesores, pesos y cargas los reflejados en la siguiente tabla, para soportes no separados más de 1.500 mm y con una flecha longitudinal inferior al 1% a 40°C:



Alto x Ancho	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
50x75	2,2	1,180	6,7
60x100	2,5	1,190	10,8
60x150	2,7	2,310	16,6
60x200	2,7	2,840	22,5
60x300	3,2	4,270	33,7
60x400	3,7	5,970	45,6

Para el trazado, suministro y montaje, además de lo indicado para bandejas, se tendrá presente el uso a que van destinadas, quedando condicionadas a ello su altura, fijación, soportes, acabado, color, etc. Su instalación será realizada conforme a la UNE-20.460-5-52 e instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

5.2.3. Tubos para instalaciones eléctricas

Quedan encuadrados para este uso, los siguientes tubos cuyas características se definen en cada caso, cumpliendo todos ellos con la ITC-BT-21 del R.E.B.T:

- Tubos en acero galvanizado con protección interior.
- Tubos en PVC rígidos.
- Tubos en PVC corrugados.
- Tubos en PVC corrugados reforzados.
- Tubos en PVC corrugados reforzados para canalización enterrada.

Los tubos de acero serán del tipo construidos en fleje laminado en frío, recocido o caliente con bajo contenido de carbono, cumpliendo con las normas EN-60.423 y UNE-50.086-1 apartados 10.3, 12.1 y 14.2. El recubrimiento exterior será mediante galvanizado electrolítico en frío, y el interior mediante pintura anticorrosiva, salvo que en casos especiales se indiquen otros tipos de tratamiento en algún documento del Proyecto. Podrán ser para uniones roscadas o para enchufar siendo sus diámetros y espesores de pared en mm en cada caso, los siguientes:



TUBOS DE ACERO DE UNIONES ROSCADAS								
Diámetro referencia	-	16	20	25	32	40	50	63
Diámetro exterior (mm)	-	16	20	25	32	40	50	63
Espesor pared (mm)	-	1,25	1,25	1,35	1,35	1,55	1,52	2,00

TUBOS DE ACERO DE UNIONES CON ENCHUFE								
Diámetro referencia	-	16	20	25	32	40	50	63
Diámetro exterior (mm)	-	16	20	25	32	40	50	63
Espesor pared (mm)	-	1,05	1,05	1,05	1,25	1,25	1,55	1,55

La utilización de uno u otro tipo de tubo quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

No se utilizarán otros accesorios de acoplamiento que no sean los del propio fabricante. Las curvas hasta 50 mm podrán ser realizadas en obra mediante máquina curvadora en frío, nunca con otros medios que deterioren el tratamiento exterior e interior del tubo. Cuando el tubo sea roscado, las uniones realizadas en obra deberán ser protegidas con un tratamiento sustitutorio del original deteriorado por las nuevas roscas.

Los tubos de PVC rígido serán fabricados a partir de resinas de policloruro de polivinilo en alto grado de pureza y gran resistencia a la corrosión, cumpliendo con las normas EN-60.423, UNE-50086-1 y 50086-2-1, así como la UNE-20.432 (no propagador de la llama). Podrán ser para uniones roscadas o enchufables, curvables en caliente, siendo sus diámetros y espesores de pared en mm los siguientes:



TUBOS DE PVC RÍGIDO								
Diámetro referencia	-	16	20	25	32	40	50	63
Diámetro exterior (mm)	-	16	20	25	32	40	50	63
Espesor pared (mm)	-	2,25	2,30	2,55	2,85	3,05	3,6	5

Para la fijación de estos tubos así como para los de acero, se utilizarán en todos los casos abrazaderas adecuadas al diámetro del tubo, cadmiadas o zincadas para clavo o tornillo. La distancia entre abrazaderas no será superior a 500 mm. Además, deberán colocarse siempre abrazaderas de fijación en los siguientes puntos:

- A una distancia máxima de 250 mm de una caja o cuadro.
- Antes y después de una curva a 100 mm como máximo.
- Antes y después de una junta de dilatación a 250 mm como máximo.

Cuando el tubo sea del tipo enchufable, se hará coincidir la abrazadera con el manguito, utilizando para ello una abrazadera superior a la necesaria para el tubo.

Los tubos corrugados en PVC, serán para instalación empotrada únicamente.

Como los anteriores, serán conforme a la UNE 20.432 (no propagadores de la llama), con dimensiones según UNE 50.086-2-3 y UNE-60.423, siendo su resistencia al impacto de un julio.

Los tubos corrugados reforzados en PVC, serán para instalación empotrada u oculta por falsos techos. Cumplirán con las mismas normas de los anteriores, siendo la resistencia al impacto de dos julios.

La fijación de los tubos corrugados por encima de falsos techos se realizará mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6 y taco especial, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. La distancia entre fijaciones sucesivas no será superior a 1000 mm.



El uso de uno u otro tubo para su montaje empotrado u oculto por falsos techos, quedará determinado en otro Documento del Proyecto.

Los tubos para canalizaciones eléctricas enterradas, destinadas a urbanizaciones, telefonías y alumbrado exterior, serán en PVC del tipo corrugado construido según UNE 50.086-2-4 con una resistencia a la compresión de 250 N.

Siendo sus diámetros en mm los siguientes:

Diámetro referencia	50	65	80	100	125	160	200
Diámetro exterior (mm)	50	65,5	81	101	125	148	182
Diámetro interior (mm)	43,9	58	71,5	91	115	148	182

Los tubos especiales se utilizarán, por lo general, para la conexión de maquinaria en movimiento y dispondrán de conectores apropiados al tipo de tubo para su conexión a canales y cajas.

Para la instalación de tubos destinados a alojar conductores se tendrán en cuenta, además de las ITC-BT-19, ITC-BT-20 y la ITC-BT-21, la Norma UNE-20.460-5-523 y las siguientes prescripciones:

- Los tubos se cortarán para su acoplamiento entre sí o a cajas debiéndose reparar sus bordes para eliminar rebabas.
- Los tubos metálicos se unirán a los cuadros eléctricos y cajas de derivación o paso, mediante tuerca y contratuerca.
- La separación entre cajas de registro no será superior a 8 m en los casos de tramos con no más de tres curvas, y de 12 m en tramos rectos.
- El replanteo de tubos para su instalación vista u oculta por falsos techos, se realizará con criterios de alineamiento respecto a los elementos de la construcción, siguiendo paralelismos y agrupándolos con fijaciones comunes en los casos de varios tubos con el mismo recorrido.



- En tuberías empotradas se evitarán las rozas horizontales de recorridos superiores a 1,5 m. Para estos casos la tubería deberá instalarse horizontalmente por encima de falsos techos (sin empotrar) enlazándose con las cajas de registro, que quedarán por debajo de los falsos techos, y desde ellas, en vertical y empotrado, se instalará el tubo.
- No se utilizarán como cajas de registro ni de paso, las destinadas a alojar mecanismos, salvo que las dimensiones de las mismas hayan sido escogidas especialmente para este fin.
- Las canalizaciones vistas quedarán rígidamente unidas a sus cajas mediante acoplamientos diseñados apropiadamente por el fabricante de los registros.

La fijación de las cajas serán independientes de las de canalizaciones.

- El enlace entre tuberías empotradas y sus cajas de registro, derivación o mecanismo, deberá quedar enrasada la tubería con la cara interior de la caja y la unión ajustada para impedir que pase material de fijación a su interior.
- Los empalmes entre tramos de tuberías se realizarán mediante manguitos roscados o enchufables en las de acero, PVC rígido o PVC liso reforzado. En las de PVC corrugado, se realizará utilizando un manguito de tubería de diámetro superior con una longitud de 20 cm atado mediante bridas de cremallera. En todos los casos los extremos de las dos tuberías, en su enlace, quedarán a tope.
- Los tubos serán en todo caso libres de halógenos.

5.2.4. Cajas de registro, empalme y mecanismos

Podrán ser de plástico, metálicas o de metal plastificado, de forma circular o rectangular, para tensión de servicio a 1.000 V. La utilización de unas u otras estará en función del tipo de instalación (vista o empotrada) y tubería utilizada.



Las dimensiones serán las adecuadas al número y diámetro de las tuberías a registrar, debiendo disponer para ellas de entradas o huellas de fácil ruptura. La profundidad mínima será de 30 mm.

Las cajas de mecanismos para empotrar, serán del tipo universal enlazables, cuadradas de 64x64 mm para fijación de mecanismos mediante tornillos.

Las cajas metálicas dispondrán de un tratamiento específico contra la corrosión. Todas las cajas, excepto las de mecanismos, serán con tapa fijada siempre por tornillos protegidos contra la corrosión.

Cuando las cajas vayan empotradas, quedarán enrasadas con los paramentos una vez terminados, para lo cual se tendrá un especial cuidado en aquellos que su acabado sea alicatado.

Todas las tapas de los registros y cajas de conexión, deberán quedar accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

La situación de registros se realizará de conformidad con la DF, siempre con el fin de que queden accesibles y al propio tiempo lo más ocultos posibles.

6. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

6.1. GENERALIDADES

Las características de estas instalaciones cumplirán como regla general con lo indicado en la Norma UNE-20.460-3, y las ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITCBT- 22, ITC-BT-23, ITC-BT-24, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, siendo las intensidades máximas admisibles por los conductores empleados las indicadas en la Norma UNE-20.460-5-523 y su anexo Nacional. Asimismo, las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3% para la instalación de alumbrado y del 5% para las de fuerza desde la Caja General de B.T. hasta el punto más alejado de la instalación para el caso de una acometida en Baja Tensión. Cuando las instalaciones se alimenten directamente en Alta Tensión mediante un Centro de Transformación propio, se considerará que las instalaciones interiores de Baja Tensión tiene su origen en las bornas de salida



en B.T. de los transformadores, en cuyo caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4.5% para alumbrado y del 6.5% para fuerza, partiendo de una tensión de 420 V entre fases (243 entre fase y neutro) como tensiones en B.T. de vacío de los transformadores.

Estas instalaciones, definidas en la ITC-BT-12 del R.E.B.T. como de “ENLACE”, cuando partan de un Centro de Transformación propio constarán de los apartados que a continuación se describen.

6.2. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)

Enlazará las bornas de B.T. del transformador con los interruptores de protección en B.T. del mismo, situados generalmente en el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT).

Su cálculo y diseño se realizará para transportar la potencia nominal del transformador al cuadro CGBT y CGD.

6.3. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT)

Está destinado a alojar los dispositivos de protección contra sobreintensidades, sobretensiones y cortocircuitos de las líneas de llegada procedentes del transformador que lo alimenta, así como de los correspondientes a las líneas de salida alimentadoras de Cuadros Secundarios de zona (CSs), diseñados para las instalaciones interiores según el documento de planos de este proyecto, que contienen además protecciones contra contactos indirectos, selectivos con los dispuestos en las propias salidas a receptores de los citados CSs.

6.4. LÍNEAS DE DERIVACIÓN DE LA GENERAL (LDG) E INDIVIDUALES (LDI)

Las LDG y LDI enlazarán el cuadro CGD con los CS.

Su cálculo y diseño se realizará conforme a las potencias instaladas y simultáneas relacionadas en otros documentos de este proyecto.



Cuando estas líneas discurren verticalmente, se alojarán en el interior de una canaladura o patinillo de obra de fábrica cuyas paredes deben ser RF-120, siendo de uso exclusivo para este fin y estableciéndose sellados cortafuegos que taponarán las ranuras de forjados cada tres plantas como mínimo. Las tapas o puertas que den acceso a las canaladuras o patinillos serán RF-60.

6.5. CUADROS SECUNDARIOS (CSs)

Los Cuadros Secundarios de zonas están destinados a alojar los sistemas de protección contra sobreintensidades, sobretensiones, cortocircuitos y contactos indirectos para todos los circuitos alimentadores de la instalación de utilización, como son puntos de luz y la maquinaria de la fábrica. El diseño y características técnicas de cuadros CS cumplirán con lo indicado en el apartado CUADROS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

6.6. INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN

Este apartado comprende el montaje de canalizaciones, conductores y mecanismos para la realización de puntos de luz a partir de los cuadros de protección.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, esta instalación utilizará únicamente conductores con aislamiento nominal 0.6/1 kV protegidos bajo canalizaciones empotradas o fijadas a paredes y techos.

Cuando las canalizaciones vayan empotradas el tubo a utilizar podrá ser PVC corrugado de 32mm como máximo. En instalación oculta por falsos techos, el tubo será PVC corrugado reforzado fijado mediante bridas de cremallera en poliamida 6.6 con taco especial para esta fijación.

En instalaciones vistas, el tubo a utilizar será de acero o PVC rígido enchufable, curvable en caliente, fijado mediante abrazadera, taco y tornillo.

Todas las cajas de registro y derivación quedarán instaladas por debajo de los falsos techos, y enrasadas con el paramento terminado cuando sean



empotrables. En el replanteo de canalizaciones se procurará que las cajas de registro y derivación se sitúen en pasillos, agrupadas todas las pertenecientes a las diferentes instalaciones de la zona (alumbrado, fuerza, especiales, etc), registrándolas con una tapa común.

Los conductores en las cajas de registro y derivación, se conectarán mediante bornas, quedando holgados, recogidos y ordenados sin que sean un obstáculo a la tapa de cierre.

Tanto para las distribuciones de alumbrado como para las de fuerza, se instalará tubo independiente para canalizar los conductores de protección (amarillo-verdes) que seguirá el mismo trazado y compartirá las cajas de registro de su propia instalación.

Desde la caja de derivación hasta el punto de luz o toma de corriente, el conductor de protección podrá compartir canalización con los conductores activos. Para esta forma de instalación, y en cumplimiento de la ITC-BT-18 apartado 3.4, la sección mínima del conductor de protección deberá ser 2,5 mm². Esta forma de instalación no será válida para canalizaciones en tubo de acero y canales metálicos en donde los conductores de protección deberán compartir tubo o canal con los activos de su circuito.

El paso de conductores a las canalizaciones y su posterior conexionado, se realizará con las canalizaciones ya fijadas, tapadas las rozas y recibidas perfectamente todas las cajas de registro, derivación y de mecanismos.

Las instalaciones de distribución cumplirán con las instrucciones ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, en sus apartados correspondientes.

La situación de interruptores y tomas de corriente corresponderá con la reflejada en planos de planta, siendo la altura a la que deberán instalarse generalmente sobre el suelo acabado, de 100 cm para interruptores y de 25 cm para tomas de corriente.

Cuando el local por su utilización, disponga de muebles adosados a paredes con encimeras de trabajo, las tomas de corriente se instalarán a 120 cm del suelo terminado.



Se tendrá especial cuidado en la fijación y disposición de cajas de registro y mecanismos en locales con paredes acabadas en alicatados, a fin de que queden enrasadas con la plaqueta y perfectamente ajustadas en su contorno.

Las cajas de mecanismos a utilizar serán cuadradas del tipo universal, enlazables y con fijación para mecanismos con tornillo.

Los mecanismos de este apartado, cuando en planos se representen agrupados, su instalación será en cajas enlazadas, pudiendo formar o no conjunto con otras instalaciones (teléfonos, tomas informáticas, tomas TV, etc.).

Las instalaciones en cuartos de aseos con bañeras o platos de ducha, se realizarán conformes a la ITC-BT-27, no instalándose ningún elemento o mecanismo eléctrico en el volumen limitado por los planos horizontales suelo-techo y la superficie vertical engendrada por la línea que envuelve al plato de ducha o bañera a una distancia de 60 cm de los límites de ambos. Cuando el difusor de la ducha sea móvil y pueda desplazarse, esta distancia se ampliará hasta el valor de 150 cm en el radio de acción de dicho difusor, siempre y cuando no exista una barrera eléctricamente aislante fija que impida el desplazamiento del difusor fuera de la bañera o plato de ducha. Podrá instalarse un bloque de alimentación de afeitadoras especial e interruptores de tirador.

No se admitirá en ningún caso cables grapados directamente a paramentos, sea cual fuere su tensión nominal y su instalación vista u oculta. Para las distribuciones, los conductores siempre han de canalizarse en tubos o canales.

6.6.1. Distribución para alumbrado normal

Comprenderá el suministro, instalación y conexionado de canalizaciones, registros, conductores y mecanismos para todos los puntos de luz y tomas de corriente marcados en planos de planta.

En los puntos de luz relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario, estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de la zona, alimentan a los puntos de luz desde sus cajas de derivación.



En el caso de circuitos alimentadores a cuadros de protección en habitaciones, su medición figurará a parte de los puntos de luz.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimentará, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Las potencias serán las obtenidas de las lámparas de los aparatos de alumbrado previstos, teniendo en cuenta que para lámparas fluorescentes el cálculo se debe ajustar a la potencia de la lámpara multiplicada por 1,8.

Cuando en un local con varios puntos de luz, el encendido de ellos se realice con distintos interruptores, estos encendidos deberán quedar representados en planos de planta mediante una letra minúscula que identifique el interruptor con los puntos de luz que acciona.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser igual o inferior al 1,5 % de la tensión nominal, calculada para la potencia instalada.

Los interruptores de accionamiento local serán, como mínimo de 10 A y para tensión nominal de 250 V.

El número de lámparas fluorescentes accionadas por un solo interruptor de 10 A - 250 V no superará a ocho para lámparas de 36 W, cinco para 58 W y doce para 18 W cuando la compensación del factor de potencia esté realizada con condensador instalado en paralelo.

La sección de los conductores activos será de 1,5 mm² para todos los casos, salvo que la necesidad de utilizar otra sección superior quede justificada. Aun así, siempre la protección de estos conductores se realizará con disyuntores de 10 A de intensidad nominal instalados en los cuadros del primer escalón de protección.

7. REDES DE TIERRAS

7.1. GENERALIDADES

El objeto de la puesta a tierra de partes metálicas (no activas) accesibles y conductoras, es la de limitar su accidental puesta en tensión con respecto a tierra por fallo de los aislamientos. Con esta puesta a tierra, la tensión de defecto V_d generará una corriente I_d de defecto que deberá hacer disparar los sistemas de protección cuando la V_d pueda llegar a ser peligrosa.

Esta medida de protección va encaminada a limitar la tensión de contacto U_L a la que, a través de contactos indirectos, pudieran someterse las personas así como la máxima intensidad de contacto I_{mc} . Los límites deberán ser inferiores a los básicos que citan las normas VDE: $U_L < 65V$ e $I_{mc} < 50 mA$, lo que da como resistencia para el cuerpo humano entre mano (contacto accidental) y pie (contacto con el suelo) $R_m = 65/0,05 = 1.300 \Omega$.

El R.E.B.T. toma como límite $U_L < 50V$ (en vez de 65V) por tanto la intensidad de paso máxima por el cuerpo humano la deja limitada a $I_{mc} = 50/1.300 = 38,5 mA$; valor inferior al tomado como básico por las VDE.

La red de puesta a tierra debe garantizar que la resistencia total del circuito eléctrico cerrado por las redes y las puestas a tierra y neutro, bajo la tensión de defecto V_d , de lugar a una corriente I_d suficiente para hacer disparar a los dispositivos de protección diseñados en la instalación, en un tiempo igual o inferior a 0,05 segundos.

La protección de puesta a tierra deberá impedir la permanencia de una tensión de contacto U_L superior a 50 V en una pieza conductiva no activa (masa), expuesta al contacto directo de las personas. Cuando el local sea conductor, la tensión de contacto deberá ser inferior a 24 V.

Para que la intensidad de defecto I_d sea la mayor posible y pueda dar lugar al disparo de los sistemas de protección, la red de puesta a tierra no incluirá en serie las masas ni elementos metálicos resistivos distintos de los conductores en cobre destinados y proyectados para este fin. Siempre la conexión de las masas



y los elementos metálicos a la red de puesta a tierra se efectuarán por derivaciones desde ésta.

La red de conductores a emplear serán en cobre, por lo general aislados para tensión nominal de 450/750 V con tensión de prueba de 2.500 V, como mínimo, color

Amarillo-Verde. El cálculo de las secciones se realizará teniendo presente la máxima intensidad previsible de paso y el tiempo de respuesta de los interruptores de corte, para que sean capaces de soportar la sollicitación térmica sin deterioro de su aislamiento. Estos conductores podrán compartir canalizaciones con los conductores activos a cuyos circuitos pertenecen, o podrán ir por canalizaciones independientes siempre que vayan acompañándolas en el mismo trazado, compartiendo registros, y sus secciones con respecto a las de los conductores activos cumplan con la instrucción ITC-BT-18 apartado 3.4. del R.E.B.T., o bien correspondan con las necesarias en aplicación de la IEC 364 en el caso del sistema de distribución TN-S sin DDRs.

Las puestas a tierra, cumplirán con la ITC-BT-18, ITC-BT-24, ITC-BT-08 y normas UNE-21.022 y UNE-20.460-5-54 apartado 543.1.1. referente al cálculo de la sección de conductores utilizados a este fin.

7.2. REDES DE TIERRA INDEPENDIENTES

Para que una red de tierra se considere independiente de otras, además de no tener ninguna interconexión conductora entre ellas, su toma de tierra no debe alcanzar, respecto de un punto de referencia con potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por cualquiera de las otras tomas circule su máxima corriente de tierra prevista en un defecto de aislamientos.

La unión entre las redes de puesta a tierra y el electrodo de puesta a tierra se realizará a través de un puente de comprobación alojado en caja aislante 5 kV y a partir de él hasta el electrodo.

En un edificio con Centro de Transformación propio, deberán preverse las siguientes redes de tierra independientes y que a continuación se describen:



7.2.1. Red de Puesta a Tierra de Servicio

Dentro de esta red se incluyen otras redes que debiendo ser realizadas como independientes, quedarán enlazadas en puntos únicos y característicos de cada una de ellas, formando finalmente una única red de puesta a tierra. Estas redes independientes son:

1. Neutros de estrella en B.T. de transformadores de potencia. El número de ellas será el mismo que de transformadores de potencia.
2. Neutros de generadores de corriente alterna. Como las anteriores, serán tantas como generadores.
3. Autoválvulas, limitadores o descargadores para protección de líneas eléctricas contra sobretensiones de red o de origen atmosférico. Serán tantas como la disposición de los mismos en la instalación y su distanciamiento exijan.

Para la realización de todas ellas se tendrán presentes la instrucción MIE-RAT 13, ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-08. Una vez realizadas, se preverá su interconexión de la siguiente forma:

- Los neutros de transformadores quedarán unidos entre sí en la barra general de neutros del CGBT, a través del disyuntor de B.T. de cada uno de ellos.
- La de los generadores de corriente alterna lo harán de igual forma, cuando les corresponda suplir al suministro normal y acoplarse al CGBT para dar el suministro complementario.
- La de autoválvulas, limitadores o descargadores se enlazarán entre sí, quedando unida a la barra de neutros del CGBT a través de un puente de comprobación propio.



La resistencia de puesta a tierra individual para cada red independiente, no será en ningún caso superior a 10Ω .

7.2.2. Red de Puesta a Tierra de la Estructura del Edificio

Enlazará entre sí la estructura metálica y armaduras de muros y soportes de hormigón. El enlace se realizará con conductores de cobre desnudo, enterrado a una profundidad de 80 cm por debajo de la primera solera (sobre el terreno) transitable. El cable, tendido alrededor del edificio de manera horizontal, se pondrá a tierra mediante el empleo de picas unidas al cable con soldaduras aluminotérmicas. Este tipo de soldadura será también la que se utilizará en las conexiones entre cables para formar la red, en las derivaciones y propias conexiones a pilares o armaduras metálicas, así como enlaces con arquetas de conexión para puesta a tierra de las diferentes instalaciones.

La sección del cable será uniforme en todo su tendido, incluso en las diferentes derivaciones. Las picas para su puesta a tierra serán en acero cobrizado con una longitud de 1,5m. Se instalarán en todo el recorrido haciéndoles coincidir con los cambios de dirección, nudos y derivaciones, debiendo estar separadas una de otra 13,7m. En el hincado de las picas se cuidará no desprender, con los golpes, su cubierta de cobre.

Para las tomas de tierra de instalaciones se preverá una arqueta de obra civil por cada toma, debiendo ser sus dimensiones interiores 62×50 cm de planta y 25 cm de profundidad. Irá rematada con cerco en L-7 y tapa de hormigón con parrilla formada por redondos de 8 mm cada 10 cm, provista de asidero plegable para su registro.

Se deberán dejar previstas arquetas de puesta a tierra para las siguientes instalaciones: pararrayos del edificio, antenas de emisión o recepción, acometidas de agua y gas, tuberías de calefacción y calderas, depósitos metálicos enterrados, guías de aparatos elevadores, informática y barra de Protección en BT de los CGBT permitiendo con esta barra la unificación entre ambas redes.



El replanteo de arquetas y su ubicación, se realizará para conseguir que las líneas principales de enlace entre el puente de comprobación y entre el electrodo de p.a.t tengan el menor recorrido posible, realizándose todas mediante cables RV-0,6/1kV canalizado en tubo aislante.

7.2.3. Red de Puesta a Tierra de Protección Baja Tensión

Enlazará entre sí todas las partes metálicas de la instalación eléctrica de B.T., normalmente no sometidas a tensión que, accidentalmente por fallo en los aislamientos, pudieran entrar en tensión.

Una vez enlazadas mediante los conductores de protección, esta red se pondrá a tierra a través de las derivaciones de la línea principal (unificadas en la barra colectora de tierras del CGBT) y la propia línea principal que sirve de enlace entre la barra colectora y la toma de puesta a tierra intercalando el correspondiente puente de comprobación.

Asimismo y de conformidad con la Norma Tecnológica de la Construcción y la ITC-BT-26 apartado 3, se deberá enlazar esta red de Protección en Baja Tensión con la de Estructura, se deberá enlazar esta red de Protección en Baja Tensión con la de

Estructura, quedando unificadas así las masas de las siguientes instalaciones:

- Masas de la instalación de Baja Tensión.
- Instalaciones metálicas de fontanería, gas, calefacción, etc.
- Depósitos y calderas metálicas.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Todas las masas metálicas significativas del edificio.
- Red de puesta a tierra de masas correspondientes a equipos de Comunicaciones (antenas de TV, FM, telefonía, redes LAN, etc.) previa puesta a tierra de las mismas.
- Red de puesta a tierra de pararrayos de protección contra descargas eléctricas de origen atmosférico, previa puesta a tierra de los mismos.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a las instrucciones ITC-BT-18, ITC-BT-8 y el valor de la resistencia de puesta a tierra para el conjunto no superará los 10Ω .

8. LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES

8.1. GENERALIDADES

Se incluyen en este apartado las luminarias, portalámparas, equipo de encendido, lámparas de descarga y cableados, utilizados para iluminación de interiores y exteriores.

Los tipos de luminarias y lámparas a utilizar serán los indicados en otros documentos del Proyecto. Su elección, situación y reparto estarán condicionados a la clase de falsos techos, distribución y coordinación con otras instalaciones fijadas a los mismos, así como a conseguir los niveles de iluminación reflejados en Memoria.

Todos los aparatos de iluminación y sus componentes deberán cumplir en la fabricación y montaje, las siguientes condiciones generales:

1. Las partes metálicas sometidas normalmente a tensiones superiores a 24V durante su funcionamiento, no podrán quedar expuestas a contactos directos fortuitos.
2. Cuando en su montaje dejen accesibles partes metálicas no sometidas normalmente a tensión, dispondrán de una borna que garantice la puesta a tierra de todas esas partes. Esta borna no quedará expuesta directamente a la vista.
3. Deberán contar con aberturas suficientes para permitir una ventilación correcta de los elementos generadores de calor e impida que se superen las temperaturas máximas admisibles para su funcionamiento. Estas aberturas quedarán ocultas y no dejarán que el flujo luminoso se escape por ellas.



4. Los elementos de fijación o ensamblaje de componentes quedarán ocultos, bien por no estar expuestos a la vista, bien por quedar integrados (no destaquen) y pintados en el mismo color.
5. Cuando sean para interiores, su construcción será tal, que una vez montados, no existan partes de ellos con temperaturas superiores a 80°C en contacto con elementos constructivos u otras instalaciones del edificio. Aun con mayor motivo, cuando estos elementos sean combustibles.
6. El cableado interior será con conductores en cobre, designación H07Z1-R aislamiento 450/750 V salvo luminarias de alumbrado exterior y casos especiales de temperaturas altas), siendo su sección mínima de 1,5 mm², separado su trazado de la influencia de los elementos generadores de calor.
7. Deberán exhibir, marcadas de forma indeleble, las características eléctricas de alimentación, así como la potencia de lámparas a utilizar.
8. Cuando sean del tipo integrado con el sistema de climatización, se hará constar en Planos y Mediciones, indicando si son para retorno, impulsión o para ambas funciones.
9. No permitirán que a través de ellos, una vez instalados, se deje a la vista o se ilumine el espacio oculto por los falsos techos donde van fijados.
10. Tanto el cableado como los componentes auxiliares que no formen parte de la óptica e iluminación, no estarán expuestos a la vista, permitiendo fácilmente la sustitución de aquellos que sean fungibles en su funcionamiento normal.

Asimismo cumplirán con las instrucciones ITC-BT-44, ITC-BT-09, ITC-BT-28, ITC-BT-24 del REBT y con las siguientes normas UNE- EN:

- 61.549: Lámparas diversas.
- 61.199, 61.195, 60.901: Lámparas tubulares de Fluorescencia.
- 60.188, 62.035: Lámparas de Vapor de Mercurio.



- 60.192: Lámparas de Vapor de Sodio Baja Presión.
- 60.662: Lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión.
- 61.167 y 61.228: Lámparas de Halogenuros Metálicos.
- 60.115, 61.048, 61.049, 60.922, 60.923, 60.926, 60.927 y 60.928: Cebadores, condensadores y arrancadores para fluorescencia.
- 60.061-2, 60.238 y 60.360: Casquillos y Portalámparas.
- 60.400: Portalámparas y Portacebadores para fluorescencia.
- 60.238: Portalámparas rosca Edison.
- 60.928 y 929: Balastos Transistorizados.
- 60.598, 60.634, 60.570 y 21.031: Luminarias.

En cuanto a compatibilidad Electromagnética tendrán que cumplir con las Normas UNE-EN siguientes:

- 55.015: Perturbaciones radioeléctricas.
- 60.555. P2: Perturbaciones por corrientes armónicas.
- 61.000.3.2: Perturbaciones límites en redes.
- 61.547: Requisitos de inmunidad.

8.2. TIPOS DE LUMINARIAS

8.2.1. Luminarias fluorescentes de interior

Podrán ser para lámparas lineales de arranque por cebador o rápido, con Ø 26 ó 16 mm, o bien para lámparas compactas. Todas con equipos (uno por lámpara) en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. En las de 26 y 16 mm, los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.



Las luminarias para lámparas compactas podrán ser cónico-circulares o cuadradas. Tanto éstas como las de lámparas de 26 y 16 mm, podrán ser para montaje empotrado en falsos techos o de superficie para montaje adosado a techos. Cuando vayan empotradas su construcción se ajustará al tipo de techo donde vayan instaladas.

Todas las luminarias de empotrar no cónico-circulares, dispondrán de cerco y componente óptico separados. El cerco será siempre en T de aluminio anodizado o pintado y se instalará antes que la luminaria, debiendo ser siempre en una sola pieza o sus uniones suficientemente ajustadas como para que así resulte. La fijación de luminarias se realizará suspendida de forjados mediante varilla roscada en acero galvanizado de 3 mm con piezas en fleje de acero para su tensado.

8.2.2. Regletas industriales y luminarias herméticas para interior

Serán para una o dos lámparas de arranque por cebador o rápido, con equipos en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. Los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las regletas serán fabricadas en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada, estable a los rayos ultravioleta con polvo de poliuretano polimerizado en horno. Su anclaje será en chapa galvanizada y tornillos cadmiados para fijación a techo. Podrán llevar reflectores en color blanco del tipo simétrico o asimétrico.

Las luminarias herméticas serán construidas en poliéster preimpregnado y reforzado con fibra de vidrio resistente a golpes y corrosiones, protegidas contra chorro de agua y polvo, grado IP-65. El difusor será en policarbonato prismático de gran transparencia, resistencia y alto grado de rendimiento lumínico, unido a la luminaria mediante junta de neopreno y pestillos a presión que garanticen su grado de estanqueidad. Los equipos y portalámparas irán fijados al reflector que será en chapa de acero esmaltada en blanco. Dispondrá de entradas semitroqueladas para paso de las canalizaciones rígidas de distribución y



alimentación eléctrica. Serán para instalar adosadas a techos o suspendidas mediante accesorios.

8.3. COMPONENTES PARA LUMINARIAS

Los componentes Pasivos: casquillos, portalámparas, portacebadores, etc., deberán cumplir con las normas indicadas para ellos en el apartado de “*Generalidades*” de este capítulo.

Los componentes Activos: reactancias, transformadores, arrancadores, condensadores, lámparas, etc., deberán ser escogidos bajo criterios establecidos por la Asociación Europea de Fabricantes de Luminarias (CELMA), sobre todo por el Índice de Eficacia Energética (EEI) y el Factor de Luminosidad de Balasto (BLF).

8.3.1. Lámparas fluorescentes

Dentro de las diferentes gamas de lámparas, las que se instalen deberán cumplir los requisitos de iluminación en cuanto a luxes de manera que iluminen de forma suficiente las estancias según las tablas normalizadas de luxes que ha de tener el espacio en función de su uso.

8.3.2. Lámparas fluorescentes compactas

Serán del tipo "para balasto convencional independiente", utilizándose para las luminarias cuadradas las de longitudes largas (225 a 535 mm), y las de longitudes cortas (118 a 193 mm) del tipo sencillo o doble, para luminarias cónico-circulares.

Pamplona, 11 de Enero de 2017

Fdo: Andrés Aramendia Alfaro



ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



ÍNDICE

MEMORIA INFORMATIVA

1. INTRODUCCION	133
1.1. Objeto del proyecto	133
1.2. Agentes.....	133
1.3. Datos de Obra	134
2. RECURSO PREVENTIVO.....	136
2.1. Asignación.	137
Según la Ley 54/2003 se consideran recursos preventivos aquellos a los que el contratista podrá asignar si lo considera la presencia de:	137
2.2. Competencias y Objetivos de los recursos preventivos.....	137
2.3. Cumplimiento del RD 171/2004.....	138
2.4. Sanciones e Infracciones	138
3. REQUERIMIENTO DE PRESENCIA EN OBRA DE RECURSO PREVENTIVO.....	139
4. VIGILANCIA Y CONTROL DEL RECURSO PREVENTIVO	140
5. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.....	141
5.1. Actuación ante interferencias	141
5.2. Conducciones existentes: medidas preventivas	142
6. OFICIOS INVOLUCRADOS.....	144
7. MAQUINARIA	145
8. CLIMATOLOGIA	145
9. NUMERO DE TRABAJADORES.....	146
1. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS POR FASES	149
1.1. RIESGOS GENERALES	149
1.2. IMPLANTACIÓN Y TRABAJOS PREVIOS.....	150
1.3. CIRCULACIÓN DE MAQUINARIA Y CORTES TEMPORALES DE CIRCULACIÓN EN VÍAS PÚBLICAS.....	151
1.4. ANDAMIOS	153
1.5. MOVIMIENTO DE TIERRAS	154
1.6. CONDUCCIONES ENTERRADAS.....	157
1.7. CIMENTACIÓN	158
1.8. HORMIGONADO	161
1.9. ESTRUCTURA	162
1.10. CUBIERTAS.....	163
1.11. INSTALACIÓN ELECTRICA.....	165



1.12.	LIMPIEZA DE OBRAS	166
2.	RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA	167
2.1.	DEMOLICIONES	167
2.2.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	168
2.3.	HORMIGONADO	171
2.4.	ELEVACIÓN	172
2.5.	TRANSPORTE	178
2.6.	HERRAMIENTAS.....	179
3.	RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN MEDIOS AUXILIARES	181
3.1.	ANDAMIOS TUBULARES	181
3.2.	ESCALERAS DE MANO	183
3.3.	PASARELAS Y RAMPAS	184
4.	RIESGOS EN LOS TRABAJOS EN PRESENCIA DE LÍNEAS ELÉCTRICAS ENTERRADAS Y MEDIDAS PREVENTIVAS	184
5.	RIESGOS A TERCEROS.....	187
6.	INSTALACIONES PROVISIONALES DE SALUBRIDAD	189
6.1.	DESCRIPCIÓN.....	189
6.2.	VESTUARIOS	190
7.	PROTECCIONES COLECTIVAS	190
7.1.	BARANDILLAS	190
7.2.	LIONAS Y MALLAS.....	191
7.3.	REDES	191
7.4.	VALLADO Y DELIMITACION.....	192
8.	SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO DE OCUPACION DE LA VIA PÚBLICA.....	193
9.	PLAN DE EMERGENCIA	195
9.1.	ACCIDENTES LEVES.....	195
9.2.	ACTUACIÓN ANDE ACCIDENTE.....	195
9.3.	EVACUACIÓN DEL ACCIDENTADO	195
9.4.	PRIMEROS AUXILIOS.....	196



Estudio de Seguridad y Salud

MEMORIA INFORMATIVA



1. INTRODUCCION

1.1. Objeto del proyecto

El objeto a desarrollar es el “*Estudio de Seguridad y Salud*”. La puesta de un responsable de Seguridad será fundamental en la correcta marcha de la obra ya que aparte de ejercer las labores corrientes para el desarrollo de esta, deberá dar su conformidad respecto a los Planes de Obra y de Seguridad y Salud realizada por los responsables de cada lote.

Este Estudio de Seguridad y Salud tienen como objetivo describir los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o cuya utilización puede preverse; identificación de los riesgos laborales que pueden ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello.

Estudia los riesgos laborales que no podrían eliminarse mediante lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas para controlar y reducir los riesgos.

Se incluirá la descripción de los servicios sanitarios y comunes de los que deberá estar previsto el centro de trabajo, en función de los trabajadores que vayan a utilizarlo.

1.2. Agentes

Promotor

El promotor del presente proyecto es Don José Javier Crespo Ganuza, docente en la Universidad Pública de Navarra y tutor del proyecto a realizar.

Proyectista

El redactor y responsable del proyecto es Andrés Aramendia Alfaro, actual estudiante del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, en la Universidad Pública de Navarra.



Autor del Estudio de Seguridad y Salud

El autor del Estudio de Seguridad y Salud es Andrés Aramendia Alfaro, actual estudiante del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, en la Universidad Pública de Navarra.

1.3. Datos de Obra

-Situación: Parcelas 1645/1636 entre las calles Cataluña y Tajonar.

-Localidad: Pamplona, Navarra

Topografía y accesos

Las parcelas 1645/1636 (de ahora en adelante se tratará la parcela como una única) se sitúan en Pamplona, Navarra, entre las calles Cataluña y Tajonar. El terreno, actualmente edificado, no presenta inclinación alguna, debido a la obra que se realizó para levantar la edificación que actualmente se sitúa en él.

El acceso a la parcela se produce por sus lados noreste y noroeste, adyacentes a las calles Cataluña y Tajonar respectivamente, permitiendo tanto el acceso a pie, como el acceso para carga y descarga.

Durante la ejecución de la obra se tendrá en cuenta tanto el acceso de la maquinaria como el de los trabajadores, el acceso peatonal. También se tendrá en cuenta la carga y descarga de los camiones y la señalización para ello.

La señalización se adecuará al ritmo de ejecución de las obras en cuanto a los lugares dispuestos para paso de peatones, regulación de entrada y salida de vehículos, carteles indicadores de obligaciones, prohibiciones, peligros etc.

Para la descarga de los materiales de los camiones se dispondrá una zona protegida mediante vallado y con un operario pendiente de ello. Este vallado deberá ser al menos de 2 metros de altura, formado por placas de acero galvanizado plegado, formando una malla electro soldada sustentada por pies derechos formados por perfiles laminados.

Además, en obra se deberá disponer de cierto personal específico, que mediante señalización adecuada y elementos de comunicación, agilicen las maniobras



necesarias de los vehículos que deban cargar y descargar, para que entorpezcan lo menos posible la fluidez del tráfico y su normal funcionamiento.

Se tendrá en cuenta por parte del Jefe de Obra el flujo de retirada a vertedero de escombros y tierras necesarios a fin de que no haya coincidencia en el tiempo de diferentes camiones.

Todas estas medidas, en su estricto cumplimiento, minimizarán las posibles afecciones de peatones y de vehículos, además de los accesos a la obra y sus necesidades de aprovisionamiento y evacuación.

La obra permanecerá cerrada mientras se permanezca fuera del horario laboral y se deberá colocar señalización que indique:

- La prohibición de aparcar en la entrada de vehículos.
- Prohibida la entrada peatonal por la zona de vehículos.
- Prohibida la entrada a toda persona ajena a la obra
- La realización de una obra
- La obligatoriedad de utilización de casco y demás elementos de seguridad para la obra

Características de la obra

Las infraestructuras con las que debe contar la instalación son:

-Red de Fecales

A la red de aguas fecales municipal ha de realizarse una canalización que transcurra bajo la instalación, a la cual se pueda acceder mediante una arqueta situada en la parcela.

-Red de abastecimiento de aguas

Se deberá realizar la canalización para dotar la instalación de agua. No se prevén depósitos de regulación. Los contadores se ubicarán en armarios exteriores.



-Energía eléctrica

El abastecimiento eléctrico de la instalación es el tema principal de dicho proyecto. Se realizará mediante una acometida desde el punto de conexión que facilita Iberdrola, empresa responsable suministradora de la zona en la que se sitúa la edificación de este proyecto. Se acometerá a MT 13.2Kv, tensión que posteriormente será transformada a 380V en el Centro de Transformación que se ha implementado.

2. RECURSO PREVENTIVO

Obedeciendo la Ley 54/2003, será preceptiva la presencia de recursos preventivos cuando:

-Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo. La presencia de recursos preventivos de cada contratista será necesario cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales, tal y como se definen en el real decreto 1627/97.

Hay que tener en cuenta que en obras de construcción es frecuente la coexistencia de contratistas y subcontratistas, que de forma sucesiva o simultánea constituyen un riesgo especial por interferencia de actividades, por lo que la presencia de los Recursos preventivos sería en tales casos preceptiva.

-Cuando se realicen procesos o actividades consideradas como peligrosas (o con riesgos especiales):

Cabe destacar las obras de construcción a las que se refiere el Real Decreto 1627/97, será necesario cuando se desarrollen trabajos que supongan riesgos especiales que por otro lado ya han sido definidos con carácter no exhaustivo en el anexo II del RD 1627/97, en los que se incluye:



- a) Trabajos con riesgo grave de sepultarse, de hundimiento o caído desde gran altura.
- b) Obras de excavación de túneles, pozos y demás trabajos que supongan movimiento de tierras subterráneos.
- c) Trabajos que requieran el montaje/desmontaje de elementos prefabricados pesados.

-Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por Inspección de Trabajo y Seguridad, si así se requiere debido a las condiciones de trabajo.

2.1. Asignación.

Según la Ley 54/2003 se consideran recursos preventivos aquellos a los que el contratista podrá asignar si lo considera la presencia de:

- Uno o más trabajadores designados de la empresa.
- Uno o varios miembros del servicio de la empresa.
- Uno o varios miembros de los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa.

Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser los suficientes para vigilar el cumplimiento de actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que requiera su presencia.

2.2. Competencias y Objetivos de los recursos preventivos.

El objetivo principal de estos recursos, fijado por la Ley 54/2003, es el de *“Vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y comprobar su eficacia, debiendo permanecer a pie de obra para la efectividad de su objetivo”*.



Como “*Vigilancia del cumplimiento de las medidas incluidas en el Plan*” se entenderá:

- a) Las medidas preventivas y normas incluidas en todos los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares a utilizar.
- b) Vigilar y controlar los Equipos de Protección, debido a los riesgos laborales evaluados en todas las fases de obra, máquinas, mantenimiento, etc...
- c) Todas las medidas y protecciones que ayuden a controlar y reducir los riesgos.

2.3. Cumplimiento del RD 171/2004

En cumplimiento de lo estipulado, existirá un Delegado de Prevención en las empresas adjudicatarias, en plantilla y adscrito al Servicio de Prevención Propio, que coordina las acciones referentes en materia de prevención, que tiene la debida cualificación formativa profesional, con las competencias establecidas en el mismo convenio.

Se establecen reuniones de la Comisión de Prevención de la obra, con una periodicidad mínima mensual. Dicha comisión está compuesta por el Jefe de Obra, el Encargado de Obra, el Delegado de Prevención y un representante de cada empresa subcontratista.

Para lograr la máxima formalidad y representación en dichas reuniones, el Servicio de Prevención Propio participa través del Delegado de Prevención de empresa, que aporta, al mismo tiempo, total independencia ante la Autoridad Laboral y ante la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

2.4. Sanciones e Infracciones

Se considerará infracción muy grave en materia de prevención de riesgos laborales la falta de presencia de recursos preventivos cuando ello sea acatado de manera obligatoria o el incumplimiento de las obligaciones que derivan de su presencia cuando se trate de actividades consideradas como peligrosas o de riesgo especial.



3. REQUERIMIENTO DE PRESENCIA EN OBRA DE RECURSO PREVENTIVO

Para la obra a la que se refiere este Plan de Seguridad y Salud, la presencia del Recurso Preventivo en obra será obligatoria durante la ejecución de:

- Trabajos en recintos confinados.
- Trabajos en alturas o verticales (con el uso de cuerdas).
- Implantación de obra y trabajos previos, cuando pueda existir riesgo de caída en altura, electrocución y/o peligro de sepultarse.
- Replanteo cuando exista riesgo de caída en altura y/o sepultura.
- Montaje, mantenimiento y desmontaje de andamios y protecciones colectivas cuando exista riesgo de caída de altura y/o sepultura, como por ejemplo:

- a) Barandillas
- b) Redes (horizontales y verticales)
- c) Líneas de vida
- d) Demolición de muros o tabiques
- e) Demolición de escaleras
- f) Movimiento de tierras si existe peligro de caída y/o sepultura.
- g) Cimentación por zapatas y zanjas, cuando pueda existir riesgo de caída y/o sepultura.
- h) Ejecución de pilares o muros de hormigón, forjados de cualquier tipo, estructuras metálicas y paneles de hormigón prefabricados
- i) Trabajos en cubierta plana con peligro de caída en altura.
- j) Ejecución de cerramiento de fachada
- k) Limpieza de fachada
- l) Trabajos de impermeabilización si existe riesgo de caída de altura y/o sepultura, así como la colocación de aislamientos que tengan este mismo riesgo
- m) Montaje de cerrajerías y carpinterías exteriores.
- n) Utilización de maquinaria de movimiento de tierras.



- o) Utilización de maquinaria de transporte
- p) Utilización de maquinaria de pavimentación
- q) Montaje, mantenimiento y desmontaje de aparatos elevadores de obra (como las grúas)
- r) Utilización de grúas.
- s) Trabajos en presencia de líneas eléctricas enterradas (AT, MT y BT)

4. VIGILANCIA Y CONTROL DEL RECURSO PREVENTIVO

Se deberá vigilar durante la ejecución de las fases de obra señaladas que:

- Los trabajos ejecutados están contemplados en este adjunto del proyecto, el Estudio de Seguridad y Salud.
- Se cumplen las medidas preventivas y normas incluidas en este adjunto, en los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares.
- Todos los trabajadores utilizan de forma correcta los Equipos de Protección, tanto individual como colectiva, y que estos se encuentran en estado óptimo.
- Los distintos participantes o empresas involucradas en la obra llevan a cabo su actividad de manera coordinada.

Cuando se observen incumplimientos en materia preventiva de carácter leve o que pueden solucionarse en el momento, se indicará de forma precisa como hacerlo.

Se comunicará al Jefe de Obra el incumplimiento por:

- Ausencia, insuficiencia o mala adecuación de las medidas de protección.
- Desempeño de tareas de forma peligrosa.
- Conflicto de actividades entre distintos participantes o empresas.
- Falta de disciplina por falta de los trabajadores.



El Jefe de Obra deberá tomar las medidas necesarias para la corrección de los incumplimientos, llegando a detener la actividad si fuese necesario, hasta que se corrija el problema.

El Servicio de Prevención colaborará con el Jefe de Obra en la resolución de estos incumplimientos.

5. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

5.1. Actuación ante interferencias

Las interferencias con cualquier conducción de toda índole puede ser causa de accidentes, por lo que se considera de suma importancia detectar su existencia y localización exacta con el fin de poder valorar y delimitar claramente los diversos riesgos. Se los posibles planos de las instalaciones a las compañías suministradoras correspondientes previamente al comienzo de cualquier trabajo a realizar.

En caso de que se localicen conducciones enterradas se deberá proceder de las siguientes maneras:

- a) El Encargado de Obra identificará el tipo de conducción de que se trata (agua, gas, eléctrica...). Si hay duda, se paralizarán los trabajos y se avisará al Jefe de Obra.
- b) Si se localizan conducciones eléctricas se contactará inmediatamente con la compañía suministradora. Se deberá pedir a la compañía cuál es la potencia de la línea, para saber la distancia mínima de seguridad. Para ello se deberá cumplir lo descrito por RD 614/2001 de 8 de Junio, sobreprotección de Trabajadores frente a Riesgo Eléctrico.
- c) En caso de encontrar conducciones de agua se pondrá el máximo cuidado durante el proceso de excavación a fin de evitar roturas.
- d) Si se localizan conducciones de gas se continuarán los trabajos de excavación exclusivamente a mano, protegiendo la tubería si se considerase necesario.



- e) Prohibición de la utilización de maquinaria en las proximidades de conducciones de gas, así como el uso de aparatos electrónicos capaces de provocar ignición de cualquier forma posible.
- f) Queda prohibido fumar y/o utilizar encendedores o cualquier tipo de llama en las cercanías de una conducción de gas.
- g) En caso de rotura de cualquier conducción, se paralizarán los trabajos y la principal prioridad será su reparación, quedando los trabajos paralizados hasta que se subsane el problema.
- h) Si se produce una rotura en una conducción de gas se paralizarán los trabajos y se desalojara la zona, incluyendo viviendas y locales adyacentes a la obra. Seguidamente se avisará a los servicios de emergencia y a la policía.

5.2. Conducciones existentes: medidas preventivas

Electricidad

Si se encuentran líneas eléctricas enterradas, hay que estudiar la posibilidad de dejar la línea sin tensión. Se debe procurar el no tener cables al descubierto sobre los que puedan pasar sobre ellos maquinaria y vehículos. Se debe señalar de forma que indique el riesgo que supone.

Si se conoce con total exactitud la posición del cable, está recubierto con arena, protegido mediante ladrillo y señalado con una cinta que indique su tensión, se podrá excavar usando maquinaria hasta una cercanía de 0,5 m de la conducción, salvo que se niegue la Compañía.

Una vez desenterrada la línea se procederá a descargarla (quitarle la tensión, todo tipo de alimentación), comprobar la ausencia de tensión, realizar su puesta a tierra y asegurar la protección frente a contactos con superficies cercanas en tensión. Todo ello debidamente indicado.

En caso de que la línea eléctrica sea aérea, ha de solicitarse por escrito su modificación por parte de la Compañía, su descargo de tensión, y su desvío o elevación. En otro caso, se deberán dejar unas medidas de seguridad mínimas desde el punto más próximo que tenga tensión hasta el trabajador, herramienta,



vehículo o maquinaria. Estas distancias deberán aumentarse ante efectos térmicos (dilatación que provoca el alargamiento de los cables), viento y demás influencias climáticas que puedan balancear los conductores. Estas distancias son de 3 metros para tensiones de 66 Kv o menos, y de 5 metros para tensiones mayores. Se debe señalar a una distancia de entre 50 y 100 metros a cada lado de la línea mediante pórticos de señalización.

En caso de accidente por contacto directo con la línea de una máquina que está siendo usada por un operario, se le ha de advertir al resto de los operarios de no tocar la máquina, y al operario que se encuentra en el interior de ella, ha de advertirle de que baje la parte que contacta con la línea, y en caso de peligro de incendio, que baje de máquina saltando lo más lejos posible de ella, sin tocar parte alguna de ella (para no actuar como puente a la corriente entre el conductor y la tierra).

Gas

Mediante los planos constructivos de esta, se localiza la tubería, al igual que el resto de servicios que pueda haber enterrados. Se señalará debidamente. Se hablará de las condiciones de realización de obras próximas a instalaciones de gas con la compañía Gas Natural.

Según la profundidad de la canalización se actuará de diversas formas:

- Si la canalización está a menos de 1 metro de profundidad, se comenzará la excavación a mano hasta llegar a la superficie de la tubería.
- Si la canalización está a más de 1 metro de profundidad, se podrá comenzar la excavación utilizando maquinaria, hasta alcanzar la profundidad de un metro, a partir de la cual se procederá con lo descrito anteriormente.

No se sacarán a la luz tramos de tubería mayores a 15 metros de longitud. Se protegerá toda la zona de obra con el fin de evitar el acceso de terceras personas ajenas a la obra para evitarles riesgos. Se prohíbe utilizar cualquier objeto que pueda provocar o realizar cualquier tipo de fuego o ignición.



Queda prohibida la utilización de calzado con herrajes metálicos (por la posible formación de chispas al entrar en contacto con otros elementos metálicos).

En caso de fuga de gas o incendio, se procederá a la retirada de todo personal a una distancia más lejana a la de seguridad que se haya marcado.

Agua

Una vez identificados, se procederá a la excavación manual siempre que entre la superficie de la canalización y la superficie topográfica sea menor a medio metro.

En caso de rotura, se comunicará a la Compañía y se detendrán los trabajos hasta que se hayan reparado los fallos en la instalación.

6. OFICIOS INVOLUCRADOS

- Maquinistas
- Ferrallería (para el posterior encoframiento)
- Soldadores
- Encofradores
- Montadores de estructuras
- Albañilería
- Montador de falso techo
- Aplicadores de aislamiento (térmico y sonoro)
- Cerrajería y carpintería metálica
- Montadores de vidrio
- Montadores de ascensor/montacargas
- Carpinteros
- Pintores
- Fontaneros
- Electricistas



7. MAQUINARIA

- Martillo neumático
- Excavadoras
- Camión de carga
- Hormigonera
- Grúa torre y autopulsada
- Camión grúa
- Dúmper
- Carretilla elevadora
- Cizalla mecánica
- Fresadora
- Soldadura

8. CLIMATOLOGIA

Primavera (marzo, abril y mayo)

Se alternan días templados con los fríos y cálidos. Las temperaturas medias oscilan en torno a los 14°C y 15°C. Las precipitaciones acumuladas oscilan en general entre 125 y 250 l/m².

Verano (junio, julio y agosto)

El clima es cálido y soleado. Las temperaturas máximas varían entre 28°C y 30°C, y la temperatura media se sitúa en torno a los 21°C. Las precipitaciones oscilan entre los 90 y los 125 l/m².

Otoño (septiembre, octubre y noviembre)

Las temperaturas bajan gradualmente conforme pasan los meses, siendo las temperaturas medias de los meses: 24°C, 18°C y 13°C, respectivamente. La precipitación acumulada varía entre 150 a 275 l/m².



Invierno (diciembre, enero y febrero)

Tiene temperaturas medias de 4°C en enero. La precipitación acumulada oscila en torno a los 125 y 300 l/m².

9. NUMERO DE TRABAJADORES

El número de trabajadores que se empleará en la obra no será mayor a cuarenta y dos, dividiéndose la jornada en dos turnos, con dieciséis de ellos en cada uno.



Estudio de Seguridad y Salud

MEMORIA DESCRIPTIVA



1. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS POR FASES

1.1. RIESGOS GENERALES

Descripción:	Medios auxiliares	Maquinaria
Se consideran riesgos generales los que afectan al trabajo por el hecho de encontrarse en una obra.		
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual
Caída por altura	Se repondrán las protecciones colectivas que por lo que sea se hubiesen retirado. Utilización de escaleras normalizadas.	Arneses anti caídas
Pisadas sobre objetos	Las zonas de paso deben estar libres de objetos y bien iluminadas.	Botas de seguridad
Caída de objetos en manipulación sobre operarios	No trabajar sobre cargas suspendidas	Casco de seguridad
Choques contra objetos inmóviles	Alumbrado de obra. Orden y limpieza en las vías de desplazamiento. Una vez realizado el trabajo, se deberán recoger todos los utensilios y residuos.	
Golpes o cortes con objetos/herramientas	Los elementos que puedan provocar cortes deberán ir con capuchones de presión	
Atropellos y atrapamiento por vuelco de máquinas	No se transitará junto a máquinas o vehículos. No permanecer en el radio de acción de la maquinaria.	
Daño ocular		Gafas protectoras
Atropello de vehículo	No rondar a pie junto a vehículos	Chaleco reflectante
Trabajos bajo condiciones húmedas o demás incidencias meteorológicas		Ropa adecuada



Contacto eléctrico	Mantener la distancia de seguridad a las líneas eléctrica. Puesta a tierra de carcasas metálicas.	
Sobreesfuerzos	Transporte manual correcto	Fajas y sistemas de ayuda muscular
Incendio	Se limpiará principalmente con detergentes, salvo necesidad de tener que utilizar desengrasantes a base de gasolina o derivados del petróleo. Prohibido fuma	
Ruido		Protectores auditivos

1.2. IMPLANTACIÓN Y TRABAJOS PREVIOS

Descripción:	Medios auxiliares	Maquinaria
Antes de realizar cualquier trabajo habrá que establecer el perímetro de obra, sus accesos y las distintas zonas		
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual
Caída por altura	Delimitar zonas de trabajo y señalarlas. Zonas de trabajo limpias de obstáculos.	Arneses anti caídas
Pisadas sobre objetos		Botas de seguridad
Condiciones climatológicas rigurosas		Traje de agua
Choques contra objetos inmóviles	Alumbrado de obra.	Botas de seguridad
Golpes o cortes con objetos/herramientas		Casco de seguridad. Guantes de seguridad.



Atropellos por vehículos	Prohibida la estancia de personal a pie en el radio de acción de la maquinaria. Aviso sonoro de marcha atrás, acompañado del aviso lumínico.	Chalecos reflectantes
Daño ocular		Gafas protectoras
Contacto eléctrico	Se revisarán herramientas, cables y conexiones. Prohibido cuando conexión sin las debidas clavijas macho-hembra. Las maquinas deberán tener toma a tierra conectada	
Sobreesfuerzos	Para elementos pesados se usarán medios mecánicos	Fajas y sistemas de ayuda muscular
Incendio	Extintores	Extintores
Inhalación de polvo		Mascarillas con filtro

1.3. CIRCULACIÓN DE MAQUINARIA Y CORTES TEMPORALES DE CIRCULACIÓN EN VÍAS PÚBLICAS

Descripción:	Medios auxiliares	Maquinaria
Circulación de vehículos y maquinaria, en el interior de obras como en las vías adyacentes, y normas de seguridad durante cortes temporales del tráfico.		
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual
Atropellos y golpes con vehículos	Prohibida la circulación peatonal o estancia dentro del radio de acción de la maquinaria. Indicación sonora y luminosa de marcha atrás en todas las máquinas. Colocación de señales en el interior de la obra indicando la velocidad máxima permitida. Señales de STOP y Ceda el Paso.	Chalecos reflectantes



	<p>En trabajos que se invada la vía pública:</p> <ul style="list-style-type: none">-Las máquinas utilizaran la luz rotativa. Si el vehículo se detiene, lo indicará con las luces de emergencia.-Señalización de toda forma de trabajo con conos reflectantes de al menos 50 centímetros de altura.-Al terminar la jornada de trabajo, la maquinaria será retirada de la vía pública. Si no puede realizarse, se indicará de manera clara con balizas.-Se cumplirán las normas de tráfico que posee la vía. <p>Si la maquinaria rebasa las dimensiones de su plataforma deberá indicarse su contorno mediante luces rotativas.</p>	
Incendios	Extintor	
Choques contra objetos inmóviles	Alumbrado de obra.	
Daño ocular		Gafas protectoras
Inhalación de polvo		Mascarilla con filtro



1.4. ANDAMIOS

Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual
	El montaje lo realizará personal especializado siguiendo las instrucciones del fabricante. Durante la fase de montaje, solo puede acceder el personal destinado a ello.	
Caída de personas	<p>Barandillas reglamentarias en los niveles de trabajo. Las plataformas se anclarán y se les instalarán barandillas.</p> <p>Cables de seguridad, anclados a puntos resistentes, para que los use todo aquel que trabaje a una altura superior a dos metros.</p> <p>El arnés de seguridad irá enganchado a:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cables previamente tendidos para este fin -Puntos firmes -Puntos del andamio asegurados <p>El acceso se realizará:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Escalera o rampa -Escalera interior abatible con trampilla 	Arnés de seguridad
Caída de personal	Zonas de trabajo limpias. Las zonas de carga-descarga y transporte deberán acotarse, con recorridos de ida y vuelta.	
Hundimiento de parte de la construcción	No se elevará una altura si la anterior no se ha finalizado completamente. El desmonte del andamio se realizará desde la parte superior. Si el terreno no es suficientemente duro, se apoyará sobre durmientes de madera. Se evitara hacerlo sobre alcantarillado o demás tapas.	
Caída de objetos	Prohibido pasarse el material entre trabajadores lanzándose. Prohibida la estancia del personal bajo cargas suspendidas.	Cinturón de herramientas



	Se comprobará el correcto estado de los cables, al igual que la existencia de pestillos de seguridad.	
Golpes por objetos		Cascos y guantes de seguridad
Daño ocular		Gafas de seguridad
Sobreesfuerzos		Cinturón lumbar
Exposición a contactos eléctricos	Las mangueras y cables eléctricos estarán ordenados. Se colgarán verticalmente siempre que sea posible. La maquinaria irá con doble aislamiento o conexión a tierra.	

1.5. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual
Desprendimiento de tierras y rocas.	Se estudiará si es necesario un talud adecuado a la naturaleza del terreno. Se realizará apuntalamiento de las paredes de la excavación cuando sobrepase 1,3 metros de profundidad y exista riesgo de deslizamiento del terreno. Inspección del tajo al comenzar, para detectar grietas o movimientos del terreno. Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares debido a la cercanía de vías públicas por las que circulan vehículos, al igual que en las zonas cercanas al uso de martillos neumáticos y demás herramientas que provoquen vibraciones.	Casco de seguridad



	<p>Si se necesitase se colocarían mallas tensas de aviso sobre los taludes. Se colocará malla metálica de tipo gallinero en todo el talud, sujeta tanto en la pared superior como en la inferior. La fijación será por cable de acero entrelazado con la malla, empotrado en el terreno a cada metro. Prohibido el trabajo a pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber sido saneado.</p> <p>Los restos de tierra de la excavación serán retirados al menos a 2 metros del borde de la excavación. Este frente nunca superará el metro de altura</p> <p>Se prohíbe a los operarios trabajar en cotas inferiores a donde se esté trabajando con maquinaria que produzca vibraciones.</p> <p>Se procurará cada día abrir y cerrar la longitud de obra que precise trabajo esa jornada.</p>	
Caída en altura	<p>No arrimarse al borde de las excavaciones.</p> <p>El personal ha de subir y bajar siempre por escaleras sólidas y seguras, que sobrepasen en 1 m el borde de la excavación; estarán amaradas al borde superior.</p> <p>En taludes permanentes a los que deban acceder las personas y estén a una altura superior a dos metros, se deberá colocar una barandilla de 90 cm de altura, con listón intermedio y rodapié. Si la excavación es inferior a 2 metros, se señalará mediante cinta de balizamiento la distancia mínima de seguridad (1.5 m).</p>	Arnés de seguridad
Pisada sobre objetos punzantes		Botas de seguridad
Atrapamiento por vuelco de máquinas	<p>Todas las máquinas y vehículos irán dotados de cabina de seguridad</p> <p>Los vehículos ligeros no podrán acercarse a más de 3 metros al borde de la excavación, mientras que los pesados lo harán a 4.</p> <p>Se deberá mantener libre de impedimentos los caminos por los que se producirá la conducción.</p>	



	Todas las maniobras de vertidos serán dirigidas por un Capataz o Encargado.	
Condiciones climatológicas rigurosas		Traje de agua y botas de PVC impermeables
Sobreesfuerzos		Cinturón lumbar
Incendios	Extintor	
Atropellos o golpes con vehículos	Todos los maquinistas serán especialistas en el manejo de sus vehículos, y tendrán el permiso para conducirlo. Queda prohibido la utilización de dichos vehículos sin estar dentro de la cabina de conducción. Queda prohibida la estancia de personal dentro del radio de acción de la maquinaria Señal sonora y luminosa de marcha atrás de los vehículos. Se señalizarán los accesos y recorridos de los vehículos. Para acceder al fondo de excavaciones, se separará el acceso de personas y de vehículos.	
Exposición a ruido		Protectores auditivos
Exposición a vibraciones		Faja de protección contra vibraciones. Muñequeras elásticas
Conducciones e instalaciones existentes	Antes de iniciar los trabajos se verá si existe peligro de usar martillo neumático por si hubiese conducción enterradas. Se paralizarían los trabajos y se pondría en contacto con la Compañía	



1.6. CONDUCCIONES ENTERRADAS

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas		Prot. individual
Caída de personas	Si la profundidad de la zanja y/o pozo es superior a 2 m. se protegerá con barandilla reglamentaria. Si es inferior, se señalizará. El acceso será mediante escalera reglamentaria, nunca mediante la entibación.		Chalecos reflectantes
Cortes o heridas por máquinas, herramientas u objetos punzantes			Guantes y casco de seguridad
Protección ocular			Gafas protectoras
Atrapamiento por desplome	Se revisará diariamente el estado de los cortes o taludes. No se acopiarán tierras o materiales en el borde de la excavación. Se prohíbe la permanencia en solitario en el interior de la excavación. Como norma general, cada día se abrirá la longitud de zanja que se precise para el trabajo de la jornada, cerrándola ese mismo día. Talud o entibaciones, siempre que exista peligro de derrumbamiento y cuando la profundidad de la zanja o del pozo y el tipo de terreno así lo requiera.		
Sobreesfuerzos			Cinturón lumbar
Atrapamiento por vuelco o caída de medios auxiliares	Los medios auxiliares se instalarán correctamente y estarán perfectamente asentados.		
Inhalación de sustancias nocivas por emanaciones en la conexión a la red.	Se vigilará la existencia de gases nocivos. En caso de detección se ordenará el desalojo inmediato.		Mascarilla con filtros



Contacto con aguas residuales.		Botas de PVC impermeables. Guantes de material plástico sintético.
Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.		Guantes de material plástico sintético
Explosiones en pozos.	Está prohibido utilizar fuego para la detección de gases. En su caso, está prohibido utilizar máquinas con motores de explosión.	
Mordeduras de ratas		Guantes de loneta.
	Al descubrir cualquier tipo de conducción subterránea se paralizarán los trabajos y se comunicará al Coordinador de seguridad.	

1.7. CIMENTACIÓN

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Zapatatas y zanjas			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual	
Caída de personas	El acceso será con escalera reglamentaria. Barandilla reglamentaria siempre que la zanja tenga más de 2 m de profundidad. Correcto uso de los andamios, escaleras, etc. Zonas de trabajo ordenadas y limpias.	Arnés de seguridad	
Desprendimiento de tierras	Los acopios de tierras están retirados al borde de la excavación. Redes tensas sobre taludes, si procede.		



Caída de objetos en manipulación	Se comprobará de forma periódica el correcto estado de los cables y eslingas para la elevación de encofrados, así como la existencia de pestillo de seguridad en los ganchos. La elevación de los paneles de encofrado se realizará izándolos mediante eslingas con la grúa torre, dirigiéndolos con cuerdas desde la parte inferior. Está prohibida la permanencia de personas bajo cargas suspendidas.	Casco de seguridad
Pisadas sobre objetos	Para evitar lesiones por clavos y puntas se colocarán las tablas del encofrado en pilas puestas cuidadosamente aparte y desprovistas de los clavos y puntas antes de volverlas a emplear y no se acumularán en las zonas de paso de las personas.	Botas de seguridad
Golpes por objetos o herramientas		Casco de seguridad. Guantes de loneta. Botas de seguridad.
Sobreesfuerzos		Cinturón lumbar
Condiciones climatológicas rigurosas		Traje de agua

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Ferralla			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual	
Caída de personas	El acceso será mediante escalera reglamentaria, nunca mediante la entibación. Barandilla reglamentaria, si la profundidad de la zanja o pozo es superior a 2 m. Correcto uso de los medios auxiliares como andamios tubulares, escaleras, etc.		



Desprendimiento de tierras	Cuando proceda, redes tensas sobre los taludes, recibidas y solapadas. Antes del inicio del hormigonado se revisará el buen estado de las entibaciones, en su caso, y/o taludes. Preferentemente, las armaduras antes de su colocación deben estar totalmente acabadas de acuerdo con los planos de despiece y revisadas, para evitar en lo posible tener que bajar a la zanja o al pozo de cimentación a corregirlas una vez situadas en su posición.	
Caída de objetos en manipulación	La elevación de las armaduras se realizará izándolas mediante eslingas con la grúa torre, dirigiéndolas con cuerdas desde la parte inferior. Está prohibida la permanencia de personas bajo cargas suspendidas.	
Pisadas sobre objetos	Zonas de trabajo limpias y ordenadas	
Golpes por objetos o herramientas		Casco de seguridad. Guantes de loneta. Botas de seguridad.
Sobreesfuerzos	El transporte de armaduras se hará con auxilio de una grúa e irán amarrados con una ondilla a dos puntos. Las armaduras de zanjas, se suspenderán verticalmente mediante eslingas, y serán dirigidas con cuerdas por la parte inferior.	Cinturón lumbar
Condiciones climatológicas rigurosas		Traje de agua
Exposición a contactos eléctricos	Las máquinas deberán tener doble aislamiento o toma a tierra.	



1.8. HORMIGONADO

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Vertido de hormigón con canaleta			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual	
Caída de personas	Para el vertido se establecerán pasarelas de 60 cm de ancho como mínimo. Barandilla reglamentaria si la profundidad de la zanja es superior a 2 m. Zonas de trabajo limpias de obstáculos.		
Pisadas sobre objetos punzadas		Botas de seguridad	
Golpes por objetos o herramientas		Guantes de loneta	
Proyección de fragmentos		Gafas protectoras	
Atrapamiento por vuelco de maquinaria.	La circulación de los camiones hormigonera se realizará a una distancia de seguridad al borde de la excavación. Topes de aproximación para los camiones que viertan el hormigón.		
Exposición a contactos eléctricos	Se revisarán al inicio de la jornada.		
Contacto con sustancias corrosivas		Guantes de goma. Botas PVC impermeables.	
Atropellos o golpes con vehículos	Prohibido la permanencia de operarios detrás de los camiones hormigoneras.		

1.9. ESTRUCTURA

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Encofrado			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual	
Caída de personas	<p>Redes verticales en todos los bordes de forjados.</p> <p>Barandilla completa en plataformas de trabajo situadas a más de 2 m de altura.</p> <p>Cables y cuerdas de seguridad, anclados en puntos resistentes: Los trabajadores estarán sujetos a puntos resistentes mediante arnés de seguridad cuando estén realizando trabajos en altura en ausencia de protecciones colectivas. Cables y cuerdas de seguridad, anclados en puntos resistentes.</p> <p>Limpieza de la zona desencofrada, apilando el material sobrante para su retirada.</p>	Arnés de seguridad	
Pisadas sobre objetos	<p>Eliminación de puntas y alambres en madera y chapas al desencofrar.</p> <p>Para evitar lesiones por clavos y puntas se colocarán las tablas del encofrado en pilas puestas cuidadosamente aparte y desprovistas de los clavos y puntas antes de volverlas a emplear y no se acumularán en las zonas de paso de las personas.</p>	Botas de seguridad	
Caída de objetos en manipulación. Caída de tableros o piezas de madera a niveles inferiores al encofrar o desencofrar.	<p>Se comprobará de forma periódica el correcto estado de los cables y eslingas para la elevación de encofrados, así como la existencia de pestillo de seguridad en los ganchos.</p> <p>Se colocarán plataformas voladas para retirar materiales sobrantes.</p> <p>No se trabajará en planos superpuestos.</p> <p>El desencofrado se realizará con barra de uña.</p> <p>Uso de las bolsas portaherramientas.</p>	Botas de seguridad Casco de seguridad	



	Acopios de tableros seguros y ordenados.	
Cortes, golpes por herramientas	Uso correcto de la sierra de disco. Las puntas de los espadines o pasadores de sujeción de paneles de encofrado en muros se protegerán con protectores a presión tipo “seta” o similar siempre que afecten a zonas de paso o de trabajo.	Casco de seguridad Guantes
Sobreesfuerzos		Faja lumbar
Condiciones climatológicas rigurosas		Traje de agua

1.10. CUBIERTAS

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Planas			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual	
	Tanto el personal de albañilería como el de otros oficios serán conocedores de los riesgos de la ejecución de cubiertas, y del método correcto de puesta en obra de las unidades integrantes de la cubierta.		
Caída de personas	Se ejecutarán primero los petos perimetrales y las chimeneas. Está prohibida la permanencia en solitario en las cubiertas. El personal que trabaje en las cubiertas no padecerá vértigo. Empleo correcto de escaleras de mano y pasarelas. Barandillas perimetrales cuando no existan petos de al menos 1 m. de altura. Complementariamente a esta protección colectiva, y siempre que técnicamente no sea posible su instalación, en el trabajo en las cubiertas se emplearán arneses de seguridad amarrados a puntos resistentes o líneas de vida.	Arnés de seguridad	



	Se paralizará el trabajo con fuertes vientos.	
Caída de objetos en manipulación	El acopio se hará sin acumulación de material, sobre tablonos nivelados y calzados. La arena o mortero se colocarán en bateas con zócalos. El agua se colocará en bidones estancos y en superficies planas. Se paralizará el trabajo con fuertes vientos.	Casco de seguridad
Golpes y cortes por objetos y herramientas		Casco de seguridad Botas de seguridad Guantes de cuero
Sobreesfuerzos		Cinturón lumbar
Contacto térmico	El líquido de sellado a alta temperatura se transportará en recipientes que no se llenarán en más de 2/3 de su capacidad. En el vertido de líquidos a alta temperatura se extremarán las precauciones para evitar derrames y salpicaduras.	Careta de soldadura Gafas de soldador Guantes de cuero
Exposición a contactos eléctricos	Se revisará, antes de comenzar cada jornada, la maquinaria, herramientas, cables y conexiones eléctricas.	
Exposición a sustancias nocivas		Mascarillas con filtro
Exposición a sustancias corrosivas		Guantes de goma
Explosiones	Las bombonas de combustible estarán fuera del alcance de las llamas del soplete	



1.11. INSTALACIÓN ELECTRICA

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas		Prot. individual
	Toda instalación será realizada por electricistas reconocidos		
Caída de personal	Buen uso de los medios auxiliares, según se describe es su apartado correspondiente. Zona de trabajo limpia y ordenada		
Pisadas sobre objetos punzantes			Botas de seguridad
Golpes o cortes por objetos o herramientas			Guantes de loneta Casco de seguridad
Sobreesfuerzos por posturas forzadas			Cinturón lumbar
Quemaduras			Guantes de loneta
Exposición a contactos eléctricos	La herramienta a utilizar estará protegida con material aislante normalizado. Comprobadores de tensión. Para evitar la conexión accidental a la red, de la instalación eléctrica, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general al de la "compañía suministradora", guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse. Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra, antes de ser iniciadas, para evitar accidentes. Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos e indirectos, de acuerdo con el		Botas aislantes Guantes aislantes Alfombra aislante



	Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.	
Explosiones de los grupos de transformación	La entrada en servicio de las celdas de transformación se efectuará con la obra desalojada de personal y en su presencia del jefe de obra.	
Incendios	Extintores	

1.12. LIMPIEZA DE OBRAS

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Limpieza de obras antes de la entrega			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual	
Caída de personal	Correcta utilización de los medios auxiliares apropiados. Zonas de trabajo limpias y ordenadas	Arnés de seguridad	
Pisadas sobre objetos punzantes		Botas de seguridad	
Golpes o cortes por herramientas		Botas de seguridad Guantes de loneta	
Proyección de fragmentos a los ojos	Correcto acopio del material o productos que pudieran ser dañinos para la salud de los trabajadores. Para el empleo de productos que pudieran ser dañinos para la salud de los trabajadores, se leerán y cumplirán las especificaciones contenidas en el etiquetado de dichos productos.	Gafas protectoras	
Sobreesfuerzos		Cinturón lumbar	
Inhalación de polvo		Mascarilla con filtros	
Contacto con sustancias corrosivas	Correcto acopio del material o productos que pudieran ser dañinos para la salud de los trabajadores. Para el empleo de productos que pudieran ser dañinos para la salud de los trabajadores, se leerán y cumplirán las especificaciones contenidas en el etiquetado de dichos productos.	Guantes de material plástico o sintético	



2. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA

2.1. DEMOLICIONES

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Martillo neumático			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual	
	Marcado CE		
Caída de personal	Prohibido trabajar encaramado a cualquier elemento que no sea auxiliar		
Hundimiento de elementos que se tratan con el martillo			
Caída de objetos desprendidos	Se acotará la zona situada bajo el tajo de martillos neumáticos.	Casco de seguridad	
Cortes y golpes por el martillo o rotura de mangueras bajo presión	Está prohibido dejar el martillo neumático clavado en el elemento en que se actúa Se revisará diariamente el estado de las mangueras. Está prohibido el empleo de mangueras desgastadas o con grietas. La manguera de aire comprimido debe situarse de forma que no se tropiece con ella, ni que pueda ser dañada por materiales que se puedan situar encima.		
Proyección de fragmentos o partículas		Ropa de trabajo Gafas protectoras	
Sobreesfuerzos	El operario no manejará el martillo neumático más de una hora seguida.	Cinturón lumbar	
Contactos térmicos		Guantes de loneta	
Exposición al ruido		Protectores auditivos	
Exposición a vibraciones		Muñequeras elásticas	



2.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Retroexcavadora			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual	
	Marcado CE. Empleo de retroexcavadora con personal adecuado para ello. Comprobación periódica de su estado.		
Caída de personal	Prohibido trabajar encaramado a cualquier elemento que no sea auxiliar Prohibido el manejo del cazo a pleno llenado con fuertes vientos Si se cargan piedras de gran tamaño, se hará una cama en la arena sobre elementos de carga, para evitar rebotes y roturas.	Casco de seguridad	
Atrapamiento por vuelco	Está prohibido que el conductor abandone la retroexcavadora con el cazo sin apoyar en el suelo. No se admitirán retroexcavadoras que no tengan la protección de cabina antivuelco. Los caminos de circulación interna de la obra se mantendrán en buen estado de forma que se evite la formación de blandones y embarramientos excesivos. No se utilizará la retroexcavadora en terrenos con pendiente superior a la admisible.		
Contacto térmico		Guantes de loneta	
Exposición a sustancias nocivas.		Mascara con filtros	
Atropellos o golpes con vehículos	La batería quedará desconectada, el cazo apoyado en el suelo y la llave de contacto no quedará puesta siempre que la retroexcavadora suspenda o finalice su trabajo. Está prohibido que el conductor abandone la retroexcavadora con el motor en marcha. La retroexcavadora estará dotada de luces y bocina de retroceso.	Chaleco reflectante	



	Está prohibido dormir bajo la sombra de la retroexcavadora en reposo. Los caminos de circulación interna de la obra se mantendrán en buen estado de forma que se evite la formación de blandones y embarramientos excesivos.	
Incendios	No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el llenado del depósito. Extintor timbrado y con las revisiones al día.	
Exposición ruidos a		Protectores auditivos
Exposición vibraciones a		Faja de protección contra vibraciones

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Camión basculante			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual	
	Marcado CE. Comprobación periódica de su estado. Prohibido el transporte de personal fuera de la cabina del camión.		
Caída de personal	Está prohibido el transporte de personas fuera de la cabina del camión. En operaciones que exijan el acceso a la caja se utilizarán las empuñaduras y escalones existentes.		
Caída de objetos	Si el camión dispone de visera el conductor permanecerá en la cabina mientras se procede a la carga; si no tiene visera, abandonará la cabina antes que comience la carga, usando casco de seguridad y permaneciendo retirado del radio de acción de las máquinas	Casco de seguridad	
Atrapamiento por vuelco d maquinaria	Siempre que haya que transitar por taludes, éstos quedarán debidamente señalizados a una distancia de seguridad del borde. La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.		



	<p>En la descarga de material, en la proximidad de la zanja o pozo de cimentación, se aproximará a una distancia máxima de 1,00 metro.</p> <p>Si tuviera que parar en rampa, el camión quedará frenado, y calzado con topes.</p> <p>Topes de aproximación.</p>	
Contacto térmico		Guantes de loneta
Exposición a sustancias nocivas. Inhalación de polvo		Máscara con filtros
Incendios	<p>Extintor timbrado</p> <p>Cuando se llene el depósito, no fumar y tener el motor parado</p>	
Exposición a ruido		Protectores auditivos
Atropellos por vehículos	<p>El puesto de conducción estará limpio, sin aceite, grasa, nieve, hielo o barro. Las maniobras, dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.</p> <p>El vehículo estará dotado de luces y bocina de retroceso. En caso de no ser así, siempre que se realicen maniobras marcha atrás, se hará sonar el claxon.</p> <p>Al realizar las entradas o salidas del solar, lo hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.</p> <p>No permanecerá nadie en las proximidades del camión en el momento de la descarga</p>	Chaleco reflectante
Exposición a vibraciones		Faja de protección contra vibración
Contactos eléctricos	<p>En el caso de un contacto accidental con una línea eléctrica, el conductor permanecerá en la cabina hasta que la red sea desconectada o se deshaga el contacto. Si fuera imprescindible bajar de la máquina, lo hará dando un salto largo.</p>	



2.3. HORMIGONADO

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Camión hormigonera			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual	
	Marcado CE El camión pasará la ITV y la revisión anual como indique su fabricante		
Caída de personal	Está prohibida la subida al camión, de cualquier persona excepto del conductor. Bajar de la cabina utilizando las empuñaduras y escalones existentes, y siempre mirando a la máquina.		
Choque contra objetos móviles	Los dispositivos de seguridad del camión estarán en buenas condiciones de uso.		
Golpes por objetos	En operaciones en que el hormigón se descarga sobre cubilote transportado por grúa, todos los operarios, incluido el conductor, se separarán de la zona de bajada del cubilote. Cuando el cubilote esté cargado y separada la canaleta los operarios también procederán a separarse de la zona para evitar golpes por balanceo de la carga.		
Proyección de fragmentos		Gafas protectoras	
Atrapamiento por objetos	La limpieza y mantenimiento se realizarán según el propio manual de instrucciones.		
Atrapamiento por vuelco de vehículo	Se mantendrá una distancia de seguridad al borde de excavaciones. El camión se estacionará en terreno horizontal retirado del borde de taludes.		
Contacto con sustancias corrosivas		Guantes de material plástico o sintético	
Atropellos con vehículo	El puesto de conducción estará limpio, sin aceite, grasa, nieve, hielo o barro. Los dispositivos de seguridad del camión estarán en perfectas condiciones de uso.	Chaleco reflectante	



	<p>Cuando las maniobras de aproximación lo requieran, serán dirigidas por el señalista (persona que señala).</p> <p>Las maniobras, dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas. Nadie permanecerá en las proximidades del camión en el momento de realizar las maniobras. El vehículo estará dotado de luces y bocina de retroceso. En caso de no ser así, siempre que se realicen maniobras marcha atrás, se hará sonar el claxon.</p> <p>Quedará prohibido tumbarse a descansar debajo de la máquina.</p>	
--	---	--

2.4. ELEVACIÓN

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Camión grúa			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual	
	<p>Marcado CE.</p> <p>El camión grúa tendrá al día el libro de mantenimiento.</p> <p>El manejo del camión grúa será exclusivo del gruista.</p> <p>Utilización exclusiva del camión grúa para sus fines.</p> <p>Uso estrictamente ajustado a las normas marcadas por el fabricante.</p>	Casco de seguridad	
Caída de objetos	<p>Revisión previa de cables, ganchos, pestillos y elementos auxiliares.</p> <p>El gancho de la pluma estará dotado de pestillo de seguridad.</p> <p>Empleo de los cables y/o eslingas adecuadas para cada trabajo.</p>		
Choque y atrapamientos	<p>El manejo del camión grúa será exclusivo del gruista.</p> <p>Uso estrictamente ajustado a las normas marcadas por el fabricante.</p> <p>No se harán tiros oblicuos ni movimientos bruscos.</p> <p>En su caso se usarán cabos de maniobra o gobierno.</p>		



	Está prohibido permanecer dentro del radio de acción de cargas suspendidas.	
Atrapamiento por vuelco de maquinaria	Revisión previa del apoyo de los gatos estabilizadores. Utilización dentro de la tabla de cargas	
Atropellos o golpes con vehículos	El manejo del camión grúa será exclusivo del gruista. Está prohibido permanecer dentro del radio de acción del vehículo.	Chaleco reflectante

Grúa torre

La utilización de una o varias grúas torre para la ejecución de la obra va a ser necesaria, hecho del cual se desprende un conjunto de riesgos que es preciso controlar, para garantizar la seguridad tanto de los trabajadores de la obra como de terceros.

LEGISLACION DE REFERENCIA: Real Decreto 836/2003 de 27 de Junio por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica complementaria MIE-AEM2 del reglamento de aparatos de elevación y manutención, referentes a grúas torre para obras u otras aplicaciones.

Para trabajos en proximidad de aeropuertos o ubicaciones que afecten a la navegación aérea, tendremos en consideración lo establecido en las regulaciones de la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI).

Es importante mencionar que a través de esta instrucción (art 5 ITC-MIE-AEM2) se hace obligatorio el cumplimiento de lo establecido en la norma UNE 58-101-92 parte 2: Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad de las grúas desmontables para obras. Condiciones de instalación y utilización.

Distancias de seguridad:

En presencia de obstáculos:

2 metros desde la punta de la pluma hasta la fachada del edificio más próximo.

3 m bajo gancho hasta la azotea más próxima.

3 m bajo contrapeso hasta la azotea más próxima.



3 m bajo carga hasta la azotea más próxima, teniendo en cuenta la altura de eslingado.

En zonas de paso: 0,60 m desde el fuste de la torre a una altura de 2,5 m.

Solapamiento de las áreas de trabajo de dos o más grúas torre:

- Distancias mínimas para cuando las grúas giren libremente en veleta. La altura mínima bajo gancho y contrapeso será de 3 m hasta la pluma situada a una cota inferior.

La distancia mínima desde la punta de la pluma de una de las grúas hasta el fuste de la torre de la otra será de 2 m.

La zona de giro de uno de los contrapesos quedará a 2 m de la zona de barrido de la otra grúa.

- Distancias en condiciones de trabajo.

Se establecerá algún sistema que restrinja el acceso al área de solapamiento de dos grúas cuando una de las dos se encuentre operando en esta zona para evitar que la pluma de una golpee los cables de la otra o la carga.

Trabajos en proximidad de líneas de eléctricas de alta tensión.

En el apartado 4.1 de la UNE 58-101-92 se establece: “En ningún momento cualquier parte de la grúa, así como sus cargas suspendidas, pueden entrar en contacto con líneas eléctricas”.

Si estas líneas eléctricas son de alta tensión de hasta 250 Kv deberá existir entre estas líneas y dichos elementos un espacio de seguridad de 5 m como mínimo, “medidos en su proyección horizontal “. Para líneas de mayor voltaje se consultará el RD 614/2001.



Aspectos generales sobre la implantación de la grúa torre.

El montador verificará previamente que lleva el material, útiles de trabajo y equipos de protección individual necesarios tanto si se va a realizar un trabajo de montaje / desmontaje como de reparación / mantenimiento de la grúa:

- Herramientas de trabajo.
- Repuestos y material de trabajo.
- Bolsa de transporte de material.
- Equipos de protección individual.
- Anti caídas deslizante con mosquetón de amarre.

Si fuese necesaria la ocupación de la vía pública durante el acopio de material y entrada y salida de camiones mientras duren las maniobras de descarga o carga, el contratista canalizará el tráfico, tanto peatonal como rodado, vallará la zona y colocará señales que avisen de la situación.

Durante el montaje y desmontaje de la grúa torre se delimitará y señalizará la zona. Las operaciones de reparación y/o mantenimiento de las grúas torres se realizará tras haber parado o desconectado el equipo, haber comprobado la inexistencia de energías residuales peligrosas y haber tomado las medidas necesarias para evitar su puesta en marcha o conexión accidental mientras este efectuándose la operación.

Verificaciones y controles que ha de realizar el gruista.

Antes del inicio de cada jornada de trabajo con la grúa torre y al finalizar la misma, deberá de realizar una serie de verificaciones anotando en un parte de verificaciones diarias las deficiencias encontradas para que el responsable de obra pueda comunicarlo a la empresa conservadora.



Antes del inicio de cada jornada:

Estado correcto de la base de apoyo

Estado correcto de topes y rampas fin de carrera, si es con grúa de traslación.

Estado correcto del aplomado de la grúa.

No existencia de pérdida de lastre de base ni de contrapeso aéreo.

Correcto estado del cable de alimentación eléctrica al cuadro de grúa.

Correcto estado del cable de puesta a tierra.

Correcto estado de las conexiones a tierra de los raíles, estructura y cuadro.

- Accionar para comprobar el buen funcionamiento de los siguientes elementos:

Desconector de puesta en veleta.

Interruptor de puesta en marcha.

Botón de parada de emergencia.

Mando en vacío de cada mecanismo

Frenos.

- Comprobación de los limitadores utilizando cargas taradas.

Si algún limitador no funciona está prohibido trabajar hasta que se repare.

Al finalizar la jornada.

Subir el gancho cerca del límite de la subida sin carga.

Llevar el carro cerca de la torre.

Poner en VELETA.



Se prohíbe dejar carga colgado del gancho de la grúa en ausencia del gruista.

Colocar mordazas de fijación a los carriles

Cortar corriente en el cuadro de grúa y en general.

Controles semanales.

Nivelado de vía. Topes. Fines de carrera.

Puesta a tierra. Acometida eléctrica. Diferencial.

Finales de carrera. Elevación. Carro.

Limitador de par. Elevación. Carro adelante.

Limitador de carga máxima.

Limitador de gran velocidad.

Controles quincenales.

Frenos

Lastre de base y contrapesos.

Nivel de aceite en reductores.

Cables, poleas. Gancho

El carné de operador de grúa torre se debe solicitar en la provincia donde tenga su residencia habitual el gruista (Si la residencia habitual no coincide con la del DNI se debe acreditar la misma).

La expedición del carné la harán los servicios territoriales de cada provincia.

El carné tendrá una validez de 5 años. Una vez transcurridos podrán renovarse por igual periodo, previa acreditación de haber superado el examen médico similar al que se necesitó para su obtención. El carné obtenido tendrá validez en todo el territorio nacional.



2.5. TRANSPORTE

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Dumper			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual	
	Marcado CE El conductor deberá tener la autorización de uso y categoría mínima de peón especializado.		
Caída de personas a distinto nivel	Está prohibido el transporte de personas		
Caída de objetos de la caja durante el transporte	Prohibido superar la carga máxima, en peso o altura		
Choque por falta de visibilidad	Prohibido superar la carga máxima, en peso o altura		
Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos	No circular a más de 20 km/h. Prohibido superar la carga máxima, en peso o altura No descargar en bordes de terreno.		
Atropellos con vehículo	Luz giratoria y señal acústica de marcha atrás.	Chalecos reflectantes	

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Carretilla elevadora			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual	
	Marcado CE El conductor deber poseer el carné clase B y una categoría mínima de peón especializado. La máquina ha de estar puesta a punto.		
Caída de personas	No se transportará personas.		
Choque por falta de visibilidad	No superar máximos		
Atrapamiento por vuelco de maquinaria.	Dotada de cabina anti vuelcos. Respetar las señales de obra y límites de velocidad.		
Exposición a sustancias nocivas.	Las zonas se mantendrán bien ventiladas, apagando el motor durante las esperas.		



Atropellos o golpes con vehículos.	Respetará las señales de la obra y los límites de velocidad. Estará dotado de dispositivo acústico de marcha atrás y de luz giratoria.	Chaleco reflectante
Exposición a vibraciones		Cinturón elástico antivibratorio

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Traspalet			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual	
	Marcado CE		
Caída de personas	No transportará personas		
Choque por falta de visibilidad	No superará máximos, ni en peso ni altura		
Atropellos con vehículos	No superará carga máxima	Chaleco reflectante	

2.6. HERRAMIENTAS

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Mesa de corte			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual	
	Marcado CE Empleo exclusivo por personal autorizado		
Pisadas sobre objetos punzantes	Zona de trabajo limpia y ordenada	Botas de seguridad	
Golpes y cortes poro objetos o herramientas	Uso del empujador (no empujar con las manos). Caperuza protectora. Cuchillo divisor Revisión del estado.	Guantes de cuero	
Proyección de fragmentos		Protector ocular	
Atrapamiento a contactos eléctricos	Carcasa protectora colocada		
Exposición a sustancias nocivas	Conexión eléctrica con clavija reglamentaria Toma a tierra o doble aislamiento Zona de trabajo seca	Mascarilla con filtro	



Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Cizalla mecánica			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas		Prot. individual
	Marcado CE Empleo exclusivo por personal autorizado		
Golpes por objetos o herramientas	Se efectuará un barrido periódico del entorno de la dobladora en prevención de cortes con objetos punzantes.		Guantes de cuero. Botas de seguridad
Atrapamiento por objetos	Correcto asentamiento de la máquina		
Sobreesfuerzos			Cinturón lumbar
Exposición a contactos eléctricos	Conexión eléctrica con clavija reglamentaria Toma de tierra o doble aislamiento		Mascarilla con filtro

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Grupo electrógeno			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas		Prot. individual
	Marcado CE		
Exposición a sustancias tóxicas	Lugar de ubicación ventilado para no crear atmosferas explosivas o tóxicas.		Guantes de cuero. Botas de seguridad
Contactos eléctricos	Conectado a tierra Dispondrá de cuadro dotado con interruptor diferencial.		
Incendios/Explosiones	Extintor		Cinturón lumbar

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Herramientas portátiles eléctricas			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas		Prot. individual
	Marcado CE Revisión periódica		
Golpes por objetos o herramientas	Embragues de seguridad		
Proyección de fragmentos			Gafas protectoras
Exposición a contactos eléctricos	El circuito al que se conecten deben protegerse con un diferencial de 30mA de sensibilidad		



	Conexión eléctrica que esté en perfecto estado, siendo revisada con frecuencia. Tensión de alimentación nunca mayor a 250V. Toda máquina que no posea doble aislamiento, deberá conectarse a tierra	
Exposición a sustancias nocivas		Mascarilla con filtro
Exposición a ruido		Protectores auditivos

Descripción:		Medios auxiliares	Maquinaria
Herramientas manuales			
Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual	
	Marcado CE		
Golpes por objetos o herramientas	Revisión periódica de sus elementos, cambiando los desgastados. Utilización adecuada a su fin.		
Proyección de fragmentos		Gafas protectoras	

3. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN MEDIOS AUXILIARES

3.1. ANDAMIOS TUBULARES

Andamios con Certificado de Conformidad según Normas UNE- EN (HD 1000 y HD 1039):

Se deberá disponer de la siguiente documentación para todos los andamios que se utilicen en obra:

- Certificado de Conformidad CE
- Certificado de montaje firmado por técnico competente de la empresa montadora.
- Instrucciones del fabricante relativas al montaje, utilización y desmontaje del andamio



• Si las operaciones de montaje, utilización o desmontaje se realizan de forma o en condiciones o circunstancias no previstas en las Instrucciones del Fabricante se deberá exigir además:

- Plan de Montaje, Utilización y Desmontaje
- En caso de no disponerse de Nota de cálculo para el andamio en la configuración elegida, se deberán efectuar cálculos de resistencia y estabilidad.

Andamios sin Certificado de Conformidad según Normas UNE- EN (HD 1000 y HD 1039): No se permite su utilización excepto en borriquetas de un solo nivel (altura < 2 m).

Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual
Caída de personas	<p>Quando se empleen en lugares de trabajo con riesgo de caída desde más de 2 metros de altura se dispondrán barandillas resistentes de 90-100 cm de altura (sobre el nivel de la plataforma), listón intermedio y rodapiés de 15 cm.</p> <p>Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm de anchura y estarán firmemente ancladas a los apoyos de tal forma que se eviten los movimientos por deslizamiento o vuelco.</p> <p>Arnés de seguridad</p> <p>Escalera de comunicación vertical que forme parte del propio andamio.</p> <p>Montaje del andamio por personal especializado.</p> <p>Montaje del andamio según instrucciones del fabricante.</p> <p>La distancia desde el paramento vertical en el que se trabaja hasta el andamio no excederá de 20 cm.</p> <p>Como protección complementaria pueden colocarse redes tensas por la parte exterior del andamio. La práctica habitual de colocar mosquiteras no puede considerarse como un sustituto de las protecciones.</p>	Arnés de seguridad



	En un andamio sobre ruedas, antes de subir un operario al mismo debe comprobarse que las ruedas están frenadas. No podrán desplazarse ni trasladarse estos conjuntos con personal subido a los mismos.	
Caída de objetos por desplome	Se dispondrán anclajes adecuados a las fachadas cuando el andamio no sea autoestable. Los apoyos se harán con husillos niveladores; y con tablones cuando se trate de un apoyo directo sobre el terreno.	
Caída de objetos en manipulación	Rodapié Mallas de protección	Casco de seguridad
Golpes y cortes por objetos o herramientas		Guantes se seguridad
Atrapamiento por objetos	Montaje del andamio por personal especializado. Montaje del andamio según las instrucciones del fabricante.	

3.2. ESCALERAS DE MANO

Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual
Caída de personas	Formarán un ángulo de 75° con la horizontal. Sobrepasarán siempre en 1 m la altura a salvar una vez puestas en la posición correcta. Deben disponer de zapatas antideslizantes en su extremo inferior y estarán fijadas con garras o ataduras en su extremo superior para evitar deslizamientos. Cuando sean de madera los peldaños serán ensamblados y no solamente clavados y los largueros serán de una sola pieza. En caso de pintarse se hará con barnices transparentes que no oculten posibles defectos que puedan comprometer su resistencia. Las de tijera tendrán tope de apertura. Solamente se deberán efectuar trabajos ligeros desde las escaleras.	Arnés de seguridad en los trabajos indicados.



	<p>No se debe tratar de alcanzar una superficie alejada, sino cambiar de sitio la escalera.</p> <p>El ascenso y descenso por escaleras de mano se hará siempre de frente a las mismas.</p> <p>Para cualquier trabajo en escaleras a más de 3 m sobre el nivel del suelo es recomendable el uso de arnés de seguridad sujeto a un punto sólidamente fijado.</p> <p>Queda prohibido el uso de escaleras de mano para alturas superiores a 7 m.</p>	
--	--	--

3.3. PASARELAS Y RAMPAS

Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas	Prot. individual
Caída de personas	<p>La pasarela / rampa tendrá 60 cm. De anchura mínima.</p> <p>La pasarela / rampa tendrá barandilla y rodapié cuando esté a > 2 m. de altura.</p> <p>La pasarela / rampa será antideslizante.</p> <p>Limpia y libre de materiales y escombros.</p>	
Caída de objetos por desplome	<p>Bases de la pasarela / rampa, sólidamente asentadas.</p> <p>Largueros de una pieza, sin deformaciones o abolladuras en las metálicas.</p> <p>Las de madera, sin nudos ni defectos y largueros de una pieza.</p>	

4. RIESGOS EN LOS TRABAJOS EN PRESENCIA DE LÍNEAS ELÉCTRICAS ENTERRADAS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Si se detecta la existencia de una línea eléctrica en la zona de trabajo se gestionará con la compañía propietaria de la línea la posibilidad de dejar los cables sin tensión, antes de comenzar los trabajos.

En caso de que existan dudas, todos los cables subterráneos se tratarán y protegerán como si fueran cargados con tensión. Nunca se permitirá tocar o intentar alterar la posición de ningún cable subterráneo en la obra.



Se evitará tener cables descubiertos que puedan sufrir por encima de ellos el paso de maquinaria o vehículos, así como producir posibles contactos accidentales por personal de obra y ajeno a la misma.

Se deberá consultar a la empresa suministradora cual es la potencia de la línea, para establecer cuál es la distancia mínima que deberá guardarse tanto para personas como para maquinaria.

Las distancias mínimas de seguridad para el personal especializado serán:

Tensión entre fases (kV)	Distancia mínima (mm)
Hasta 10	0.8
Hasta 15	0.9
Hasta 20	0.95
Hasta 30	1.1
Hasta 45	1.2
Hasta 66	1.4
Hasta 132	2.0
Hasta 220	3.0
Hasta 380	4.0

Estas distancias quedan definidas en el Carné de Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas de AMYS (UNESA).

El personal no especializado que realice trabajos en la proximidad de partes conductoras de líneas de alta o media tensión y utilicen herramientas, aparatos o equipos no podrá trabajar a una distancia inferior a:

- 3 metros, en instalaciones hasta 66.000 voltios
- 5 metros, en instalaciones superiores a 66.000 voltios.

Antes de comenzar los trabajos, se balizará la distancia de seguridad de la línea eléctrica.

Se empleará señalización indicativa de riesgo eléctrico, complementándose, siempre que sea posible, con la indicación de la proximidad a la línea en tensión y su área de seguridad.



A medida que los trabajos sigan su curso, se velará porque se mantenga en perfectas condiciones de visibilidad y colocación la señalización anteriormente mencionada.

Se informará a la compañía propietaria inmediatamente, siempre que un cable subterráneo sufra algún daño. En tales supuestos, se conservará la calma y se alejará a todas las personas, para evitar los riesgos que puedan ocasionar accidentes.

No se utilizarán picos, barras, clavos, horquillas u otros utensilios metálicos puntiagudos en terrenos blandos (arcillosos) donde puedan estar situados cables subterráneos. Los trabajadores empleados en los trabajos con posible presencia y riesgo de contacto eléctrico estarán dotados de prendas de protección personal y herramientas aislantes.

En la apertura de zanjas con proximidad de canalizaciones eléctricas subterráneas localizadas (es decir, cuando se conozcan el trazado, la profundidad y buen estado del aislamiento de la misma) se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La ejecución de tareas con retroexcavadora puede realizarse hasta 1 m de la conducción.
- Con martillo rompedor hasta 0,5 m de la conducción.
- Con herramientas manuales el resto, sin golpear, arrastrando los materiales.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

En cualquier caso el Jefe de Obra o persona competente por él designada informará a todas las personas implicadas en el trabajo acerca de:

- El riesgo existente por la presencia de la línea eléctrica.
- El modo de proceder en caso de accidente.



Equipos de protección individual:

Casco de seguridad.

Ropa de trabajo o mono.

Botas de seguridad aislantes de la electricidad.

Cinturón de seguridad.

Guantes de cuero.

Guantes aislantes de la electricidad.

Trajes para tiempo lluvioso.

5. RIESGOS A TERCEROS

Riesgos frecuentes	Normas preventivas y protecciones colectivas
	La zona de obras debe quedar aislada físicamente del personal ajeno a las mismas. Además del correspondiente cerramiento o vallado, se colocarán carteles de prohibido el paso al personal ajeno a los trabajos.
Caída de personas	Se colocarán pasarelas sobre zanjas en los accesos a viviendas, locales comerciales, etc. El parque seguirá en funcionamiento por lo que se extremarán las precauciones en la evacuación de escombros y en la entrada y salida de material y herramientas. Los tajos quedarán acotados con valla y señalizados con la señal de prohibido el paso.
Golpes en medianerías	Apeos y/o refuerzos en medianerías, para evitar su agrietamiento.
Caída de objetos en manipulación	El edificio seguirá en funcionamiento por lo que se extremarán las precauciones en la evacuación de escombros y en la entrada y salida de material y herramientas.
Polvo	Se regarán periódicamente los escombros para evitar la aparición de polvo.
Atropellos en acceso de obra	Los tajos quedarán acotados con valla y señalizados con la señal de prohibido el paso. Señalización de salida de vehículos y prohibido estacionar. Se crearán pasillos de circulación para peatones acotados con valla tipo ayuntamiento.



Accesibilidad de personas con discapacidad:

En cumplimiento de la legislación estatal y autonómica vigentes, se deberá garantizar la circulación y acceso de personas discapacitadas a través de las zonas públicas afectadas por las obras, como pueden ser aceras, accesos a locales y fincas adyacentes a la obra y zonas comunes de edificios accesibles a terceros durante trabajos de rehabilitación.

Con este fin se tomarán las siguientes medidas en obra:

- a) El ancho libre mínimo de todas las zonas accesibles a terceros (aceras, rampas, accesos, plataformas, etc) será de 1,20 m.
- b) Las pendientes máximas en zonas accesibles serán del 2% para pendientes transversales y del 8% para pendientes longitudinales.
- c) Las pasarelas serán rectas, de al menos 1,20 m de anchura libre, evitándose giros y esquinas, y contarán con barandilla superior e intermedia a ambos lados.
- d) La superficie de rampas, pasarelas, etc. será antideslizante y sin resaltes distintos al grabado del material que las forma.
- e) En caso de utilizar rampas o pasarelas de material perforado, la abertura y disposición del enrejado será tal que impida el tropiezo de las personas que utilicen bastones o sillas de ruedas.
- f) Los bordillos, escalones y desniveles en general que afecten al acceso y circulación de terceros se salvarán mediante rampas que cumplan con los requisitos dados en los puntos anteriores.

6. INSTALACIONES PROVISIONALES DE SALUBRIDAD

6.1. DESCRIPCIÓN

Los locales para las instalaciones provisionales de salubridad, estarán formados por casetas modulares prefabricadas y normalizadas.

El número de casetas, para cada una de las instalaciones provisionales de salubridad, será variable en el transcurso de la obra, dependiendo de la afluencia de trabajadores en cada momento de la misma y, en el caso de los comedores, del uso o no que hagan los propios trabajadores.

Superficie de vestuario y aseos	18 trabajadores x 2m ² = 36m ²
Nº de módulos necesarios	40 m ² / 14.5m ² /ud = 3 uds
Nº de retretes	36 trabajadores/18 trabajadores = 2 uds
Nº de lavabos	36 trabajadores/9 trabajadores = 4 uds
Nº de duchas	36 trabajadores/9 trabajadores = 4 uds

1.1. ASEOS

Los aseos constarán de casetas prefabricadas con estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido, con ventana de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm, termo eléctrico de 50 l, 2 inodoros, cuatro placas de ducha, pileta de cuatro grifos y un urinario, todo de fibra de vidrio con terminación de gelcoat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica de 220 V con automático.

Tendrán la siguiente dotación:

- 1 Inodoro para cada 20 trabajadores. En cabina individual, con puerta y cierre interior, carga y descarga automática de agua corriente, papel higiénico y percha.



- 1 Lavabo para cada 10 trabajadores. Con agua corriente caliente fría, dotación de espejo, jabón y para secarse las manos.
- 1 Ducha para cada 10 trabajadores. En cabina individual, con agua corriente caliente y fría, con percha y jabonera.

6.2. VESTUARIOS

Cada caseta estará dotada de taquillas individuales y bancos, en cantidad suficiente para el número de trabajadores que vayan a hacer uso de dichos vestuarios, disponiéndose de al menos 2 m² por trabajador y 2,30 m de altura.

Las taquillas metálicas serán individuales de 1,80 m de altura en acero laminado en frío, con tratamiento antifosfatante y anticorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo percha, lamas de ventilación en puerta.

7. PROTECCIONES COLECTIVAS

7.1. BARANDILLAS

Deberán ser rígidas. Se prohíbe expresamente el uso de cables o cualquier material no rígido para la formación de barandillas reglamentarias.

Dispondrán necesariamente de estos tres elementos: Baranda superior, baranda intermedia y rodapié de 15 cm. mínimo.

La altura a partir del nivel de piso o plataforma de trabajo será de 90 cm. a 1 m mínimo. En los casos en que la altura deba ser superior cumplirá al tener una baranda horizontal cada 30cm. como mínimo.

Las redes de plástico solo se podrán colocar como complemento de barandillas que cumplan las condiciones descritas anteriormente o como elemento únicamente de señalización.



7.2. LIONAS Y MALLAS

Se colocarán para impedir la caída de trabajadores y objetos.

Se preverán los anclajes de la lona o malla a la estructura soporte.

7.3. REDES

Verticales

-Todas las redes deben cumplir, a la hora de ser colocadas, lo especificado en las normas UNE-EN-1263-2 para ser eficaces.

- El borde superior de la red de seguridad estará situado como mínimo 1,00 m. por encima del área de trabajo.

- Para la unión de las redes se utilizarán cuerdas de unión de tal manera que no existan distancias mayores a 100 mm dentro del área de la red.

- No está permitido el solapado de redes de seguridad tipo "V".

- La distancia entre soportes "horca" no excederá de 5,0 m. y la distancia entre los dispositivos de anclaje del borde inferior de la red al borde de forjado no excederá de 50 cm.

- Los soportes tipo Horca estarán asegurados frente al giro.

- Las redes deberán almacenarse en lugares libres de humedad, protegidas de las radiaciones U.V., y apartadas de fuentes de calor y de materiales o sustancias agresivas.

- Aunque el montaje suele realizarse a poca altura, normalmente implica un trabajo al borde del vacío, por lo que se preverán los arneses de seguridad necesarios para montadores, con el largo de cuerda adecuado y puntos o zonas de anclaje de los mismos. Se tendrán previstos y dispuestos los medios auxiliares de puesta en obra de los soportes. El montaje debe ser controlado por un mando de la obra y una vez finalizado debe ser revisado, al menos en sus aspectos fundamentales: soportes, anclajes, accesorios, uniones, obstáculos, etc.



Horizontales

- Todas las redes deben cumplir, a la hora de ser colocadas, lo especificado en las normas UNE-EN-1263-2 para ser eficaces.
- Acotar la zona de influencia de caída de objetos.
- Las redes irán cosidas a tope o bien solapadas 1,5 m.
- Las redes serán elegidas y dimensionadas de acuerdo con el tipo de trabajo que se vaya a ejecutar.
- Es necesario dejar espacio de seguridad entre la red y el suelo o cualquier obstáculo, en razón de la elasticidad de la misma.
- La red va enmarcada en todo su contorno por una cuerda, la cual debe recibir en diferentes puntos (aproximadamente cada metro), los medios de fijación previstos para su puesta en obra.
- Se tendrá en cuenta su puesta en obra, posibles movimientos y desmontaje, así como los medios auxiliares necesarios para ello.
- Es importante tener en cuenta su tiempo de duración en obra a la hora de prever posibles sustituciones.
- Una vez recepcionadas en obra se procederá a la revisión de las características de la red y su estado.
- Es importante el almacenaje bajo cubierto y lejos de fuentes de calor. Los pequeños accesorios se guardarán en cajas.

7.4. VALLADO Y DELIMITACION

Se compone de vallas metálicas móviles de módulos prefabricados 3,00x2,00 m. de altura, enrejados de 330x70 mm. y D=5 mm. de espesor, batidores horizontales de D=42 mm. y 1,50 mm. de espesor, todo ello galvanizado en caliente, sobre soporte de hormigón prefabricado de 230x600x150 mm., separados cada 3,00 m., según R.D. 486/97.



8. SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO DE OCUPACION DE LA VIA PÚBLICA

Es de aplicación la Ordenanza Reguladora de la Señalización y Balizamiento de las ocupaciones de las vías públicas por la realización de obras y trabajos (28 de Mayo de 1992).

Debido a las especiales características de la obra (zona urbana), el vallado, señalización y delimitación de la misma irá cambiando de posición según “fases o zonas” parciales de actuación, para interferir lo menos posible en el tránsito peatonal y de vehículos en la vía pública.

En general se adoptarán las siguientes medidas para señalar y balizar las obras:

Toda la zona de actuación será advertida con la señal de “PELIGRO OBRAS”.

La zona de la vía pública que se inutilice para el tráfico, se acotará por medio de vallas en la dirección perpendicular al mismo, tanto en uno como en otro extremo de la obra y en la propia dirección del tráfico. Las vallas serán suficientemente estables y su altura no será inferior a 1 m.

Desde la puesta de sol hasta su salida, o cuando concurren condiciones atmosféricas (oscurecimiento, etc.), que dificulten la visibilidad, se señalará el entorno de la obra mediante balizas luminosas.

Todos los elementos de señalización serán reflectantes.

Se procurará que la circulación, tanto rodada como de peatones, sufra la menor interrupción posible. En cruces de calles o carreteras, entradas de edificios industriales, aparcamientos, etc., se construirán sobre las zanjas pasos de suficiente resistencia para el tráfico mediante planchas de acero.

En las entradas de peatones a edificios habitados se colocarán, además, los adecuados elementos de protección, como banderolas o balaustres, para formar una completa pasarela que asegure el tráfico de forma



expedita y segura. Estos elementos deben quedar perfectamente firmes y seguros.

Cuando la zona de actuación no sea visible a distancia, por encontrarse en cruce de calles, carreteras, o en cambios de rasante, se colocarán otras señales más adelantadas, para prevenir a los vehículos que avanzan hacia la obra:

- Si es necesario limitar la velocidad, se hará en escalones decrecientes progresivos de 30 km/h como máximo, desde la velocidad normal de la vía pública hasta la máxima permitida por las obras.
- Cuando se reduzca en más de 3 m. el ancho de la calzada, se colocará la señal de “paso estrecho” a una distancia de 30 m. antes de la obra, y, junto al lugar de comienzo de la obra, la de “dirección obligatoria”, inclinada 45°.
- Si, en calzada de dos direcciones, se redujese la anchura de la misma hasta el punto de que solo fuese posible la circulación en un sentido, y el tráfico fuese intenso, se colocarán, en ambos extremos de la obra, agentes suficientemente experimentados y aleccionados que regulen el paso de vehículos, de tal forma que las duraciones de las esperas sean lo más breves posibles y lo más aproximadamente iguales para todos los vehículos.

No se colocarán en un mismo poste más de dos señales reglamentarias, debiendo quedar el borde inferior a una distancia del suelo igual o superior a un metro.

Deberá señalizarse convenientemente la presencia de las obras, además de como se ha indicado anteriormente para la seguridad del tráfico rodado, también en zonas de tráfico peatonal, acotando por medio de vallas y señalización reflectante las zonas afectadas por los trabajos, especialmente aquellas en las que sean previsibles incidentes de cualquier tipo.



9. PLAN DE EMERGENCIA

9.1. ACCIDENTES LEVES

Se avisará de inmediato a un servicio médico, que indicará en cada caso si se debe trasladar al accidentado al servicio médico o al centro asistencial de la Mutua.

9.2. ACTUACIÓN ANDTE ACCIDENTE

Siempre que pueda, diríjase al centro asistencial de su Mutua más cercano para recibir asistencia sanitaria. La mayoría de los centros asistenciales permanecen abiertos desde las 8 horas hasta las 20 horas.

Si no recuerda cuál es el centro que se encuentra más próximo o el accidente se produce fuera de este horario, llame al teléfono de urgencias de su Mutua, donde le indicarán a que centro debe acudir.

En el caso de que el accidentado requiera atención médica urgente, trasládalo al centro sanitario más cercano, aunque no pertenezca a la Mutua, y póngase en contacto con la oficina de la Mutua más próxima al centro de trabajo donde ocurrió el accidente.

9.3. EVACUACIÓN DEL ACCIDENTADO

La lesión medular es la afectación del cordón medular espinal, que daña los miembros superiores e inferiores (tetraplejia) o a los miembros inferiores (paraplejia) a nivel motriz y sensitivo, y es producida, generalmente, por accidente de tráfico y por accidente laboral.

Cuando se produce un accidente no se debe mover al herido si carecemos de conocimientos en primeros auxilios, ya que las consecuencias podrían ser peores.

En caso de que la lesión pueda resultar grave, es importante evitar la práctica habitual de la evacuación en coche particular. Se debe esperar la llegada de una ambulancia.



9.4. PRIMEROS AUXILIOS

Principios básicos

1. **Proteger:** En primer lugar, a él mismo y después a la víctima. Podemos evitar nuevos accidentes, si señalizamos el lugar del accidente. Solo si hay peligro para el accidentado se le desplazará, manteniendo en bloque el eje cabeza-cuello-tronco.
2. **Avisar:** Dar el S.O.S., indicando: el número y estado aparente de los heridos, si existen factores que pueden agravar el accidente (caídas de postes eléctricos, peligro de incendio, gases, etc.) y el lugar exacto donde se ha producido el accidente. Saber que de la información que nosotros demos, va a depender tanto la cantidad como la calidad de medios humanos y materiales, que allí nos lleguen.
3. **Socorrer:** Es la finalidad principal de los primeros auxilios, pero para ello hace falta previamente realizar la evacuación del herido.

Principios generales

1. **Estar tranquilo, pero actuar rápidamente:** Con tranquilidad se da confianza a la víctima y a aquellos que se encuentren cerca. Los testigos suelen tener miedo, con frecuencia pánico o están sobreexcitados. El auxiliador ha de dar ejemplo mostrando su tranquilidad.
2. **Hacer una composición de lugar:** Cuando se llega al lugar del accidente no se debe comenzar a actuar curando al primer herido que se encuentre. Pueden haber otros heridos más graves y que, por tanto, necesiten atenderse en primer lugar. Hacer un rápido examen del lugar. Debe intentarse saber si existen heridos ocultos. Hay que darse cuenta también de las posibles fuentes de peligros que aún existan: amenaza de derrumbamiento, ruptura de canalizaciones de gas o de agua, fuego, etc.
3. **Mover al herido con gran precaución:** Jamás se cambiará de sitio al accidentado antes de cerciorarse de su estado y haberle proporcionado los primeros cuidados. Además, un herido grave, no debe ser movilizado excepto por estas tres razones:



- Para poderle aplicar los primeros auxilios;(parada cardio-respiratoria).
 - Evitar el agravamiento de sus heridas.
 - Protegerle de un nuevo accidente. (Peligro de incendio, caída a un barranco, caída de cascotes, etc.).
4. Examinar bien al herido: Investigar si está consciente, si respira, si tiene pulso, si sangra, si tiene fracturas, si presenta quemaduras, si ha perdido el conocimiento, (aunque a nuestra llegada lo haya recobrado) estar bien seguros de no haber dejado escapar nada.
 5. No hacer más que lo indispensable: Si se intentan hacer demasiadas cosas, se retrasará el traslado de la víctima. El papel del auxiliador no es el de reemplazar a los servicios sanitarios, sino que se ha de limitar a proporcionar aquellas medidas estrictamente necesarias para un correcto transporte del herido.
 6. Mantener al herido caliente: Evitar, no obstante, un calor excesivo, manteniéndole a una agradable temperatura. Si hace frío, todo el cuerpo debe ser calentado; para ello lo mejor será envolverlo en una manta.
 7. No dar de beber a una persona inconsciente: En este estado no podrá tragar y existirá peligro de ahogarla al penetrar el líquido en las vías aéreas. Si la víctima conserva la consciencia y no presenta una herida profunda en el vientre, se le puede dar de beber, lentamente, y solo a pequeños sorbos. No darle alcohol, es preferible café o té caliente, sobre todo si hace frío.
 8. Tranquilizar a la víctima: El accidentado tiene miedo. Hay que hablarle ya que está angustiado; el curso de su vida se ha visto truncado bruscamente y padece por los que le acompañan o por su familia. Hay que tranquilizarle, calmar sus temores y levantarle el ánimo. Hay que decirle que hay gente cerca que se ocupa de él, que los servicios de urgencias han sido avisados y que vendrán pronto. No se le debe dejar ver su herida.
 9. No dejar nunca solo al accidentado: El estado del mismo puede gravarse en un corto espacio de tiempo.



Contenido del botiquín

Instrumental básico

- Tijeras y pinzas

Material de curas

- 20 Apósitos estériles adhesivos, en bolsas individuales.
- 2 Parches oculares
- 6 Triángulos de vendaje provisional
- Gasas estériles de distintos tamaños, en bolsas individuales.
- Celulosa, esparadrapo y vendas

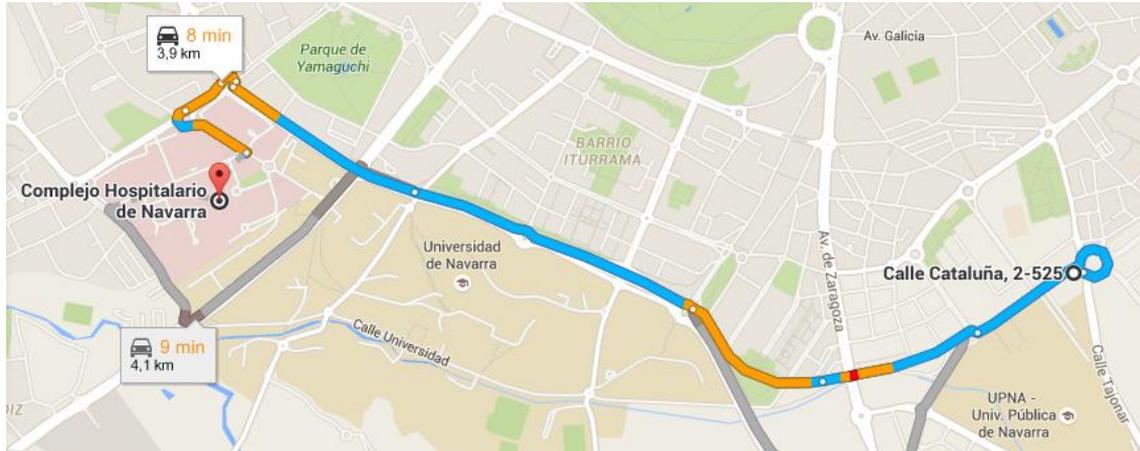
Material auxiliar

- Guantes
- Manta termoaislante
- Mascarilla de reanimación cardiopulmonar

Otros

- Bolsas de hielo sintético.
- Agua o solución salina al 0,9% en contenedores cerrados desechables, si no existen fuentes lavaojos.
- Toallitas limpiadoras sin alcohol, de no disponer de agua y jabón.
- Bolsas de plástico para material de primeros auxilios usado o contaminado
- Se ha de calibrar la necesidad de disponer de una o varias camillas.

Emplazamiento del Complejo Hospitalario de Pamplona



Calle Cataluña, 2-525

31006 Pamplona, Navarra

- ↑** Dirígete hacia el este
4 s (34 m)
- 📍** Sal de la rotonda
34 s (300 m)
- >** Toma Calle Pablo Antoñana y Ronda Azpilagaña hacia Av. de Navarra.
3 min (1,4 km)
- >** Sigue por Av. de Navarra hasta Calle de Irunlarrea.
3 min (1,9 km)
- >** Sigue por Calle de Irunlarrea hasta tu destino.
54 s (300 m)

Complejo Hospitalario de Navarra

Calle Irunlarrea, 3, 31008 Pamplona, Navarra



Normas básica de actuación en caso de evacuación del centro de trabajo

- Oír la señal de ALARMA es oír la orden de evacuación.
- Todos los posibles recorridos de evacuación deben conducir hasta el Punto de Reunión, que será el lugar inmediato a la entrada peatonal a obra.
- Deje todo lo que esté haciendo, abandone sus herramientas o equipos donde no estorben. No pierda el tiempo recogiendo sus pertenencias.
- Compruebe que no queda nadie en su área.
- Siga las indicaciones del encargado de obra o persona que lo sustituya.
- Mantenga el orden y la calma.
- Colabore activamente en la evacuación (ayude a otras personas que necesiten ayuda o que no se han enterado de la señal de alarma).
- En las vías de evacuación deje espacio libre para el paso de personas heridas, camillas, etc.
- NO corra riesgos personales.
- NO realice actuaciones de forma individual sin comunicarlo, pida ayuda.
- NO permanezca en las vías de evacuación, acuda lo antes posible al punto de reunión.
- NO corra en la evacuación.
- NO empuje ni forme aglomeraciones.
- NO regrese bajo ningún concepto.

Pamplona, 11 de Enero de 2017

Fdo: Andrés Aramendia Alfaro



PRESUPUESTO



		Precio unitario	Precio total
Preparación terreno			
Acondicionamiento del terreno	1	87.500,00	87.500,00
Movimiento de tierras	1	23.180,00	23.180,00
Excavaciones de zanjas y pozos	1	4.800,00	4.800,00
Vaciados	1	18.300,00	18.300,00
Transportes de tierras	1	3.000,00	3.000,00
Red de saneamiento horizontal	1	35.800,00	35.800,00
Acometidas	1	20.600,00	20.600,00
Nivelación	1	28.500,00	28.500,00
Construcción			
Cimentación	1	560.000,00	560.000,00
Losas	2600	160,00	416.000,00
Zapatas	205	133,00	27.265,00
Vigas entre zapatas	1	20.000,00	20.000,00
Ligeras para cubiertas	15	25,00	375,00
Muros (fabricación)	1224	25,00	30.600,00
Hormigón armado	1	47.250,00	47.250,00
Paneles Sandwich (aislamiento)	63	43,00	2.709,00
Carpintería			
Puertas	20	184,00	3.680,00
Persianas	5	30,00	150,00
Urinaros	4	300,00	1.200,00
Mesas	5	40,00	200,00
Sillas	15	20,00	300,00
Duchas	12	250,00	3.000,00



	Cantidad	Precio Unitario €	Precio total €
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1,00	83.584,94	83.584,94
Obra civil	1,00	12.215,22	12.215,22
Obra civil para el acondicionamiento del local en el que se va a situar el Centro de transformación: -Tabicado para las celdas de los transformadores. -Puerta de acceso. -Extractor para mejora de refrigeración. -Canalizaciones para la acometida en M.T. y salida en B.T., al igual que de los cables de interconexión entre las celdas de línea, de protección y de medida. -Conexión a tierra perimetral mediante picas.			
Aparata de MT	1,00	43.257,30	43.257,30
Equipos de Media Tensión para la protección y el mando en la instalación del CT: -Cabina de remonte de cables Schneider gama SM6, modelo GAME, referencia SGAME16, de conexión superior por barras e inferior por cable seco unipolar instalados. - Juego de 3 conectores apantallados en "T" para celda RM6. -Cabina disyuntor Schneider gama SM6, modelo DM1D, referencia SDM1DX16, con seccionador en SF6 con mando CS1, disyuntor tipo SFSET en SF6 con mando RI manual, con bobina de apertura Mitop, captadores de intensidad, relé VIP 300P para protección indirecta y enclavamientos instalados. - Cabina de medida Schneider gama SM6, modelo GBCA, referencia SGBCA3316, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, según características detalladas en memoria, instalados. - Dos cabinas ruptofusible Schneider gama SM6, modelo QM, referencia JLJSQM16BD, con interruptor seccionador en SF6 con mando C11			



manual, bobina de apertura, fusibles con señalización fusión, seccionador p.a.t, indicadores presencia de tensión y enclavamientos instalados.			
Transformador de potencia	1,00	19.063,80	19.063,80
Transformador trifásico en baño de aceite, con refrigeración natural, de 400 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada, 13,2 kV de tensión del primario y 400 V de tensión del secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia, y grupo de conexión Dyn11. Según UNE 21428, UNE-EN 50464 e IEC 60076-1			
Equipos de BT en el CT	1,00	5.484,00	5.484,00
Cuadro de Baja Tensión en el Centro de Transformación, para la protección de la instalación mediante un interruptora automático			
Sistema de puesta a tierra en CT	1,00	2.566,73	2.566,73
Sistema de puesta a tierra para protección del CT: -Puesta a tierra mediante picas de 2 metros de longitud, con cable de cobre desnudo.			
Varios	1,00	997,89	997,89
Elementos varios en el Centro de Transformación: -Extintor -Banqueta de trabajo -Guantes de trabajo -Placa peligro de muerte -Placa de primeros auxilios con su respectivo botiquín			
CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN	1,00	1.480,00	1.480,00
Cuadro eléctrico tipo armario para montaje superficie, de Schneider o equivalente aprobado, en chapa de acero y revestimiento anticorrosivo con polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, protección IP 305.415, con dos puertas delanteras, la primera de ellas transparente y abisagrada, la segunda ciega y desmontable, conteniendo cerradura con llave, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas,			



pruebas y puesta en marcha. Calculado para un posible aumento del 20%. Dimensiones: 600x550x148mm.			
CUADRO GENERAL DISTRIBUCIÓN	1,00	1,480,00	1,480,00
Cuadro eléctrico tipo armario para montaje superficie, de Schneider o equivalente aprobado, en chapa de acero y revestimiento anticorrosivo con polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, protección IP 305.415, con dos puertas delanteras, la primera de ellas transparente y abisagrada, la segunda ciega y desmontable, conteniendo cerradura con llave, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha. Calculado para un posible aumento del 20%.			
CUADROS SECUNDARIOS	1,00	9.076	9.076
Cuadro Secundario Máquinas 1-3	1,00	1.121,00	1,121,00
Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 600x550x148 mm., grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su			



montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.			
Cuadro Secundario Máquinas 4-6	1,00	1.121,00	1.121,00
Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 600x550x148 mm., grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.			
Cuadro Secundario Máquinas 7-12	1,00	1,300,00	1.300,00
Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 600x550x148 mm., grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las			



funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.			
Cuadro Secundario Iluminación Fabricación	1,00	1,121,00	1,121,00
Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 600x550x148 mm., grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1 K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.			
Cuadro Secundario Piso Superior	1,00	1,050,00	1.050,00
Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 600x550x148 mm.,			



grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1 K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.			
Cuadro Secundario Piso Inferior	1,00	1.121,00	1.121,00
Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 600x550x148 mm., grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1 K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.			
Cuadro Secundario Ascensores	1,00	1,121,00	1.121,00
Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera			



<p>transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 600x550x148 mm., grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1 K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexión de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.</p>			
Cuadro Secundario Auxiliar	1,00	1,121,00	1,121,00
<p>Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 600x550x148m., grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1 K1 (AS), embarrado 210 estándar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de</p>			



cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.			
PERÍMETRO DE TIERRA	1,00	6.508,78	6.508,78
Estructura	1,00	5.845,78	5.845,78
Tierra perimetral realizada con cable de cobre desnudo de 150 mm ² , arquetas, picas de 1,5 m de longitud y 14mm de diámetro y soldadura aluminotérmica. Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 150 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3. Se considera la estructura enterrada, no los cables de tierra de los demás elemento.			
Picas Tierra Nave	12	18,00	216,00
Se emplearán picas de acero cobreado de 1,5m de longitud y 14mm de diámetro.			
Picas Tierra C.T.	15	25,00	375,00
Se emplearán picas de acero cobreado de 1,5m de longitud y 14mm de diámetro.			
CONDUCTORES DE FUERZA	1,00	27.857,06	27.857,06
H 07 Z1 2x10 Cu	75	5,00	375,00
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 10 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.			
H 07 Z1 3x10 Cu	219	6,66	1.458,54
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 10 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.			
H 07 Z1 3x26 Cu	74	9,48	701,52
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5			



(-K) de 16 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.			
H 07 Z1 3x25 Cu	15	19,02	285,30
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 25 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.			
H 07 Z1 3x50 Cu	103	38,27	3.941,81
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 50 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.			
H 07 Z1 3x95 Cu	91	72,50	6.597,50
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 10 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.			
H 07 Z1 4x10 Cu	130	8,88	1.154,40
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.			
H 07 Z1 4x16 Cu	166	12,64	2.098,24
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 50 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3. Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 25 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.			
H 07 Z1 3x25/16 Cu	65	51,05	3.318,25



Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 150 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0.6/1 KV. Según UNE 21031-3.			
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 95 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0.6/1 KV. Según UNE 21031-3.			
H 07 Z1 3x240/150 Cu	50	158,53	7.926,50
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de Aluminio clase 5 (-K) de 240 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.			
CONDUCTORES A TIERRA	1,00	21.473,65	21.473,65
H 07 Z1 16 Cu	597,30	3,16	1.887,47
Cable unipolar H07V-K con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.			
H 07 Z1 25 Cu	359,99	6,34	2.282,34
Cable unipolar H07V-K con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.			
H 07 Z1 95 Cu	718,75	23,98	17.235,63
Cable unipolar H07V-K con conductor de cobre clase 5 (-K) de 95 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.			
H 07 Z1 150 Cu	2,40	28,42	68,21
Cable flexible de General Cable RZ1-K 0,6/1Kv con cubierta exterior de Poliefina termoplástica libre de halógenos y aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)			
ILUMINACIÓN	1,00	65.905	65.905
4ME550 P-WB 1xHPI-P400W-BU-P SGR +9ME	77	450,00	34.650
Luminaria para interiores, de forma campana de la colección Megalux.			



Utilizada para la zona de producción. Designación A en planos. Se incluyen precios de las lámparas asociadas y demás elementos necesarios.			
TCH481 2xTL-D58W HFP M2_950	30,00	285,00	8.550
Luminaria empleada en el almacén, vestuarios y archivo. Designación B en planos. Se incluyen precios de las lámparas asociadas y demás elementos necesarios.			
TBS769 2xTL5-14W HFP M7-830	7,00	190,00	1.330
Luminaria empleada en la zona de entrada y recepción. Designación C en planos. Se incluyen precios de las lámparas asociadas y demás elementos necesarios.			
DN130B D217 1xLED20S/830	73,00	110,00	8.030
Luminaria empleada en el pasillo del piso superior, los despachos y la sala de reuniones. Designación D en planos. Se incluyen precios de las lámparas asociadas y demás elementos necesarios.			
TCW060 2xTL-D18W HF-940	8,00	190,00	1.520
Luminaria empleada en los baños, tanto del piso superior como del inferior. Designación E en planos. Se incluyen precios de las lámparas asociadas y demás elementos necesarios.			
FPK450 1xPL-T/4P42W HFP M-D450_830	15,00	295,00	4.425
Luminaria empleada en la sala de mejora del FP y centro de transformación. Designación F en planos. Se incluyen precios de las lámparas asociadas y demás elementos necesarios.			
BVP506 GC T15 1xEco121-3S/757 A/60	20,00	370,00	7.400
Luminaria empleada en la iluminación exterior. Designación G en planos. Se incluyen precios de las lámparas asociadas y demás elementos necesarios.			



DISEÑO	340	20,00	6.800,00
SUMA PRESUPUESTO			1.548.701,33
BENIFICIO INDUSTRIAL (20%)			309.740,27
GASTOS INDUSTRIALES (9%)			154.870,13
I.V.A (21%)			424.223,46
TOTAL			2.444.335,19

Pamplona, 11 de Junio de 2017

Fdo: Andrés Aramendia Alfaro



BIBLIOGRAFÍA



- García, J. (2012). *Electrotecnia*. España: Paraninfo
- Moreno, N. (2004). *Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión*. España: Paraninfo
- Sanz, J.L. (2008). *Soluciones a problemas en baja y alta tensión*. España: Paraninfo
- R.E.B.T. Reglamento electrotécnico para baja tensión
- BAJA, R. E. P., & DE ENLACE, I. N. S. T. A. L. A. C. I. O. N. E. S. Guía Técnica de aplicación del Reglamento electrotécnico para baja tensión
- Código Técnico de Edificación
- Iberdrola. (2009). *Proyecto tipo de línea subterránea de baja tensión*. (MT 2.51.01)
- Iberdrola. (2004). *Especificaciones particulares para instalaciones de enlace*. (MT 2.80.12)
- YouTube. (2016). Diseño Industrial COMO SE HACE LAS OLLAS DE ACERO INOXIDABLE. [Online]. Disponible en:
<https://www.youtube.com/watch?v=mj5TGV7uATk>
- Documentación técnica de aparellaje. Grupo Schneider
- Catálogo Tarifa Alumbrado Profesional 2016 de Philips

PROGRAMAS UTILIZADOS

- Microsoft Office (Word, Excel)
- DIALux evo 6
- Autodesk Autocad 2015