



## Trabajo Fin de Grado

Instalación Eléctrica en Media y Baja Tensión de  
la Presa de Nagore (Navarra)

Medium and Low Voltage Electrical Installation  
of Nagore's Dam (Navarra)

Autor

Adrián Pina Yeregui

Director

Antonio Joaquín Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura / Universidad de Zaragoza  
2018



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D<sup>a</sup>. \_\_\_\_\_,

con nº de DNI \_\_\_\_\_ en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster) \_\_\_\_\_, (Título del Trabajo)

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza,

*S. M. J.*

Fdo: \_\_\_\_\_

## **DATOS GENERALES**

**EMPLAZAMIENTO:** VALLE DEL ARCE – NAGORE (NAVARRA)

**TENSIÓN DE SUMINISTRO:** 20 kV

**COMPAÑÍA SUMINISTRADORA:** IBERDROLA S.A.U.

**POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR:** 50 kW

**PRESUPUESTO TOTAL:**

PRESUPUESTO PARTE A + PRESUPUESTO PARTE B = 189.728,68 €

# PARTE A:

## LÍNEA AÉREA, CONVERSIÓN AÉREA-SUBTERRÁNEA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

### ÍNDICE

- MEMORIA Y ANEXOS
- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS
- PLANOS
- PRESUPUESTO

## PARTE A - MEMORIA

Instalación Eléctrica en Media y Baja Tensión de  
la Presa de Nagore (Navarra)

Medium and Low Voltage Electrical Installation  
of Nagore's Dam (Navarra)

Autor

Adrián Pina Yeregui

Director

Antonio Joaquín Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura / Universidad de Zaragoza  
2018

Adrián Pina Yeregui  
2

# ÍNDICE

- 1. PROMOTOR**
- 2. TITULAR**
- 3. EMPLAZAMIENTO**
- 4. ANTECEDENTES**
- 5. OBJETO DEL PROYECTO**
- 6. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN**
- 7. SUMINISTRO**
  - 7.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA AÉREA**
  - 7.2 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA**
  - 7.3 POTENCIA DE TRANSFORMACIÓN**
- 8. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES**
  - 8.1 DESCRIPCIÓN GENERAL Y TRAZADO DE LA LÍNEA**
  - 8.2 CONVERSIÓN AÉREA-SUBTERRÁNEA**
  - 8.3 LÍNEA SUBTERRÁNEA**
  - 8.4 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS**
  - 8.5 CONDUCTORES**
  - 8.6 AISLAMIENTO Y HERRAJES**
  - 8.7 CRUCETAS**
  - 8.8 APOYOS METÁLICOS**
  - 8.9 CIMENTACIONES**
  - 8.10 ENTRONQUE**
  - 8.11 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**
- 9. INSTALACIONES SECUNDARIAS**
  - 9.1 ALUMBRADO**
  - 9.2 BATERÍA DE CONDENSADORES**
  - 9.3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**
  - 9.4 VENTILACIÓN**
- 10. PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA**
- 11. CONCLUSIÓN**

## 1. PROMOTOR

El encargo del proyecto es la CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO con C.I.F: Q5017001H, y domicilio en el Paseo Sagasta 24-26, 50006 Zaragoza.

## 2. TITULAR

Razón Social:	Confederación Hidrográfica del Ebro
N.I.F.:	Q-5017001-H
Domicilio social:	Paseo Sagasta 24-26, Zaragoza

## 3. EMPLAZAMIENTO

La Conversión Aéreo-Subterránea se realizará en el apoyo N°5 que formará un vano con el apoyo N°4 de la línea de 20 kV denominada AOIZ-NAGORE en el término municipal de Arce, Navarra. Este vano quedará en propiedad de IBERDROLA DISTRIBUCIÓN S.A.U.

## 4. ANTECEDENTES

Se redacta el presente proyecto de la instalación Eléctrica en Baja Tensión para la presa de cola de Nagore, ubicado en las cercanías aguas abajo del núcleo de Nagore, a petición de “Confederación Hidrográfica del Ebro”, con CIF Q5017001H y a instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de Zaragoza.

## 5. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente es el de exponer ante los Organismos Competentes que la instalación que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

## 6. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN

A las instalaciones proyectadas le son de aplicación las reglamentaciones siguientes:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica, según Decreto de 12 de marzo de 1.984, B.O.E. de 28 de mayo de 1984 e Instrucciones Complementarias.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo según Decreto 432/1971 de 11 de marzo y Orden de 9 de marzo de 1.971 por la cual se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Reglamento Electrotécnico B.T. e Instrucciones Complementarias según Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. nº 224 de fecha 18 de septiembre de 2.002.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Normas UNE de obligado cumplimiento publicadas por el Instituto de Racionalización y Normalización.
- Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de IBERDROLA.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE-IPT y NTE-IPP. Directrices de la normativa de puestas a tierra VDE y de puesta a tierra en cimentaciones VDEW.
- Normativa VDE.0185 y DIN.57185, partes 1 y 2, y normativa internacional del Comité Electrotécnico Internacional CEI.1024.1 (1.990) (recogida en la UNE 21.185-95) para instalaciones de protección contra el rayo.

## 7. SUMINISTRO

El sistema eléctrico primario en Media Tensión será suministrado por la compañía **IBERDROLA DISTRIBUCIÓN S.A.U.**, a 20.000 V, corriente alterna trifásica, 50 Hz.

La medición de la energía se realizará en Media Tensión.

La tensión de utilización será de 420/230 V, tres fases, cuatro conductores, neutro puesto a tierra, 50 Hz.

### 7.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA AÉREA

Tensión de servicio inicial:	20.000 V
Tensión de servicio nominal:	20.000 V
Tensión máxima asignada:	24.000 V
Potencia máxima de cortocircuito:	500 MVA
Intensidad máxima de cortocircuito trifásico admisible	20.000 A
Zona	B
Longitud	253,5 m
Nº de vanos	3

### 7.2 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

Tensión de servicio inicial:	20.000 V
Tensión de servicio nominal:	20.000 V
Tensión máxima asignada:	24.000 V
Potencia máxima de cortocircuito:	500 MVA
Intensidad máxima de cortocircuito trifásico admisible	20.000 A
Longitud	1.080 m

## 7.3

**POTENCIA DE TRANSFORMACIÓN**

Se indican a continuación las potencias de los principales elementos de la Presa de Nagore:

**ELEMENTOS EN LA PRESA POTENCIA (W)***Cámara de compuertas:*

4 Compuertas Bureau de 0,75 x 0,90: 10.000 W

*Puente grúa de 10 Tm:*

Puente grúa de 10 Tm: 11.000 W

*Alumbrado exterior:*

100 Balizas en coronación: 1.100 W

2 Proyector LED 200w: 400 W

4 Proyector LED 120w: 480 W

2 Proyector halógenos metálicos 400w: 800 W

2 Proyector LED 160w: 320 W

*Alumbrado interior:*

2 Proyector halógenos metálicos 400w: 800 W

5 Pantallas Fluorescentes 2 x36 W: 288 W

Fuerza usos varios: 14.800 W

Equipos de control y comunicaciones 8.900 W

**POTENCIA TOTAL (W)..... 48.888 W**

De acuerdo con la estimación de cargas prevista, la potencia nominal de transformación será la siguiente:

Potencia máxima prevista: 48,89 kW

Factor de potencia ( $\cos \phi$ ): 0,90

Potencia nominal de transformación: 50 kVA

Sobredimensionado: 0 %

Se colocará un Transformador así como un grupo electrógeno de emergencia. Ambos de 50kVA.

## 8. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES

### 8.1. DESCRIPCIÓN GENERAL Y TRAZADO DE LA LÍNEA

Para dar servicio a la Presa se construirá una Línea Aérea de Media Tensión a 20 KV, con origen en el apoyo Nº1 y que contará de 4 apoyos (apoyo Nº2, Nº3, Nº4 y Nº5) y terminará en una conversión aéreo-subterránea para dar servicio al Centro de Transformación en el que albergará un Transformador de 50 kVA, este será en caseta prefabricado de Hormigón de tipo interior y albergará las celdas de línea, protección y medida. Estará ubicado al lado de la Presa, de esta caseta partirá una línea subterránea hasta la caseta del grupo, donde está ubicado el Grupo Electrógeno de 50 kVA, este también será en caseta prefabricado de Hormigón. Los edificios estarán ubicados en el interior de la parcela.

La instalación de línea aérea, línea subterránea y Centro de Transformación se realizará según normas de la Compañía suministradora (IBERDROLA), en previsión de una futura cesión. El entronque será en el Poste Nº1, se colocará la cruceta de derivación para la nueva línea, con un vano flojo hasta el apoyo Nº2.

A unos 20 metros de este poste, se colocará el primer apoyo de la nueva línea, que hará de límite entre la línea existente y la nueva línea que alimentará a la Presa. Se colocará en este apoyo un seccionador tripolar en carga con mando por estribo, posteriormente a este apoyo, se colocarán 2 apoyos de alineación hasta llegar al apoyo Nº4, donde se colocará un Seccionador con portafusibles XS, un juego de pararrayos autoválvulas y la conversión aéreo-subterránea.

La longitud de la línea es de 253,5 m, quedando emplazada en zona B, en su recorrido, discurre a través del término municipal de Nagore.

### 8.2. CONVERSIÓN AÉREA-SUBTERRÁNEA

Para realizar la nueva acometida subterránea, se colocará un apoyo de 3.000 Kg de esfuerzo en punta y 10 metros de altura que servirá de transición aérea-subterránea de la línea.

En este apoyo se colocarán los fusibles XS así como autoválvulas (protecciones para rayos) y botellas para conexión del cable desnudo Al-Ac LA-56 a cable subterráneo aislado seco extruído del tipo DHZ1 12/20kV de 3x1x240mm<sup>2</sup> de sección.

### 8.3. LÍNEA SUBTERRÁNEA

La línea unirá el Centro de Transformación (celda de entrada) con la red de Media Tensión subterránea DHZ1 de 3x1x240mm<sup>2</sup> de sección.

La línea es trifásica, y el cable será de Aluminio con aislamiento DHZ1 12/20kV y sección 240 mm<sup>2</sup>. La línea de media tensión, desde el poste conversión aéreo-subterránea hasta el CT irá bajo tubo de 160 mm. y tendrá una longitud de 1.080 m. Para ello se abrirá una zanja de 0,35 m de anchura y 0,7 m de profundidad, tendiéndose los tubos sobre un lecho de 5 cm de espesor de arena. A continuación, se colocará otra capa de 10 cm sobre el tubo y a 10cm del firme se colocará una cinta de atención y señalización. Posteriormente se rellanará el resto de la zanja con tierra adecuada.

### 8.4. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

No son de aplicación en estos casos las prescripciones de seguridad reforzada.

## 8.5. CONDUCTORES

Se emplearán conductores del tipo denominado de aluminio con alma de acero, según condiciones de las compañías suministradoras, de designación LA-56.

Los empalmes y las conexiones de conductores no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 90 por 100 de la carga del cable empalmado.

La conexión de conductores, tal y como ha sido definida en el presente apartado, sólo podrá ser realizada en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el bucle entre cadenas horizontales de un apoyo, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20 por 100 de la carga de rotura del conductor.

Se prohíbe colocar en una instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor.

Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

El conductor será de tipo aluminio-acero 47-AL1/8-ST1A (código antiguo LA-56), cuyas Características generales son las siguientes:

Sección Al: 46,8 mm<sup>2</sup>

Sección Acero: 7,79 mm<sup>2</sup>

Sección total: 54,6 mm<sup>2</sup>

N.º alambres:

Aluminio: 6

Acero: 1

Diámetro de alambre:

Aluminio: 3,15 mm

Acero: 3,15 mm

Diámetro:

Alma: 3,15 mm

Conductor: 9,45 mm

Peso del conductor: 0,190 Kg/m

Coeficiente de dilatación lineal: 19,1 x 10<sup>-6</sup> °C-1

Resistencia eléctrica a 20°C: 0,614 ohm/Km

Reactancia kilométrica: 0,401 ohm/Km

Intensidad admisible: 196 A

## 8.6. ASILAMIENTO Y HERRAJES

Los aisladores utilizados en las líneas serán de vidrio de características adecuadas a su función. Las partes metálicas de los aisladores estarán protegidas adecuadamente contra la acción corrosiva de la atmósfera.

La cadena de aisladores a emplear estará formada por 4 aisladores de vidrio tipo 4XBS70-125, con una longitud individual de 127 mm y una longitud total de 508 mm. de las siguientes características:

- 1 Grillete GN16
- 1 Anilla bola tipo AB16
- 1 Rotula larga tipo R16P
- 1 Grapa de amarre
- 4 Aisladores del tipo U 70 BS (CEI-305) en vidrio templado, de las siguientes características:

Tipo .....	U 70 BS
Paso .....	127 mm
Dimensión acoplamiento .....	16
Línea de fuga por unidad.....	320 mm
Carga de rotura mínima .....	70 kN
Tensión a frecuencia industrial	
de 1 min. en seco .....	205 kV
de 1 min. bajo lluvia.....	135 > 70 kV
Tensión al impulso de choque en seco.....	320 > 170 kV

Los herrajes serán de diseño adecuado a su función mecánica y eléctrica y deberán ser prácticamente inalterables a la acción corrosiva de la atmósfera, muy particularmente en los casos que fueran de temerse efectos electrolíticos. Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el cable del 90 por 100 de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca un deslizamiento.

- Seccionador – Tripolar con mando por estribo
  - Tensión nominal: 24 kV
  - Intensidad nominal: 400 A
- Seccionador – Cortacircuitos de expulsión Tipo "XS"
  - Tensión nominal: 24 kV
  - Intensidad nominal: 200 A
  - Calibre del Eslabón: 16 A
- Pararrayos autoválvulas
  - Tensión nominal: 21 kV
  - Corriente de impulso: 10 kA

Las características principales del elemento aislador figuran en el anexo de cálculo del proyecto.

## 8.7. CRUCETAS

Las crucetas a utilizar serán metálicas galvanizadas por inmersión en caliente, capaces de soportar los esfuerzos a que estén sometidas, y con las distancias adecuadas a los vanos contiguos. La disposición y tipo de crucetas empleadas es la siguiente.

Apoyo	Tipo	Constitución	Montaje	D.Cond. Cruceta (m)	a Brazo Superior (m)	b Brazo Medio (m)	c Brazo Inferior (m)	d D.Vert. Brazos (m)	e D.eje jbalcón (m)	f D.ref. jbalcón (m)	g Altura Tirante (m)	Peso (daN)
1	Ppo Línea	Celosía recto	Bóveda Plana	2,5	2,5			1,3	1,25	0,6		230
2	Alin-Am	Celosía recto	Bóveda Triangular	2,55	2,5	0,5	0,6	0,6	1,1	0,6		128
3	Alin-Am	Celosía recto	Bóveda Triangular	2,55	2,5	0,5	0,6	0,6	1,1	0,6		128
4	Fin Línea	Celosía recto	Bóveda Plana	2,5	2,5			1,3	1,25	0,6		230

## 8.8. APOYOS METÁLICOS

En los apoyos de acero, así como en elementos metálicos de los apoyos de otra naturaleza no se emplearán perfiles abiertos de espesor inferior a cuatro milímetros. Cuando los perfiles fueran galvanizados por inmersión en caliente, el límite anterior podrá reducirse a tres milímetros. Análogamente, en construcción remachada o atornillada no podrán realizarse taladros sobre flancos de perfiles de una anchura inferior a 35 mm.

No se emplearán tornillos ni remaches de un diámetro inferior a 12 mm.

Según todo lo expuesto, los apoyos a colocar son los siguientes:

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Segur. gr.sex.	Angulo	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf. Secund. (daN)	Esf.punta c.Tors. (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)	Esf.Ver. c.Tors. (daN)	Esfuer. Torsión (daN)	Dist. Torsión (m)	Peso (daN)
1	Ppo Línea	Celosía recto	N		10	2.000		1.150	2.200	900	1.350	1,5	442
2	Alineación	Celosía recto	N		12	1.000		550	1.500	600	700	1,5	364
3	Alineación	Celosía recto	N		14	1.000		550	1.500	600	700	1,5	448
4	Fin Línea	Celosía recto	N		10	3.000		2.000	2.500	1.000	1.500	1,5	549

## 8.9. CIMENTACIONES

Para una eficaz estabilidad de los apoyos, éstos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo. Se cuidará de su protección en el caso de suelos y aguas que sean agresivos.

## 8.10. ENTRONQUE

La conexión de la línea derivada con la principal se hará en un "puente flojo" de ambas, quedando prohibido que los conductores ejerzan esfuerzos mecánicos de tracción sobre las piezas de conexión, para lo cual el primer apoyo de la línea derivada se situará preferentemente a una distancia inferior a 20 m del apoyo de entronque.

El entronque será en el Poste N°1 de la Línea de alimentación de la Presa, en este se colocará la cruceta de derivación para la nueva línea, el apoyo mantendrá la altura y separación entre conductores existentes en ésta, y tendrá un mínimo de 1.000 kg de esfuerzo en punta con, con un vano flojo hasta el apoyo N°2, donde se colocará un seccionador tripolar en carga con mando por estribo y una banqueta aislante.

## 8.11. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El Centro de Transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-60298.

La acometida del mismo será subterránea, se alimentará en punta de la red de media tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20kV y una frecuencia de 50Hz, siendo la compañía eléctrica distribuidora IBERDROLA S.A.U.

Las celdas a emplear serán del modelo NORMAFIX de EFACEC o similar, están compuestos por unidades modulares estandarizadas con aislamiento mixto en aire / gas (SF6) del tipo protegido Metal Enclosed, estas tienen los equipos de seccionamiento aislados en SF6. Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- Compartimento de aparellaje
- Compartimento del juego de barras
- Compartimento de conexión de cables
- Compartimento de mando
- Compartimento de control

### Características de la red eléctrica

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito 14,43 kA.

### Características del local de centro de transformación

Se detallan a continuación las condiciones mínimas que debe cumplir el local para poder albergar el C.T.:

- Acceso de personas: el acceso al C.T. estará restringido al personal de la Cía. Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía. Eléctrica. La(s) puerta(s) se abrirá(n) hacia el exterior y tendrán como mínimo 2,10 m. de altura y 0,90 m. de anchura.
- Acceso de materiales: las vías para el acceso de materiales deberán permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos pesados hasta el local. Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán una luz mínima de 2,30 m. de altura y de 1,40 m. de anchura.
- Dimensiones interiores y disposición de los diferentes elementos: ver planos correspondientes.
- Paso de cables A.T.: para el paso de cables de A.T. (acometida a las celdas de llegada y salida) se preverá una bancada de obra civil de dimensiones adecuadas cuyo trazado figura en los planos correspondientes.
- La bancada deberá tener la resistencia mecánica suficiente para soportar las celdas y sus dimensiones en la zona de celdas serán las siguientes: una anchura libre de 600 mm., y una altura que permita darles la correcta curvatura a los cables. Se deberá respetar una distancia mínima de 100 mm. entre las celdas y la pared posterior a fin de permitir el escape de gas SF6 (en caso de sobrepresión demasiado elevada) por la parte debilitada de las celdas sin poner en peligro al operador.
- Fuera de las celdas, la bancada irá recubierta por tapas de chapa estriada apoyadas sobre un cerco bastidor, constituido por perfiles recibidos en el piso.
- Se dispondrá un foso de recogida de aceite por transformador con revestimiento resistente y estanco. Su capacidad mínima se indica en el capítulo de Cálculos. En dicho foso o cubeta se dispondrá, como cortafuegos, un lecho de guijarros.
- Acceso a transformadores: una malla de protección impedirá el acceso directo de personas a la zona de transformador. Dicha malla de protección irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección.
- Piso: se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará al sistema de tierras a fin de evitar diferencias de tensión peligrosas en el interior del C.T. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.
- Ventilación: se dispondrá de rejillas para refrigerar el local por ventilación natural. El caudal de aire mínimo necesario se indica en el Capítulo de Cálculos.

- El C.T. no contendrá otras canalizaciones ajenas al mismo y deberá cumplir las exigencias que se indican en el pliego de condiciones respecto a resistencia al fuego, condiciones acústicas, etc.

### **Características de la aparamenta de Alta Tensión**

#### **Características generales de las celdas NORMAFIX**

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:

A frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.

A impulso tipo rayo: 125 kV cresta.

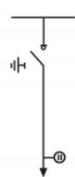
- Corriente nominal
 

• Embarrado:	630A
• Llegada/salida:	400A / 630A
• Protección por fusible:	200A
• Protección por interruptor automático:	630A

- Intensidad nominal admisible de corta duración:

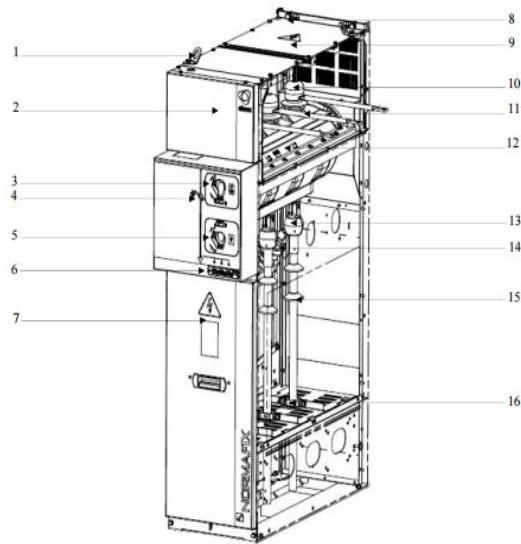
Durante un segundo: 16 kA ef.

- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta es decir, 2,5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Temperatura ambiente: -5 a 40°C
- Presión de llenado nominal (20°C): 0,3 bar rel
- Índice de protección
  - IP65 (Compartimento media tensión)
  - IP3XC (Compartimento mecanismo de mando)
  - IP3XC (Compartimento cables)
  - IK09 (Compartimento media tensión)

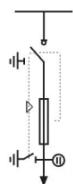


### Celda de línea modelo IS

Celda modular de línea NORMAFIX 24KV 400A 16kA, para entrada/salida de cables equipada con interruptor seccionador ISF (con mando CI1).

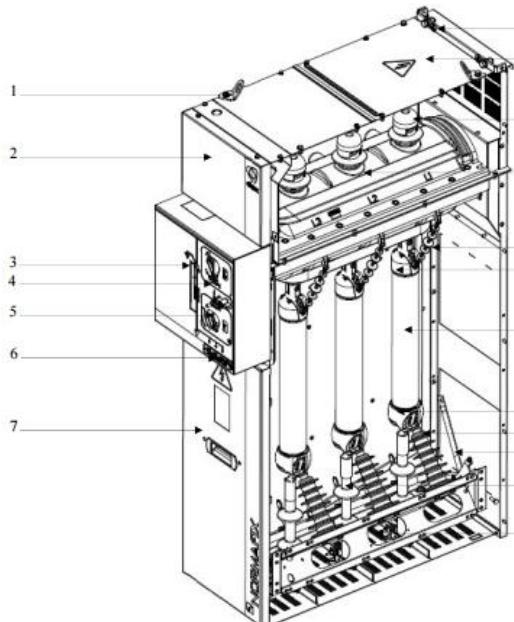


- 1.- Piezas auxiliares para izar la celda
- 2.- Compartimento de baja tensión
- 3.- Mando del seccionador de tierra
- 4.- Señalización mecánica de estado del Interruptor
- 5.- Mando del Interruptor
- 6.- Señalización de presencia de tensión
- 7.- Panel de acceso a los cables MT
- 8.- Conexión para el circuito de tierra
- 9.- Panel de acceso al embarrado
- 10.- Tapón deflector de embarrado
- 11.- Embarrado
- 12.- Interruptor seccionador
- 13.- Conexiones de los cables MT
- 14.- Soporte aislador capacitivo
- 15.- Cables MT
- 16.- Sujeción de cables



### Celda de Protección modelo CIS

Celda modular NORMAFIX 24KV 400A 16KA modelo CIS, para protección de transformador equipada con portafusibles e interruptor seccionador ISF (Con mando CI2).



- 1.- Piezas auxiliares para iar la celda
- 2.- Compartimento de baja tensión
- 3.- Señaliz. Mec. de estado de Interruptor
- 4.- Mando del seccionador de tierra
- 5.- Mando del Interruptor
- 6.- Señalización de presencia de tensión
- 7.- Panel de acceso a los cables MT
- 8.- Conexión para el circuito de tierra
- 9.- Panel de acceso al embarrado
- 10.- Tapón deflector de embarrado
- 11.- Interruptor seccionador
- 12.- Sistema de disparo protección fusible
- 13.- Soporte superior de fusibles
- 14.- Fusibles MT
- 15.- Soporte inferior de fusibles
- 16.- Soporte aislador capacitivo
- 17.- Seccionador de tierra adicional
- 18.- Cables MT
- 19.- Sujeción de cables



### Celda de medida modelo M

Celda modular de medida NORMAFIX 24kV 400A 16kA. Celda para medida de tensión y corriente (opcionalmente con señalización de presencia de tensión). Incluye 3 transformadores de tensión, 3 transformadores de intensidad y embarrado de conexión e incluye puente de conexión al automático.

### Transformador.

Será una máquina trifásica reductora de tensión marca JARA o similar, siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV y la tensión a la salida en carga de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro.

El transformador a instalar será en baño de aceite y con una conexión Yzn11 y 50Hz según normas UNE 21428-1.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21.428 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 50 kVA.
- Tensión nominal primaria: 20.000 V.
- Regulación en el primario: 0% +/-2,5% +/-5%
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 4 %.
- Grupo de conexión: Yzn11.
- Nivel de aislamiento:

Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s: 125 kV.

Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min: 50 kV.

### Conexión en el lado de Alta Tensión.

Juego de interconexiones de media tensión, para interconexión entre celda de medida y el transformador (cono-cono) con cable de 50mm<sup>2</sup> de AL. De tensión de aislamiento 12/20kV.

### **Conexión en el lado de Baja Tensión**

Juego de puentes de Baja Tensión (3F+1N) 240mm<sup>2</sup> 0,6/1kV Aluminio (Al), para el conexionado entre el transformador y el Cuadro de Baja Tensión.

### **Medida de la energía eléctrica**

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL o similar, modelo PL107 /AT-ID de dimensiones 750mm de alto x 1.000mm de largo y 300mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Regleta de verificación normalizada por la Compañía Suministradora.
- Contador de energía activa.
- Contador de Energía Reactiva.
- Módulo electrónico de tarificación.

El armario de contadores será el modelo CMAT- 1-2 según normativa IBERDROLA.

### **Dispositivo térmico de protección**

Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.

## 9. INSTALACIONES SECUNDARIAS

### 9.1. ALUMBRADO

En el interior del Centro de Transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalizará los accesos al Centro de Transformación.

### 9.2. BATERÍA DE CONDENSADORES

No procede.

### 9.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

### 9.4. VENTILACIÓN

La ventilación del Centro de Transformación se realizará de modo natural mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la reja de entrada de aire en función de la potencia del mismo según se relaciona.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

Potencia del transformador (kVA)	Superficie de la reja mínima(m <sup>2</sup> )
50	0,11

## 10. PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.

Según el decreto foral 129/1991 de 4 de abril del gobierno de Navarra por el que se aprueban las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas con objeto de proteger la avifauna, se obtiene que:

- Para la categoría de instalaciones de nueva construcción se debe cumplir:
- Se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión o cualquier otra medida correctora para evitar la electrocución de las aves.
- Los apoyos de alineación tendrán que cumplir las siguientes distancias mínimas accesibles de seguridad.
  - Entre conductor sin aislar y zona de posada sobre la cruceta, de 0,7 m.
  - Entre conductores, de 1,5 m.

*Los apoyos se proyectarán con cadenas de aisladores suspendidos o de amarre pero nunca rígidos. Además, la fijación de las cadenas de aisladores en las crucetas se realizará mediante cartelas que permitan mantener una distancia mínima de 0,7m entre la zona de posada y el conductor en tensión.*

- Se instalarán salvapájaros o señalizadores visuales en los cables de tierra aéreos en aquellos tramos de tendidos eléctricos que atravesen rutas migratorias y en aquellos que se encuentren en áreas próximas a zonas húmedas o colonias de nidificación. A tal efecto, el Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente pondrá a disposición de las empresas instaladoras la información sobre las rutas migratorias, colonias de nidificación y áreas de influencia de las zonas húmedas.
- La distancia entre conductores no aislados será igual o superior a 1,5m.

## 11. CONCLUSIÓN.

Con lo hasta aquí expuesto quedan descritas las características de las instalaciones, con lo que el firmante espera que el presente proyecto sirva para los fines propuestos. No obstante quedamos a disposición para cualquier aclaración que fuera necesaria.

Zaragoza, Junio de 2018,  
Ingeniero Técnico Industrial



Adrián Pina Yeregui

Adrián Pina Yeregui

# PARTE A – ANEXO

## CÁLCULOS

Instalación Eléctrica en Media y Baja Tensión de  
la Presa de Nagore (Navarra)

Medium and Low Voltage Electrical Installation  
of Nagore's Dam (Navarra)

Autor

Adrián Pina Yeregui

Director

Antonio Joaquín Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura / Universidad de Zaragoza  
2018

## 1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario  $I_p$  viene dada por la expresión:

$$I_p = S / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ siendo:}$$

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_p$  = Tensión compuesta primaria en kV.

$I_p$  = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	$U_p$ (kV)	$I_p$ (A)
Trafo 1	50	20	1,44

## 2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario  $I_s$  viene dada por la expresión:

$$I_s = (S \cdot 1000) / (1,732 \cdot U_s) ; \text{ siendo:}$$

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_s$  = Tensión compuesta secundaria en V.

$I_s$  = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	$U$ (V)	$I_s$ (A)
Trafo 1	50	420	68,73

## 3. CORTOCIRCUITOS.

### 3.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Cía suministradora.

### 3.2. Cálculo de corrientes de cortocircuito.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$I_{ccp} = S_{cc} / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ siendo:}$$

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

$U_p$  = Tensión compuesta primaria en kV.

$I_{ccp}$  = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

$$I_{ccs} = (100 \cdot S) / (1,732 \cdot U_{cc} (\%) \cdot U_s) ; \text{ siendo:}$$

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_{cc} (\%)$  = Tensión de cortocircuito en % del transformador.

$U_s$  = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.

$I_{ccs}$  = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

### 3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

$S_{cc}$ (MVA)	$U_p$ (kV)	$I_{ccp}$ (kA)
500	20	14,43

### 3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Transformador	Potencia (kVA)	$U_s$ (V)	$U_{cc} (\%)$	$I_{ccs}$ (kA)
Trafo 1	50	420	4	1.718

## 4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

El embarrado de las celdas SM6 está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertas de aislamiento termorretráctil.

Las barras se fijan a las conexiones al efecto existentes en la parte superior del cárter del aparato funcional (interruptor-seccionador o seccionador en SF6). La fijación de barras se realiza con tornillos M8.

La separación entre las sujetaciones de una misma fase y correspondientes a dos celdas contiguas es de 375 mm. La separación entre barras (separación entre fases) es de 200 mm.

Características del embarrado:

- Intensidad nominal 400 A.
- Límite térmico 1 seg. 16 kA ef.
- Límite electrodinámico 40 kA cresta.

Por tanto, hay que asegurar que el límite térmico es superior al valor eficaz máximo que puede alcanzar la intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

#### 4.1. Comprobación por densidad de corriente.

Para la intensidad nominal de 400 A el embarrado de las celdas SM6 es de tubo de cobre de diámetro exterior de 24 mm. y con un espesor de 3 mm., lo que equivale a una sección de 198 mm<sup>2</sup>.

La densidad de corriente es:

$$D = (400/198) = 2,02 \text{ A/mm}^2$$

Según normativa DIN se tiene que para una temperatura ambiente de 35°C y del embarrado a 65°C, la intensidad máxima admisible es de 548 A para un diámetro de 20 mm. y de 818 A para diámetro de 32 mm, lo cual corresponde a las densidades máximas de 3,42 y 2,99 A/mm<sup>2</sup> respectivamente. Con estos valores se obtendría una densidad máxima admisible de 3,29 A/mm<sup>2</sup> para el embarrado de diámetro de 24, valor superior al calculado (2,02 A/mm<sup>2</sup>). Con estos datos se garantiza el embarrado de 400 A y un calentamiento de 30°C sobre la temperatura ambiente.

#### 4.2. Comprobación por solicitud electrodinámica.

Para el cálculo se considera un cortocircuito trifásico de 16 kA eficaces y 40 kA cresta. El esfuerzo mayor se produce sobre el conductor de la fase central, conforme a la siguiente expresión:

$$F = 13,85 * 10^{-7} * f * \frac{I_{cc}^2}{d} * L * \left( \sqrt{1 + \frac{d^2}{L^2}} - \frac{d}{L} \right)$$

Siendo:

**F** = Fuerza resultante en Nw.

**f** = coeficiente en función de  $\cos \varphi$ , siendo  $f=1$  para  $\cos \varphi = 0$

**Icc** = intensidad máxima de cortocircuito = 16.000 A eficaces.

**d** = separación entre fases = 0,2 metros.

**L** = longitud tramos embarrado = 375 mm.

y sustituyendo,  $F = 399$  Nw.

Esta fuerza está uniformemente repartida en toda la longitud del embarrado, siendo la carga:

$$q = F/L = 0,108 \text{ kg/mm}$$

Cada barra equivale a una viga empotrada en ambos extremos, con carga uniformemente repartida.

El momento flector máximo se produce en los extremos, siendo:

$$M_{\text{máx}} = (q * L^2 / 12) = 1272 \text{ kg.mm}$$

El embarrado tiene un diámetro exterior  $D=24$  mm. y un diámetro interior  $d=18$  mm.

El módulo resistente de la barra es:

$$W = \frac{\pi}{32} \left( \frac{D^4 - d^4}{D} \right) = \frac{\pi}{32} \left( \frac{24^4 - 18^4}{24} \right) = 927 \text{ mm}^3$$

La fatiga máxima es:

$$r_{\text{máx}} = \frac{M_{\text{máx}}}{W} = \frac{1.272}{927} = 1,37 \text{ kg/mm}^2$$

Para la barra de cobre deformada en frío tenemos:

$$r = 19 \text{ kg/mm}^2 >> r_{\text{máx}}$$

y por lo tanto, existe un gran margen de seguridad.

El momento flector en los extremos debe ser soportado por tornillos M8, con un par de apriete de 2,8 m.Kg., superior al par máximo ( $M_{\text{máx}}$ ).

#### 4.3 Comprobación por solicitud térmica. Sobreintensidad Térmica admisible

La sobreintensidad máxima admisible durante un segundo se determina de acuerdo con CEI 298 de 1.981 por la expresión:

$$S = \frac{I}{\alpha} * \sqrt{\frac{t}{\delta\Theta}}$$

Siendo:

**S** = sección de cobre en  $\text{mm}^2 = 198 \text{ mm}^2$ .

**$\alpha$**  = 13 para el cobre.

**t** = tiempo de duración del cortocircuito en segundos.

**I** = Intensidad eficaz en Amperios.

**$\delta\Theta$**  =  $180^\circ$  para conductores inicialmente a  $t^a$  ambiente.

Si se reduce este valor en  $30^\circ\text{C}$  por considerar que el cortocircuito se produce después del paso permanente de la intensidad nominal, y para  $I = 16 \text{ kA}$ :

$$\delta\Theta = 150^\circ.$$

$$t = \delta\Theta * \left( \frac{S * \alpha}{I} \right)^2$$

y sustituyendo:

$$t = 150 * \left( \frac{198 * 13}{16.000} \right)^2 = 3,88 \text{ s.}$$

Por lo tanto, y según este criterio, el embarrado podría soportar una intensidad de 16 kA eficaces durante más de un segundo.

## 5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

### Protección general en AT.

No se instalarán fusibles de alta tensión al utilizar como interruptor de protección un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan.

### Protección en Baja Tensión.

La salida de Baja Tensión de cada transformador se protegerá mediante un interruptor automático.

La intensidad nominal y el poder de corte de dicho interruptor serán como mínimo iguales a los valores de intensidad nominal de Baja Tensión e intensidad máxima de cortocircuito de Baja Tensión indicados en los apartados “Intensidad de Baja Tensión” y “Cortocircuito en el lado de Baja Tensión” respectivamente.

## 6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire utilizaremos la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 * K * \sqrt{h * \Delta t^3}}$$

Siendo:

$W_{cu}$  = Pérdidas en cortocircuito del transformador en kW.

$W_{fe}$  = Pérdidas en vacío del transformador en kW.

$h$  = Distancia vertical entre centros de rejas = 2 m.

$\Delta t$  = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, considerándose en este caso un valor de 15°C.

$K$  = Coeficiente en función de la reja de entrada de aire, considerándose su valor como 0,6.

$S_r$  = Superficie mínima de la reja de entrada de ventilación del transformador.

Sustituyendo valores tendremos, para unas pérdidas ( $W_{cu} + W_{fe}$ ) de 1,29 kW, una superficie mínima de 0,11 m<sup>2</sup>. Se dispondrá de 2 rejillas de ventilación para la entrada de aire situadas en la parte lateral inferior, de dimensiones 960 x 707 mm cada una, consiguiendo así una superficie total de ventilación de 1,36 m<sup>2</sup>. Para la evacuación del aire se dispondrá de una rejilla frontal

Adrián Pina Yeregui

superior, otra posterior superior y 2 rejillas laterales superiores tal y como puede verse en el plano correspondiente. Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura, siendo la distancia medida verticalmente de separación entre los puntos medios de dichas rejillas de 2 m, tal como ya se ha tenido en cuenta en el cálculo anterior.

## 7. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total, es decir 120 litros.

## 8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

### 8.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 200 Wxm.

### 8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de eliminación del defecto es de 1 s. Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía son:

$$K = 78,5 \text{ y } n = 0,18.$$

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$$R_n = 0 \Omega \text{ y } X_n = 25,4 \Omega.$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_d(\max) = U_{\max} / (\sqrt{3} \cdot Z_n)$$

Donde  $U_{\max} = 20.000 \text{ V}$

Con lo que el valor obtenido es  $I_d = 454.61 \text{ A}$ , valor que la compañía rodea a 500A.

### 8.3. Diseño de la instalación de tierra.

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

## TIERRA DE PROTECCIÓN

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasa de los transformadores.

Para los cálculos a realizar se emplearán las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del Centro de Transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección se opta por un sistema de las características que se indican a continuación:

Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA

Parámetros característicos:

$$K_r = 0,073 \Omega/(\Omega \cdot m)$$

$$K_p = 0,012 V/(\Omega \cdot m \cdot A)$$

Descripción:

- Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de  $50 \text{ mm}^2$  de sección.
- Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrará verticalmente a una profundidad de 0,5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m.
- La conexión desde el Centro de Transformación hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1kV protegido contra daños mecánicos.

## TIERRA DE SERVICIO

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida. Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.

Parámetros característicos:

$$Kr = 0,073 \Omega/(\Omega^*m).$$

$$Kp = 0,012 V/(\Omega^*m^*A).$$

Descripción:

- Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección2.
- Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrará verticalmente a una profundidad de 0,5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m.
- La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω. Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasiona en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ( $37 \times 0,650 = 24,05$  V).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado “Investigación de Tensiones transferibles al exterior”.

## 8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

### TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (Rt), intensidad y tensión de defecto correspondientes (Id, Ud), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, Rt:

$$Rt = Kr * s$$

- Intensidad de defecto, Id:

$$Id = \frac{Usmax V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(Rn + Rt)^2 + Xn^2}}$$

- Tensión de defecto, Ud:

$$Ud = Id * Rt .$$

Siendo:

$$s = 200 \text{ W.m.}$$

$$Kr = 0,073 \text{ W.}/(\text{W m}).$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$Rt = 14,6 \text{ W}$$

$$Id = 394,13 \text{ A.}$$

$$Ud = 5754,4 \text{ V.}$$

El aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (Ud), por lo que deberá ser como mínimo de 6.000 Voltios.

De esta manera se evitara que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del Centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Se comprueba asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

## TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r * \sigma = 0,073 * 200 = 14,6 \Omega.$$

Se observa que este valor es inferior a  $37 \Omega$ .

### 8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejas de ventilación metálicas que dan al exterior del Centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Los muros, entre sus paramentos tendrán una resistencia de 100.000 ohmios como mínimo (al mes de su realización).

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p * \sigma * I_d = 0,012 * 200 * 394,13 = 945,91 \text{ V}$$

### 8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a  $0,30 \times 0,30 \text{ m}$ . Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

En el caso de existir en el paramento interior una armadura metálica, esta estará unida a la estructura metálica del piso.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo. No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t * I_d = 14,6 * 394,13 = 5.754,4 \text{ V}$$

### 8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, se emplean las siguientes expresiones:

$$U_p(\text{exterior}) = 10 \frac{K}{tn} \left( 1 + \frac{6 * \sigma}{1.000} \right)$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \frac{K}{th} \left( 1 + \frac{3 * \sigma + 3 * \sigma h}{1.000} \right)$$

Siendo:

**Up** = Tensiones de paso en Voltios

**K** = 78,5

**n** = 0,18

**t** = Duración de la falta en segundos: 1 s

**σ** = Resistividad del terreno: 200 Ω.m

**σ h** = Resistividad del hormigón = 3.000 Ω.m

se obtienen los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 1.727 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 8.321 \text{ V}$$

Así pues, se comprueba que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

En el exterior:  $U_p = 945,9 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 1.727 \text{ V.}$

En el acceso al C.T.:  $U_d = 5.754,4 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 8.321 \text{ V.}$

### 8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima  $D_{mín}$ , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{mín} = \frac{\sigma * Id}{2.000 * \pi}$$

Siendo:

$$\sigma = 200 \Omega \cdot m$$

$$Id = 394,13 \text{ A}$$

Se obtiene el valor de dicha distancia:

$$\mathbf{D_{mín} = 12,55 \text{ m}}$$

### 8.9. Corrección del diseño inicial.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

## 9. CÁLCULOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

### 1. RESUMEN DE FÓRMULAS.

#### 1.1. TENSIÓN MÁXIMA EN UN VANO (Apdo. 3.2.1).

La tensión máxima en un vano se produce en los puntos de fijación del conductor a los apoyos.

$$T_A = P_0 \cdot Y_A = P_0 \cdot c \cdot \cosh(X_A/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh[(X_m - a/2) / c]$$

$$T_B = P_0 \cdot Y_B = P_0 \cdot c \cdot \cosh(X_B/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh[(X_m + a/2) / c]$$

$$P_V = K \cdot d / 1000 \quad K=60 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d \leq 16 \text{ mm y } v \geq 120 \text{ Km/h}$$

$$K=50 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d > 16 \text{ mm y } v \geq 120 \text{ Km/h}$$

$$P_{vh} = K \cdot D / 1000 \quad K=60 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d \leq 16 \text{ mm y } v \geq 60 \text{ Km/h}$$

$$K=50 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d > 16 \text{ mm y } v \geq 60 \text{ Km/h}$$

$$P_h = K \cdot \sqrt{d} \quad K=0.18 \text{ Zona B}$$

$$K=0.36 \text{ Zona C}$$

$$P_0 = \sqrt{(P_p^2 + P_v^2)} \quad \text{Zona A, B y C. Hipótesis de viento.}$$

$$P_0 = P_p + P_h \quad \text{Zonas B y C. Hipótesis de hielo.}$$

$$P_0 = \sqrt{[(P_p + P_h)^2 + P_{vh}^2]} \quad \text{Zonas B y C. Hipótesis de hielo + viento.}$$

Cuando sea requerida por la empresa eléctrica.

$$c = T_{0h} / P_0$$

$$X_m = c \cdot \ln[z + \sqrt{(1+z^2)}]$$

$$z = h / (2 \cdot c \cdot \operatorname{senh} a/2c)$$

Siendo:

$v$  = Velocidad del viento (Km/h).

$T_A$  = Tensión total del conductor en el punto de fijación al primer apoyo del vano (daN).

$T_B$  = Tensión total del conductor en el punto de fijación al segundo apoyo del vano (daN).

$P_0$  = Peso total del conductor en las condiciones más desfavorables (daN/m).

$P_p$  = Peso propio del conductor (daN/m).

$P_v$  = Sobrecarga de viento (daN/m).

$P_{vh}$  = Sobrecarga de viento incluido el manguito de hielo (daN/m).

$P_h$  = Sobrecarga de hielo (daN/m).

$d$  = diámetro del conductor (mm).

$D$  = diámetro del conductor incluido el espesor del manguito de hielo (mm).

$Y = c \cdot \cosh (x/c)$  = Ecuación de la catenaria.

$c$  = constante de la catenaria.

$Y_A$  = Ordenada correspondiente al primer apoyo del vano (m).

$Y_B$  = Ordenada correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

$X_A$  = Abscisa correspondiente al primer apoyo del vano (m).

$X_B$  = Abscisa correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

$X_m$  = Abscisa correspondiente al punto medio del vano (m).

$a$  = Proyección horizontal del vano (m).

$h$  = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

$T_{0h}$  = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN). Es constante en todo el vano.

## 1.2. VANO DE REGULACIÓN.

Para cada tramo de línea comprendida entre apoyos con cadenas de amarre, el vano de regulación se obtiene del siguiente modo:

$$a_r = \sqrt{(\sum a^3) / \sum a}$$

## 1.3. TENSIONES Y FLECHAS DE LA LINEA EN DETERMINADAS CONDICIONES. ECUACION DEL CAMBIO DE CONDICIONES.

Partiendo de una situación inicial en las condiciones de tensión máxima horizontal ( $T_{0h}$ ), se puede obtener una tensión horizontal final ( $T_h$ ) en otras condiciones diferentes para cada vano de regulación (tramo de línea), y una flecha ( $F$ ) en esas condiciones finales, para cada vano real de ese tramo.

La tensión horizontal en unas condiciones finales dadas, se obtiene mediante la Ecuación del Cambio de Condiciones:

$$[\delta \cdot L_0 \cdot (t - t_0)] + [L_0/(S \cdot E) \cdot (T_h - T_{0h})] = L - L_0$$

$$L_0 = c_0 \cdot \operatorname{senh}[(X_{m0} + a/2) / c_0] - c_0 \cdot \operatorname{senh}[(X_{m0} - a/2) / c_0]$$

$$c_0 = T_{0h}/P_0 ; X_{m0} = c_0 \cdot \ln[z_0 + \sqrt{1+z_0^2}]$$

$$z_0 = h / (2 \cdot c_0 \cdot \operatorname{senh} a/2c_0)$$

$$L = c \cdot \operatorname{senh}[(X_m + a/2) / c] - c \cdot \operatorname{senh}[(X_m - a/2) / c]$$

$$c = T_h/P ; X_m = c \cdot \ln[z + \sqrt{1+z^2}]$$

$$z = h / (2 \cdot c \cdot \operatorname{senh} a/2c)$$

Siendo:

$\delta$  = Coeficiente de dilatación lineal.

$L_0$  = Longitud del arco de catenaria en las condiciones iniciales para el vano de regulación (m).

$L$  = Longitud del arco de catenaria en las condiciones finales para el vano de regulación (m).

$t_0$  = Temperatura en las condiciones iniciales (°C).

$t$  = Temperatura en las condiciones finales (°C).

$S$  = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).

$E$  = Módulo de elasticidad (daN/mm<sup>2</sup>).

$T_{0h}$  = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN).

$T_h$  = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN).

$a = a_r$  (vano de regulación, m).

$h$  = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos, en tramos de un solo vano (m).

$h = 0$ , para tramos compuestos por más de un vano.

Obtención de la flecha en las condiciones finales (F), para cada vano real de la línea:

$$F = Y_B - [h/a \cdot (X_B - X_{fm})] - Y_{fm}$$

$$X_{fm} = c \cdot \ln[h/a + \sqrt{1+(h/a)^2}]$$

$$Y_{fm} = c \cdot \cosh(X_{fm}/c)$$

Siendo:

$Y_B$  = Ordenada de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

$X_B$  = Abscisa de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

$Y_{fm}$  = Ordenada del punto donde se produce la flecha máxima (m).

$X_{fm}$  = Abcisa del punto donde se produce la flecha máxima (m).

$h$  = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

$a$  = proyección horizontal del vano (m).

### 1.3.1. Tensión máxima (Apdo. 3.2.1).

Condiciones iniciales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A.

- Tracción máxima viento.

$t = -5^{\circ}\text{C}$ .

Sobrecarga: viento ( $P_v$ ).

b) Zona B.

- Tracción máxima viento.

$t = -10^{\circ}\text{C}$ .

Sobrecarga: viento ( $P_v$ ).

- Tracción máxima hielo.

$t = -15^{\circ}\text{C}$ .

Sobrecarga: hielo ( $P_h$ ).

- Tracción máxima hielo + viento. (Cuando sea requerida por la empresa eléctrica).

$t = -15^{\circ}\text{C}$ .

Sobrecarga: viento ( $P_{vh}$ ).

Sobrecarga: hielo ( $P_h$ ).

c) Zona C.

- Tracción máxima viento.

$t = -15^{\circ}\text{C}$ .

Sobrecarga: viento ( $P_v$ ).

- Tracción máxima hielo.

$t = -20^{\circ}\text{C}$ .

Sobrecarga: hielo ( $P_h$ ).

- Tracción máxima hielo + viento. (Cuando sea requerida por la empresa eléctrica).

$t = -20^{\circ}\text{C}$ .

Sobrecarga: viento ( $P_{vh}$ ).

Sobrecarga: hielo ( $P_h$ ).

### 1.3.2. Flecha máxima (Apdo. 3.2.3).

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Hipótesis de viento.

$t = +15^{\circ}\text{C}$ .

Sobrecarga: Viento ( $P_v$ ).

b) Hipótesis de temperatura.

$t = +50^{\circ}\text{C}$ .

Sobrecarga: ninguna.

- c) Hipótesis de hielo.  
 $t = 0^{\circ}\text{C}$ .  
Sobrecarga: hielo ( $P_h$ ).

Zona A: Se consideran las hipótesis a) y b).  
Zonas B y C: Se consideran las hipótesis a), b) y c).

#### 1.3.3. Flecha mínima.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

- a) Zona A.  
 $t = -5^{\circ}\text{C}$ .  
Sobrecarga: ninguna.
- b) Zona B.  
 $t = -15^{\circ}\text{C}$ .  
Sobrecarga: ninguna.
- c) Zona C.  
 $t = -20^{\circ}\text{C}$ .  
Sobrecarga: ninguna.

#### 1.3.4. Desviación cadena aisladores.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

$t = -5^{\circ}\text{C}$  en zona A,  $-10^{\circ}\text{C}$  en zona B y  $-15^{\circ}\text{C}$  en zona C.  
Sobrecarga: mitad de Viento ( $P_v/2$ ).

#### 1.3.5. Hipótesis de Viento. Cálculo de apoyos.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

$t = -5^{\circ}\text{C}$  en zona A,  $-10^{\circ}\text{C}$  en zona B y  $-15^{\circ}\text{C}$  en zona C.  
Sobrecarga: Viento ( $P_v$ ).

#### 1.3.6. Tendido de la línea.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

$t = -20^{\circ}\text{C}$  (Sólo zona C).

$t = -15^{\circ}\text{C}$  (Sólo zonas B y C).

$t = -10^{\circ}\text{C}$  (Sólo zonas B y C).

$t = -5^{\circ}\text{C}$ .

$t = 0^{\circ}\text{C}$ .

$t = +5^{\circ}\text{C}$ .

$t = +10^{\circ}\text{C}$ .

$t = +15^{\circ}\text{C}$ .

$t = +20^{\circ}\text{C}$ .

$t = +25^{\circ}\text{C}$ .

$t = +30^{\circ}\text{C}$ .

$t = +35^{\circ}\text{C}$ .

$t = +40^{\circ}\text{C}$ .

$t = +45^{\circ}\text{C}$ .

$t = +50^{\circ}\text{C}$ .

Sobrecarga: ninguna.

## 1.4. LIMITE DINAMICO "EDS".

$$EDS = (T_h / Q_r) \cdot 100 < 15$$

Siendo:

EDS = Every Day Estress, esfuerzo al cual están sometidos los conductores de una línea la mayor parte del tiempo, correspondiente a la temperatura media o a sus proximidades, en ausencia de sobrecarga.

$T_h$  = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN). Zonas A, B y C,  $t^a = 15$  °C. Sobrecarga: ninguna.

$Q_r$  = Carga de rotura del conductor (daN).

1.5. HIPOTESIS CALCULO DE APOYOS (Apdo. 3.5.3).

Apoyos de líneas situadas en zona A (Altitud inferior a 500 m).

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1 <sup>a</sup> (Viento)	HIPOTESIS 2 <sup>a</sup> (Hielo)	HIPOTESIS 3 <sup>a</sup> (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4 <sup>a</sup> (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv - Pcvr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = Fvc + Eca \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) $L = Dtv$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) $Lt = Rotv$
Alineación Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv - Pcvr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = Fvc + Eca \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) $L = Dtv$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) $Lt = Rotv$
Angulo Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv - Pcvr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = Fvc + Eca \cdot nc + RavT$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavrT$
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6)	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6)

			L = RavdL	L = RavrL ; Lt = Rotv
Angulo Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv - Pcvr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = Fvc + Eca \cdot nc + RavT$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavrT$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavL$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavdL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavrL ; Lt = Rotv$
Anclaje Alineación	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv - Pcvr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = Fvc + Eca \cdot nc$		
	L		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) $L = Dtv$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) $Lt = Rotv$
Anclaje Angulo y Estrellam.	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv - Pcvr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = Fvc + Eca \cdot nc + RavT$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavrT$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavL$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavdL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavrL ; Lt = Rotv$
Fin de línea	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv - Pcvr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = Fvc + Eca \cdot nc$		
	L	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) $L = Dtv$		Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.4) $Lt = Rotv$

V = Esfuerzo vertical      T = Esfuerzo transversal      L = Esfuerzo longitudinal      Lt = Esfuerzo de torsión

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de -5 °C.
En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (apdo. 3.5.3) :
- Tensión nominal de la línea hasta 66 kV.
- La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN.
- Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo.
- El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.
- Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (Altitud igual o superior a 500 m).

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch - Pchr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = Fvc + Eca \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) $L = Dth$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) $Lt = Roth$
Alineación Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch - Pchr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = Fvc + Eca \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) $L = Dth$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) $Lt = Roth$
Angulo Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch - Pchr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = Fvc + Eca \cdot nc + RavT$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RahT$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RahdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RahrT$
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RahdL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RahrL ; Lt = Roth$
Angulo Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch - Pchr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2)	Res. Angulo (apdo. 3.1.6)	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2)	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2)

		Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = Fvc + Eca·nc + RavT	T = RahT	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahdT	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahrT
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavL	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahL	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahdL	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahrL ; Lt = Roth
Anclaje Alineación	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) L = Dth	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Lt = Roth
Anclaje Angulo y	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = Fvc + Eca·nc + RavT	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahT	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahdT	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahrT
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavL	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahL	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahdL	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahrL ; Lt = Roth
Fin de línea	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) L = Dtv	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) L = Dth		Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.4) Lt = Roth

V = Esfuerzo vertical      T = Esfuerzo transversal      L = Esfuerzo longitudinal      Lt = Esfuerzo de torsión

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerará:

Hipótesis 1<sup>a</sup> : Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de

-10 °C en zona B y -15 °C en zona C.

Resto hipótesis : Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 °C en zona B y -20 °C en zona C.

En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4<sup>a</sup> hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (apdo. 3.5.3) :

- Tensión nominal de la línea hasta 66 kV.
- La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN.
- Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo.
- El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.
- Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

### 1.5.1. Cargas permanentes (Apdo. 3.1.1).

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso de los distintos elementos: conductores con sobrecarga (según hipótesis), aisladores, herrajes.

En todas las hipótesis en zona A y en la hipótesis de viento en zonas B y C, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pcv" será:

$$Pcv = Lv \cdot Ppv \cdot \cos \alpha \cdot n \text{ (daN)}$$

$$Pcvr = Lv \cdot Ppv \cdot \cos \alpha \cdot nr \text{ (daN)}$$

Siendo:

Lv = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) o -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (m).

Ppv = Peso propio del conductor con sobrecarga de viento (daN/m).

Pcvr = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de viento para la 4<sup>a</sup> hipótesis (daN).

$\alpha$  = Ángulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

n = número total de conductores.

nr = número de conductores rotos en la 4<sup>a</sup> hipótesis.

En todas las hipótesis en zonas B y C, excepto en la hipótesis 1<sup>a</sup> de Viento, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pch" será:

$$Pch = Lh \cdot Pph \cdot n \text{ (daN)}$$

$$Pchr = Lh \cdot Pph \cdot nr \text{ (daN)}$$

Siendo:

Lh = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -15 °C (zona B) o -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (m).

Pph = Peso propio del conductor con sobrecarga de hielo (daN/m).

Pphr = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de hielo para la 4<sup>a</sup> hipótesis (daN).

n = número total de conductores.

nr = número de conductores rotos en la 4<sup>a</sup> hipótesis.

En todas las zonas y en todas las hipótesis habrá que considerar el peso de los herrajes y la cadena de aisladores "Pca", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "nc".

### 1.5.2. Esfuerzos del viento (Apdo. 3.1.2).

Adrián Pina Yeregui

- El esfuerzo del viento sobre los conductores "Fvc" en la hipótesis 1<sup>a</sup> para las zonas A, B y C se obtiene de la siguiente forma:

#### Apoyos alineación

$$Fvc = (a_1 \cdot d_1 \cdot n_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot n_2) / 2 \cdot k \text{ (dAN)}$$

#### Apoyos fin de línea

$$Fvc = a / 2 \cdot d \cdot n \cdot k \text{ (dAN)}$$

#### Apoyos de ángulo y estrellamiento

$$Fvc = \sum a_p / 2 \cdot d_p \cdot n_p \cdot k \text{ (dAN)}$$

Siendo:

$a_1$  = Proyección horizontal del conductor que hay a la izquierda del apoyo (m).

$a_2$  = Proyección horizontal del conductor que hay a la derecha del apoyo (m).

$a$  = Proyección horizontal del conductor (m).

$a_p$  = Proyección horizontal del conductor en la dirección perpendicular a la bisectriz del ángulo (apoyos de ángulo) y en la dirección perpendicular a la resultante (apoyos de estrellamiento) (m).

$d, d_1, d_2, d_p$  = Diámetro del conductor(m).

$n, n_1, n_2, n_p$  = n° de haces de conductores.

$v$  = Velocidad del viento (Km/h).

$$K = 60 \cdot (v/120)^2 \text{ dAN/m}^2 \text{ si } d \leq 16 \text{ mm y } v \geq 120 \text{ Km/h}$$

$$K = 50 \cdot (v/120)^2 \text{ dAN/m}^2 \text{ si } d > 16 \text{ mm y } v \geq 120 \text{ Km/h}$$

- En la hipótesis 1<sup>a</sup> para las zonas A, B y C habrá que considerar el esfuerzo del viento sobre los herrajes y la cadena de aisladores "Eca", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "nc".

#### 1.5.3. Desequilibrio de tracciones (Apdo. 3.1.4)

- En la hipótesis 1<sup>a</sup> (sólo apoyos fin de línea) en zonas A, B y C y en la hipótesis 3<sup>a</sup> en zona A (apoyos alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje), el desequilibrio de tracciones "Dtv" se obtiene:

#### Apoyos de alineación con cadenas de suspensión.

$$Dtv = 8/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (dAN)}$$

$$Dtv = \text{Abs}((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2)) \text{ (dAN)}$$

#### Apoyos de alineación con cadenas de amarre.

$$Dtv = 15/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (dAN)}$$

$$Dtv = \text{Abs}((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2)) \text{ (dAN)}$$

### Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión.

$$Dtv = 8/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

### Apoyos de ángulo con cadenas de amarre.

$$Dtv = 15/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

### Apoyos de anclaje de alineación.

$$Dtv = 50/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

$$Dtv = \text{Abs}((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

### Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento.

$$Dtv = 50/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

### Apoyos fin de línea

$$Dtv = 100/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Siendo:

$n, n_1, n_2$  = número total de conductores.

$T_h, T_{h1}, T_{h2}$  = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

- En la hipótesis 2<sup>a</sup> (fin de línea) y 3<sup>a</sup> (alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje) en zonas B y C, el desequilibrio de tracciones "Dth" se obtiene:

### Apoyos de alineación con cadenas de suspensión.

$$Dth = 8/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$Dth = \text{Abs}((T_{0h1} \cdot n_1) - (T_{0h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

### Apoyos de alineación con cadenas de amarre.

$$Dth = 15/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$Dth = \text{Abs}((T_{0h1} \cdot n_1) - (T_{0h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

### Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión.

$$Dth = 8/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de ángulo con cadenas de amarre.

$$Dth = 15/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de anclaje en alineación.

$$Dth = 50/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$Dth = \text{Abs}((T_{0h1} \cdot n_1) - (T_{0h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento.

$$Dth = 50/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos fin de línea

$$Dth = 100/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Siendo:

$n, n_1, n_2$  = número total de conductores.

$T_{0h}, T_{0h1}, T_{0h2}$  = Componente horizontal de la tensión en las condiciones -15 °C (Zona B) y -20 °C (Zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

#### 1.5.4. Rotura de conductores (Apdo. 3.1.5)

- El esfuerzo debido a la rotura de conductores "Rotv" en zona A, aplicado en el punto donde produzca la solicitud más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene:

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Rotv", aplicado en el punto que produzca la solicitud más desfavorable.

$$Rotv = T_{0h} \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Rotv", aplicado en el punto que produzca la solicitud más desfavorable.

$$Rotv = T_{0h} \text{ (daN)}$$

Apoyos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento

$$Rotv = T_{0h} \text{ (simplex, un sólo conductor por fase) (daN)}$$

$\text{Rotv} = T_{0h} \cdot \text{ncf} \cdot 0,5$  (dúplex, tríplex, cuadruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (daN)

Fin de línea

$\text{Rotv} = T_{0h} \cdot \text{ncf}$  (daN)

$\text{Rotv} = 2 \cdot T_{0h} \cdot \text{ncf}$  (montaje tresbolillo y bandera) (daN)

Siendo:

$\text{ncf}$  = número de conductores por fase.

$T_{0h}$  = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

- El esfuerzo debido a la rotura de conductores "Roth" en zonas B y C, aplicado en el punto donde produzca la solicitación más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene:

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Roth", aplicado en el punto que produzca la solicitación más desfavorable.

$\text{Roth} = T_{0h}$  (daN)

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Roth", aplicado en el punto que produzca la solicitación más desfavorable.

$\text{Roth} = T_{0h}$  (daN)

Apoyos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento

$\text{Roth} = T_{0h}$  (simplex, un sólo conductor por fase) (daN)

$\text{Roth} = T_{0h} \cdot \text{ncf} \cdot 0,5$  (dúplex, tríplex, cuadruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (daN)

Fin de línea

$\text{Roth} = T_{0h} \cdot \text{ncf}$  (daN)

$\text{Roth} = 2 \cdot T_{0h} \cdot \text{ncf}$  (montaje tresbolillo y bandera) (daN)

Siendo:

$\text{ncf}$  = número de conductores por fase.

$T_{0h}$  = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -15 °C (Zona B) y -20 °C (Zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

### 1.5.5. Resultante de ángulo (Apdo. 3.1.6)

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 1<sup>a</sup> para las zonas A, B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rav = \sqrt{(T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha]} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavL" y otro en dirección transversal a la línea "RavT".

Siendo:

$n_1, n_2$  = Número de conductores.

$T_{h1}, T_{h2}$  = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

$\alpha$  = Angulo que forman  $T_{h1}$  y  $T_{h2}$  (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rah" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 2<sup>a</sup> para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rah = \sqrt{(T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha]} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rah" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahL" y otro en dirección transversal a la línea "RahT".

Siendo:

$n_1, n_2$  = Número de conductores.

$T_{h1}, T_{h2}$  = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

$\alpha$  = Angulo que forman  $T_{h1}$  y  $T_{h2}$  (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravd" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3<sup>a</sup> para la zona A se obtiene del siguiente modo:

$$Ravd = \sqrt{(T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h1} \cdot n_1 - Dtv)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h1} \cdot n_1 - Dtv) \cdot \cos [180 - \alpha]} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravd" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavdL" y otro en dirección transversal a la línea "RavdT".

Siendo:

$n_1$  = Número de conductores.

$T_{h1}$  = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

$Dtv$  = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de viento.

$\alpha$  = Angulo que forman  $T_{h1}$  y  $(T_{h1} - Dtv)$  (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahd" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3<sup>a</sup> para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rahd = \sqrt{(T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h1} \cdot n_1 - Dth)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h1} \cdot n_1 - Dth) \cdot \cos [180 - \alpha]} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahd" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahdL" y otro en dirección transversal a la línea "RahdT".

Siendo:

$n_1$  = Número de conductores.

$T_{h1}$  = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

$Dth$  = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de hielo.

$\alpha$  = Angulo que forman  $T_{h1}$  y  $(T_{h1} - Dth)$  (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravr" de la rotura de conductores en la hipótesis 4<sup>a</sup> para la zona A se obtiene del siguiente modo:

$$Ravr = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravr" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavrL" y otro en dirección transversal a la línea "RavrT".

Siendo:

$n_1, n_2$  = Número de conductores quitando los conductores que se han roto.

$T_{h1}, T_{h2}$  = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

$\alpha$  = Angulo que forman  $T_{h1}$  y  $T_{h2}$  (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahr" de la rotura de conductores en la hipótesis 4<sup>a</sup> para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rahr = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahr" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahrL" y otro en dirección transversal a la línea "RahrT".

Siendo:

$n_1, n_2$  = Número de conductores quitando los conductores que se han roto.

$T_{h1}, T_{h2}$  = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

$\alpha$  = Angulo que forman  $T_{h1}$  y  $T_{h2}$  (gr. sexa.).

\*Nota: En los apoyos de estrellamiento las operaciones anteriores se han realizado tomando las tensiones dos a dos para conseguir la resultante total.

### 1.5.6. Esfuerzos descentrados

En los apoyos fin de línea, cuando tienen el montaje al tresbolillo o bandera, aparecen por la disposición de la cruceta esfuerzos descentrados en condiciones normales, cuyo valor será:

$$Esdt = T_{0h} \cdot ncf \text{ (daN) (tresbolillo)}$$

$$Esdb = 3 \cdot T_{0h} \cdot ncf \text{ (daN) (bandera)}$$

Siendo:

$ncf$  = número de conductores por fase.

$T_{0h}$  = Componente horizontal de la tensión en las condiciones más desfavorables de tensión máxima.

### 1.5.7. Esfuerzos equivalentes

Los esfuerzos horizontales de los apoyos vienen especificados en un punto de ensayo, situado en la cogolla (excepto en los apoyos de hormigón y de chapa metálica que están 0,25 m por debajo de la cogolla).

Si los esfuerzos están aplicados en otro punto se aplicará un coeficiente reductor o de mayoración.

- Coeficiente reductor del esfuerzo nominal. Se aplica para esfuerzos horizontales a mayor altura del punto de ensayo, cuyo valor será:

Apoyos de celosía y presilla

$$K = 4,6 / (H_S + 4,6)$$

Apoyos de hormigón

$$K = 5,4 / (H_S + 5,25)$$

Apoyos de chapa metálica

$$K = 4,6 / (H_S + 4,85)$$

- Coeficiente de mayoración del esfuerzo nominal. Se aplica para esfuerzos horizontales a menor altura del punto de ensayo, cuyo valor será:

$$K = H_{En} / H_F$$

Por tanto los esfuerzos horizontales aplicados en el punto de ensayo serán:

$$T = T_c / K$$

$$L = L_c / K$$

El esfuerzo horizontal equivalente soportado por el apoyo será:

- Existe solamente esfuerzo transversal.

$$F = T$$

- Existe solamente esfuerzo longitudinal.

$$F = L$$

- Existe esfuerzo transversal y longitudinal simultáneamente.

En apoyos de celosía, presilla, hormigón vibrado hueco y chapa circular.

$$F = T + L$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular con viento sobre la cara secundaria.

$$F = R_U \cdot T + L$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular sin viento o con viento sobre la cara principal.

$$F = T + RN \cdot L$$

El esfuerzo de torsión aplicado en el punto de ensayo será:

$$Lt = Ltc \cdot Dc / Dn$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular el apoyo se orienta con su esfuerzo nominal principal en dirección del esfuerzo mayor (T o L).

Siendo:

$H_{En}$  = Distancia desde el punto de ensayo de los esfuerzos horizontales hasta el terreno (m).

$H_S$  = Distancia por encima de la cogolla, donde se aplican los esfuerzos horizontales (m).

$H_F$  = Distancia desde punto de aplicación de los esfuerzos horizontales hasta el terreno (m).

$Dn$  = Distancia del punto de ensayo del esfuerzo de torsión al eje del apoyo (m).

$Dc$  = Distancia del punto de aplicación de los conductores al eje del apoyo (m).

$H_v$  = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m).

$Eva$  = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN).

$EvaRed$  = Esfuerzo del viento sobre el apoyo reducido al punto de ensayo (daN).

$EvaRed = Eva \cdot H_v / H_{En}$

$RU$  = Esfuerzo nominal principal / (Esfuerzo nominal secundario –  $EvaRed$ ).

$RN$  = Esfuerzo nominal principal / Esfuerzo nominal secundario.

$Tc$  = Esfuerzo transversal en el punto de aplicación de los conductores (daN).

$Lc$  = Esfuerzo longitudinal en el punto de aplicación de los conductores (daN).

$Ltc$  = Esfuerzo de torsión en el punto de aplicación de los conductores (daN).

$F$  = Esfuerzo horizontal equivalente (daN).

$T$  = Esfuerzo transversal en el punto de ensayo (daN).

$L$  = Esfuerzo longitudinal en el punto de ensayo (daN).

$Lt$  = Esfuerzo de torsión en el punto de ensayo (daN).

### 1.5.8. Apoyo adoptado

El apoyo adoptado deberá soportar la combinación de esfuerzos considerados en cada hipótesis (V,F,Lt).

A estos esfuerzos se le aplicará un coeficiente de seguridad si el apoyo es reforzado.

- Hipótesis sin esfuerzo de torsión.

El esfuerzo horizontal debe cumplir la ecuación:

$$E_n \geq F$$

En apoyos de hormigón el esfuerzo vertical debe cumplir la ecuación:

$$V_n \geq V$$

En apoyos que no sean de hormigón se aplicará la ecuación resistente:

$$(3 \cdot V_n) \geq V$$

$$(5 \cdot E_n + V_n) \geq (5 \cdot F + V)$$

- Hipótesis con esfuerzo de torsión.

El esfuerzo horizontal debe cumplir la ecuación:

$$E_{nt} \geq F$$

El esfuerzo vertical debe cumplir la ecuación:

$$V_{nt} \geq V$$

El esfuerzo de torsión debe cumplir la ecuación:

$$E_T \geq Lt$$

Siendo:

V = Cargas verticales.

F = Esfuerzo horizontal equivalente.

Lt = Esfuerzo de torsión.

$E_n$  = Esfuerzo nominal sin torsión del apoyo.

$E_{nt}$  = Esfuerzo nominal con torsión del apoyo.

$V_n$  = Esfuerzo vertical sin torsión del apoyo.

$V_{nt}$  = Esfuerzo vertical con torsión del apoyo.

$E_T$  = Esfuerzo de torsión del apoyo.

## 1.6. CIMENTACIONES (Apdo. 3.6).

Las cimentaciones se podrán realizar mediante zapatas monoblock o zapatas aisladas. En ambos casos se producirán dos momentos, uno debido al esfuerzo en punta y otro debido al viento sobre el apoyo.

Estarán situados los dos momentos, horizontalmente en el centro del apoyo y verticalmente a ras de tierra.

Momento debido al esfuerzo en punta

El momento debido al esfuerzo en punta "Mep" se obtiene:

$$Mep = Ep \cdot H_L$$

Siendo:

Ep = Esfuerzo en punta (daN).

H<sub>L</sub> = Altura libre del apoyo (m).

Momento debido al viento sobre el apoyo

El momento debido al esfuerzo del viento sobre el apoyo "Mev" se obtiene:

$$Mev = Eva \cdot H_V$$

Siendo:

Eva = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN). Según apdo. 3.1.2.3 se obtiene:

$$Eva = 170 \cdot (v/120)^2 \cdot \eta \cdot S \text{ (apoyos de celosía).}$$

$$Eva = 100 \cdot (v/120)^2 \cdot S \text{ (apoyos con superficies planas).}$$

$$Eva = 70 \cdot (v/120)^2 \cdot S \text{ (apoyos con superficies cilíndricas).}$$

v = Velocidad del viento (Km/h).

S = Superficie definida por la silueta del apoyo (m<sup>2</sup>).

η = Coeficiente de opacidad. Relación entre la superficie real de la cara y el área definida por su silueta.

H<sub>V</sub> = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m). Se obtiene:

$$H_V = H/3 \cdot (d_1 + 2 \cdot d_2) / (d_1 + d_2) \text{ (m)}$$

H = Altura total del apoyo (m).

d<sub>1</sub> = anchura del apoyo en el empotramiento (m).

d<sub>2</sub> = anchura del apoyo en la cogolla (m).

### 1.6.1. Zapatas Monoblock.

Las zapatas monoblock están compuestas por macizos de hormigón de un solo bloque.

Momento de fallo al vuelco

Para que un apoyo permanezca en su posición de equilibrio, el momento creado por las fuerzas exteriores a él ha de ser absorbido por la cimentación, debiendo cumplirse por tanto:

$$Mf \geq 1,65 \cdot (Mep + Mev)$$

Siendo:

Adrián Pina Yeregui

Mf = Momento de fallo al vuelco. Momento absorbido por la cimentación (daN · m).

Mep = Momento producido por el esfuerzo en punta (daN · m).

Mev = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN · m).

Momento absorbido por la cimentación

El momento absorbido por la cimentación "Mf" se calcula por la fórmula de Sulzberger:

$$Mf = [139 \cdot C_2 \cdot a \cdot h^4] + [a^3 \cdot (h + 0,20) \cdot 2420 \cdot (0,5 - 2/3 \cdot \sqrt{1,1 \cdot h/a \cdot 1/10 \cdot C_2})]$$

Siendo:

$C_2$  = Coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2 m (daN/cm<sup>3</sup>).

a = Anchura del cimiento (m).

h = Profundidad del cimiento (m).

### 1.6.2. Zapatas Aisladas.

Las zapatas aisladas están compuestas por un macizo de hormigón para cada pata del apoyo.

Fuerza de rozamiento de las tierras

Cuando la zapata intenta levantar un volumen de tierra, este opone una resistencia cuyo valor será:

$$Fr_t = \delta_t \cdot \sum (\gamma^2 \cdot L) \cdot \operatorname{tg} [\phi/2]$$

Siendo:

$\delta_t$  = Densidad de las tierras de que se trata ( 1600 daN/ m<sup>3</sup> ).

$\gamma$  = Longitudes parciales del macizo, en m.

L = Perímetro de la superficie de contacto, en m.

$\phi$  = Ángulo de las tierras ( generalmente = 45° ).

Peso de la tierra levantada

El peso de la tierra levantada será:

$$P_t = V_t \cdot \delta_t, \text{ en daN.}$$

Siendo:

$V_t = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \sqrt{(S_s \cdot S_i)})$  ; volumen de tierra levantada, que corresponde a un tronco de pirámide, en m<sup>3</sup> .

$\delta_t$  = Densidad de la tierra, en daN/ m<sup>3</sup> .

h = Altura del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m.

$S_s$  = Superficie superior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m<sup>2</sup> .

$S_i$  = Superficie inferior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m<sup>2</sup> .

Al volumen de tierra “  $V_t$  ”, habrá que quitarle el volumen del macizo de hormigón que hay enterrado.

Peso del macizo de hormigón

El peso del macizo de hormigón de la zapata será:

$$P_h = V_h \cdot \delta_h, \text{ en daN.}$$

Siendo:

$\delta_h$  = Densidad del macizo de hormigón, en daN/  $m^3$  .

$V_h = \sum V_{hi}$  ; los volúmenes “  $V_{hi}$  ” pueden ser cubos, pirámides o troncos de pirámide, en  $m^3$

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \sqrt{S_s \cdot S_i})$  ; volumen del tronco de pirámide, en  $m^3$  .

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot S$  ; volumen de la pirámide, en  $m^3$  .

$V_i = h \cdot S$  ; volumen del cubo, en  $m^3$  .

$h$  = Altura del cubo, pirámide o tronco de pirámide, en m.

$S_s$  = Superficie superior del tronco de pirámide, en  $m^2$  .

$S_i$  = Superficie inferior del tronco de pirámide, en  $m^2$  .

$S$  = Superficie de la base del cubo o pirámide, en  $m^2$  .

Esfuerzo vertical debido al esfuerzo en punta

El esfuerzo vertical que tiene que soportar la zapata debido al esfuerzo en punta "Fep" se obtiene:

$$Fep = 0,5 \cdot (Mep + Mev \cdot f) / Base, \text{ en daN.}$$

Siendo:

$Mep$  = Momento producido por el esfuerzo en punta, en daN · m.

$Mev$  = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo, en daN · m.

$f$  = Factor que vale 1 si el coeficiente de seguridad del apoyo es normal y 1,25 si el coeficiente de seguridad es reforzado.

Base = Base del apoyo, en m.

Esfuerzo vertical debido a los pesos

Sobre la zapata actuarán esfuerzos verticales debidos a los pesos, el valor será:

$$F_V = T_V /4 + P_a /4 + P_t + P_h, \text{ en daN.}$$

Siendo:

$T_V$  = Esfuerzos verticales del cálculo de los apoyos, en daN.

$P_a$  = Peso del apoyo, en daN.

$P_t$  = Peso de la tierra levantada, en daN.

$P_h$  = Peso del hormigón de la zapata, en daN.

Esfuerzo total sobre la zapata

El esfuerzo total que actúa sobre la zapata será:

$$F_T = F_{ep} + F_V, \text{ en daN.}$$

Siendo:

$F_{ep}$  = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.

$F_V$  = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN.

Comprobación de las zapatas

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a levantar el macizo de hormigón, habrá que comprobar el coeficiente de seguridad "Cs", cuyo valor será:

$$Cs = (F_V + Fr_t) / F_{ep} > 1,5.$$

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a hundir el macizo de hormigón, habrá que comprobar que el terreno tiene la debida resistencia "Rt", cuyo valor será:

$$Rt = F_T / S, \text{ en daN/cm}^2.$$

Siendo:

$F_V$  = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN.

$Fr_t$  = Esfuerzo de rozamiento de las tierras, en daN.

$F_{ep}$  = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.

$F_T$  = Esfuerzo total sobre la zapata, en daN.

$S$  = Superficie de la base del macizo, en  $cm^2$ .

## 1.7. CADENA DE AISLADORES.

### 1.7.1. Cálculo eléctrico

El grado de aislamiento respecto a la tensión de la línea se obtiene colocando un número de aisladores suficiente "NAis", cuyo número se obtiene:

$$NAis = Nia \cdot Ume / Llf$$

Siendo:

$NAis$  = número de aisladores de la cadena.

$Nia$  = Nivel de aislamiento recomendado según las zonas por donde atraviesa la línea (cm/kV).

$Ume$  = Tensión más elevada de la línea (kV).

$Llf$  = Longitud de la línea de fuga del aislador elegido (cm).

### 1.7.2. Cálculo mecánico

Mecánicamente, el coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores "Csm" ha de ser mayor de 3.

El aislador debe soportar las cargas normales que actúan sobre él.

$$Csmv = Qa / (Pv + Pca) > 3$$

Siendo:

$Csmv$  = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas normales.

$Qa$  = Carga de rotura del aislador (daN).

$Pv$  = El esfuerzo vertical transmitido por los conductores al aislador (daN).

$Pca$  = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

El aislador debe soportar las cargas anormales que actúan sobre él.

$$Csmh = Qa / (Toh \cdot ncf) > 3$$

Siendo:

$Csmh$  = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas anormales.

$Qa$  = Carga de rotura del aislador (daN).

$Toh$  = Tensión horizontal máxima en las condiciones más desfavorables (daN).

$ncf$  = número de conductores por fase.

#### 1.7.3. Longitud de la cadena

La longitud de la cadena  $Lca$  será:

$$Lca = NAis \cdot LAis \text{ (m)}$$

Siendo:

$Lca$  = Longitud de la cadena (m).

$NAis$  = número de aisladores de la cadena.

$LAis$  = Longitud de un aislador (m).

#### 1.7.4. Peso de la cadena

El peso de la cadena  $Pca$  será:

$$Pca = NAis \cdot PAis \text{ (daN)}$$

Siendo:

$Pca$  = Peso de la cadena (daN).

$NAis$  = número de aisladores de la cadena.

$PAis$  = Peso de un aislador (daN).

#### 1.7.5. Esfuerzo del viento sobre la cadena

El esfuerzo del viento sobre la cadena  $Eca$  será:

$$Eca = k \cdot (DAis / 1000) \cdot Lca \text{ (daN)}$$

Siendo:

$Eca$  = Esfuerzo del viento sobre la cadena (daN).

$k = 70 \cdot (v/120)^2$  . Según apdo 3.1.2.2.

$v$  = Velocidad del viento (Km/h).

$DAis$  = Diámetro máximo de un aislador (mm).

$Lca$  = Longitud de la cadena (m).

## 1.8. DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

### 1.8.1. Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de:

$$D = D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ (m), mínimo 6 m.}$$

Siendo:

$D_{add}$  = Distancia de aislamiento adicional (m).

$D_{el}$  = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

### 1.8.2. Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí "D" debe ser como mínimo:

$$D = k \cdot \sqrt{(F + L) + k' \cdot D_{pp}} \text{ (m).}$$

Siendo:

$k$  = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1.

$L$  = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre  $L=0$ .

$F$  = Flecha máxima (m).

$k' = 0,75$ .

$D_{pp}$  = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

### 1.8.3. Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo "ds" será de:

$$ds = D_{el} \text{ (m), mínimo de 0,2 m.}$$

Siendo:

$D_{el}$  = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

## 1.9. ÁNGULO DE DESVIACIÓN DE LA CADENA DE SUSPENSIÓN.

Debido al esfuerzo del viento sobre los conductores, las cadenas de suspensión en apoyos de alineación y de ángulo sufren una desviación respecto a la vertical. El ángulo máximo de desviación de la cadena "α" no podrá ser superior al ángulo "α" máximo permitido para que se mantenga la distancia del conductor al apoyo.

$\operatorname{tg} \gamma = (Pv + Eca/2) / (P_{-X^{\circ}C} + V/2 + Pca/2) = Etv / Pt$ , en apoyos de alineación.

$\operatorname{tg} \gamma = (Pv \cdot \cos[(180-\alpha)/2] + Rav + Eca/2) / (P_{-X^{\circ}C} + V/2 + Pca/2) = Etv / Pt$ , en apoyos de ángulo.

Siendo:

$\operatorname{tg} \gamma$  = Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción del viento.

$Pv$  = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre el conductor (120 km/h) (daN).

$Eca$  = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (120 km/h) (daN).

$P_{-X^{\circ}C} + V/2$  = Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de una  $T^{\circ}$   $X$  (-5 °C en zona A, -10 °C en zona B, -15 °C en zona C) con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

$Pca$  = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

$\alpha$  = Angulo que forman los conductores de la línea (gr. sexa.).

$Rav$  = Resultante de ángulo en las condiciones de -5 °C en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

Si el valor del ángulo de desviación de la cadena " $\gamma$ " es mayor del ángulo máximo permitido " $\mu$ ", se deberá colocar un contrapeso de valor:

$$G = Etv / \operatorname{tg} \mu - Pt$$

#### 1.10. DESVIACION HORIZONTAL DE LAS CATENARIAS POR LA ACCION DEL VIENTO.

$$d_H = z \cdot \operatorname{sen} \alpha$$

Siendo:

$d_H$  = Desviación horizontal de las catenarias por la acción del viento (m).

$z$  = Distancia entre el punto de la catenaria y la recta de unión de los puntos de sujeción (m).

$\alpha$  = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

## Línea Media Tensión

### 1. POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR.

La potencia máxima que puede transportar la línea será:

$$P_m = \sqrt{3} * U * I * F_c * \cos\phi = \sqrt{3} * 20 * 335 * 1.1 * 0.9 = 11.488,69 \text{ kW} = 11,49 \text{ MW}$$

P<sub>m</sub> = Potencia máxima a transportar (kW)

U = Tensión nominal de la línea (kV)

I = Intensidad admisible del conductor (A)

F<sub>c</sub> = Factor corrección conductor enterrado bajo tubo en terreno seco

Cosφ = 0.9

### 2. DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.

Tensión de la línea: 20 kV.

Tensión más elevada de la línea: 24 kV.

Velocidad del viento: 120 km/h.

Zonas: B.

### CONDUCTOR.

Denominación: LA-56 (47-AL1/8-ST1A).

Sección: 54.6 mm<sup>2</sup>.

Diámetro: 9.45 mm.

Carga de Rotura: 1640 daN.

Módulo de elasticidad: 7900 daN/mm<sup>2</sup>.

Coeficiente de dilatación lineal: 19.1 · 10<sup>-6</sup>.

Peso propio: 0.185 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de viento: 0,596 daN/m.

Peso propio más sobrecarga con la mitad del viento: 0,339 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 0,738 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 1,292 daN/m.

### 3. DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

#### 3.1. Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

$$dst_{des} = D_{add} + D_{el} = 5,3 + 0,22 = 5,52 \text{ m.}; \text{mínimo } 6\text{m.}$$

$$dst_{des} = 6 \text{ m.}$$

$$dst_{ais} = 6 \text{ m.}$$

$$dst_{rec} = 6 \text{ m.}$$

Siendo:

Dadd = Distancia de aislamiento adicional, para asegurar el valor Del con el terreno.

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

### 3.2. Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí D debe ser como mínimo:

$$D_{des} = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot D_{pp}$$

$$D_{rec} = 1/3 \cdot k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot D_{pp}$$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre L=0.

F = Flecha máxima (m).

Dpp = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

#### apoyo 2

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(0,5 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 0,61 \text{ m}$$

#### apoyo 3

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(3,72 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,4 \text{ m}$$

#### apoyo 4

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(3,72 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,4 \text{ m}$$

#### apoyo 5

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(0,66 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 0,68 \text{ m}$$

### 3.3. Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo dsa será de:

dsa = Del = 0,22 m.; mínimo 0,2 m.

dsa = 0,22 m.

Siendo:

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

## 4. TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.

Vano	Conductor	Longit.	Desni.	Vano	Hipótesis de Tensión Máxima								
					Regula.	-5°C+V Toh(daN)	-10°C+V Toh(daN)	-15°C+H Toh(daN)	-15°C+H+V Toh(daN)	-15°C+V Toh(daN)	-20°C+H Toh(daN)	-20°C+H+V Toh(daN)	
2-3	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	41	-13,45	41			464,6	514,5					
3-4	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	141	-11,05	141			450,8	538,4					
4-5	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	53	0,25	53			488	546,2					

Vano	Conductor	Longit.	Desni.	Vano	Hipótesis de Flecha Máxima						Hipótesis Flecha Mínima			
					Regula.	15°C+V Th(daN)		50°C F(m)		0°C+H Th(daN)		-5°C F(m)	-15°C F(m)	-20°C F(m)
2-3	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	41	-13,45	41	317,6	0,42		82,5	0,5	422,7	0,39		0,09	
3-4	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	141	-11,05	141	402,6	3,7		124,1	3,72	505,2	3,65		2,38	
4-5	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	53	0,25	53	351,8	0,6		98	0,66	460,2	0,56		0,14	

Vano	Conductor	Longit.	Desni.	Vano	Hipótesis de Cálculo Apoyos						Desviación Cadenas Aisladores			
					Regula.	-5°C+V Th(daN)	-10°C+V Th(daN)	-15°C+H Th(daN)	-15°C+V Th(daN)	-20°C+H Th(daN)	-5°C+V/2 Th(daN)	-10°C+V/2 Th(daN)	-15°C+V/2 Th(daN)	
2-3	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	41	-13,45	41			464,6	514,5				437,4		
3-4	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	141	-11,05	141			450,8	538,4				295,6		
4-5	LA-56 (47- AL1/8- ST1A)	53	0,25	53			488	546,2				442,2		

## 5. TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	-20°C		-15°C		-10°C		-5°C		0°C	
					T(daN)	F(m)								
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	41	-13,45	41			465,1	0,09	426,8	0,1	388,6	0,11	350,8	0,12
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	141	-11,05	141			194,1	2,38	185,1	2,49	177	2,61	169,7	2,72
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	53	0,25	53			462	0,14	422,4	0,15	383,2	0,17	344,8	0,19

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	5°C		10°C		15°C		20°C		25°C	
					T(daN)	F(m)								
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	41	-13,45	41	313,5	0,13	276,9	0,15	241,4	0,17	207,6	0,2	176,4	0,23
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	141	-11,05	141	163,2	2,83	157,2	2,94	151,8	3,04	146,8	3,14	142,3	3,24
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	53	0,25	53	307,4	0,21	271,4	0,24	237,4	0,27	206,2	0,32	178,5	0,36

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30°C		35°C		40°C		45°C		50°C		EDS
					T(daN)	F(m)									
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	41	-13,45	41	148,8	0,27	125,7	0,33	107,4	0,38	93,2	0,44	82,5	0,5	14,72
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	141	-11,05	141	138,1	3,34	134,2	3,44	130,6	3,53	127,3	3,63	124,1	3,72	9,26
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	53	0,25	53	155	0,42	135,7	0,48	120,2	0,54	107,9	0,6	98	0,66	14,48

## 6. CÁLCULO DE APOYOS.

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex. a.	Hipótesis 1 <sup>a</sup> (Viento) (-5:A/-10:B/-15:C)°C+V				Hipótesis 2 <sup>a</sup> (Hielo) (-15:B/-20:C)°C+H			
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)
2	Ppo Línea		193,9	82	1.787,7		594,3		1.979,6	
3	Alin. Am		22,5	246,8			-94,7			
4	Alin. Am		99,1	256,6			161,1			
5	Fin Línea		56,9	92,7	1.877,7		106,5		2.101,6	

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex. a.	Hipótesis 3 <sup>a</sup> (Desequilibrio de tracciones) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Hipótesis 4 <sup>a</sup> (Rotura de conductores) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Dist.Lt (m)	Dist.Min. Cond. (m)
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)		
2	Ppo Línea						409,6				857,4	1,5
3	Alin. Am		-94,7		282,6							1,4
4	Alin. Am		161,1		286,7							1,4
5	Fin Línea						84,4				910,3	1,5
												0,68

## 7. APOYOS ADOPTADOS.

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Segur. gr.sex. a.	Angulo	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf. Secund. (daN)	Esf. punta c. Tors. (daN)	Esf. Ver. s. Tors. (daN)	Esf. Ver. c. Tors. (daN)	Esfuer. Torsión (daN)	Dist. Torsión (m)	Peso (daN)
2	Ppo Línea	Celosia recto	N		10	2.000		1.150	2.200	900	1.350	1,5	442
3	Alin. Am	Celosia recto	N		12	1.000		550	1.500	600	700	1,5	364
4	Alin. Am	Celosia recto	N		14	1.000		550	1.500	600	700	1,5	448
5	Ppo Línea	Celosia recto	N		10	3.000		2.000	2.500	1.000	1.500	1,5	549

## 8. CRUCETAS ADOPTADAS.

Apoyo	Tipo	Constitución	Montaje	D.Cond. Cruceta (m)	a Brazo Superior (m)	b Brazo Medio (m)	c Brazo Inferior (m)	d D.Vert. Brazos (m)	e D.eje j. abalcón (m)	f D.ref. j. abalcón (m)	g Altura Tirante (m)	Peso (daN)
2	Ppo Línea	Celosia recto	Bóveda Plana	2,5	2,5			1,3	1,25	0,6		230
3	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,55	2,5	0,5	0,6	0,6	1,1	0,6		128
4	Alin. Am	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,55	2,5	0,5	0,6	0,6	1,1	0,6		128
5	Fin Línea	Celosia recto	Bóveda Plana	2,5	2,5			1,3	1,25	0,6		230

## 9. CÁLCULO DE CIMENTACIONES.

Apoyo	Tipo	Esf.Util	Alt.Libre Punta (daN)	Apoyo (m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf. Vie.	Alt. Vie. Apoyos (daN)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)
2	Ppo Línea	2.000	8,15		16.300	249,6	3,87	966	17.266
3	Alin. Am	1.000	10,4		10.400	270,1	4,86	1.311,4	11.711,4
4	Alin. Am	1.000	12,35		12.350	333,9	5,67	1.892,4	14.242,4
5	Fin Línea	3.000	7,9		23.700	262,9	3,76	988,2	24.688,2

Apoyo	Tipo	Ancho Cimen. A(m)	Alto Cimen. H(m)	MONOBLOQUE	
				Coefic. Comp. (daN/m <sup>3</sup> )	Mom. Absorbid o por la cimentac. (daN.m)
2	Ppo Línea	0,98	2,1	10	
				28.642,68	
3	Alin. Am	1,05	1,85	10	
				19.480,77	
4	Alin. Am	1,14	1,9	10	
				23.682,56	
5	Fin Línea	0,92	2,35	10	
				40.866,41	

## 10. CÁLCULO DE CADENAS DE AISLADORES.

Apoyo	Tipo	Denom.	Qa (daN)	Diam. Aisl. (mm)	Llf (mm)	Long. Aisl. (m)	Peso Aisl. (daN)
2	Ppo Línea	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
3	Alin. Am	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
4	Alin. Am	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
5	Fin Línea	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34

Apoyo	Tipo	N.Cad.	Denom.	N.Ais.	Nia (cm/KV)	Lca	L.Alarg.	Pca	Eca	Pv+Pca	Csmv	Toh · ncf (daN)	Csmh
2	Ppo Línea	3 C.Am.	U70BS	4	6	0,69		13,36	9,07	198,11	35,33	514,47	13,61
3	Alin. Am	6 C.Am.	U70BS	4	6	0,69		13,36	9,07	139,53	50,17	538,37	13
4	Alin. Am	6 C.Am.	U70BS	4	6	0,69		13,36	9,07	30,35	230,62	546,17	12,82
5	Fin Línea	3 C.Am.	U70BS	4	6	0,69		13,36	9,07	35,51	197,14	546,17	12,82

## 11. CÁLCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA.

Apoyo	Tipo	Esf. Vert. -20°C (daN)	Esf. Vert. -15°C (daN)	Esf. Vert. -5°C (daN)
2	Ppo Línea		509,8	434,5
3	Alin. Am		-280,6	-209,3
4	Alin. Am		81,9	87
5	Fin Línea		61,3	60,2

## 10. CÁLCULO LINEA DE MT SUBTERRÁNEA

### Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

$$I = S \times 1000 / 1,732 \times U = \text{Amperios (A)}$$

$$e = 1.732 \times I[(L \times \text{Cos}\varphi / k \times s \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

I = Intensidad en Amperios.

e = Caída de tensión en Voltios.

S = Potencia de cálculo en kVA.

U = Tensión de servicio en voltios.

s = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

L = Longitud de cálculo en metros.

K = Conductividad a 20°. Cobre 56. Aluminio 35. Aluminio-Acero 28. Aleación Aluminio 31.

Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.

X<sub>u</sub> = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

n = N° de conductores por fase.

### Red Alta Tensión

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 20000

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- Conductores aislados: 20

- Conductores desnudos: 50

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ X <sub>u</sub> (mΩ/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	1	2	1.080	Al/0,15	En.B.Tu.	DHZ1 12/20 kV	Unip.	1,44	3x240	160	335/1,1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	-0,483	19.999,517	0,002415	1,44 A (50 KVA)

## 11. CONCLUSIÓN

Con lo hasta aquí expuesto quedan descritas las características de las instalaciones, con lo que el firmante espera que el presente proyecto sirva para los fines propuestos. No obstante quedamos a disposición para cualquier aclaración que fuera necesaria.

Zaragoza, Junio de 2018,  
Ingeniero Técnico Industrial



Adrián Pina Yeregui

# PARTE A – ANEXO ESTUDIO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO

Instalación Eléctrica en Media y Baja Tensión de  
la Presa de Nagore (Navarra)

Medium and Low Voltage Electrical Installation  
of Nagore's Dam (Navarra)

Autor

Adrián Pina Yeregui

Director

Antonio Joaquín Montañés Espinosa

## **SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO**

### **1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.**

#### **1.1. INTRODUCCION.**

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de **Prevención de Riesgos Laborales** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las **normas reglamentarias** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### **1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.**

##### **1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.**

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

##### **1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.**

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los

puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.

- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

#### 1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:

- Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
- Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### 1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### 1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### 1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### 1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra

incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

#### 1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

#### 1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

#### 1.2.10. DOCUMENTACIÓN.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

#### 1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

#### 1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

#### 1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.

Adrián Pina Yeregui

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

#### 1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

#### 1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

#### 1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

### 1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

#### 1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoria o evaluación externa.

### 1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

## 1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

### 1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

### 1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

#### 1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

### **2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.**

#### 2.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las *normas reglamentarias* las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo*, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **486/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las *disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo*, entendiendo como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

#### 2.2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

### 2.2.1. CONDICIONES CONSTRUCTIVAS.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbaciones o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarneidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m<sup>2</sup> por trabajador, un volumen mayor a 10 m<sup>3</sup> por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán

escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75º con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionadas para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparamenta eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcassas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

#### **2.2.2. ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN.**

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

### 2.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
  - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
  - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
  - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m<sup>3</sup> de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m<sup>3</sup> en los casos restantes.
- Se evitarán los olores desagradables.

### 2.2.4. ILUMINACIÓN.

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

## 2.2.5. SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO.

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistemas de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

## 2.2.6. MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS.

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurocromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósticos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

# **3. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

## **3.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las *normas reglamentarias* las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las

**disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo**, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

### **3.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.**

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

## **4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

### **4.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las *normas reglamentarias* las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se*

*deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.*

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

#### **4.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.**

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

##### **4.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos

o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropa de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

#### **4.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.**

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

#### 4.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

#### 4.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y  
Adrián Pina Yeregui

señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

#### 4.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como norma general, se deberán extraer los clavos o

partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

## **5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.**

### **5.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las *normas reglamentarias* las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las *disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción*, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial* se encuentra incluida en el *Anexo I* de dicha legislación, con la clasificación *a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento*.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un *estudio básico de seguridad y salud*. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

## 5.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

### 5.2.1. RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

Los *Oficios* más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.

- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### 5.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilaría metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

### **5.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

## **6. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.**

### **6.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las *normas de desarrollo reglamentario* las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la *utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

### **6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.**

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

#### **6.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.**

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.

- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### **6.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.**

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

#### **6.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.**

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

#### **6.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.**

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
  - Comprobador de tensión.

### **7. CONCLUSIÓN.**

Con lo hasta aquí expuesto quedan descritas las características de las instalaciones, con lo que el firmante espera que el presente proyecto sirva para los fines propuestos. No obstante quedamos a disposición para cualquier aclaración que fuera necesaria.

Zaragoza, Junio de 2018,  
Ingeniero Técnico Industrial



Adrián Pina Yeregui

# PARTE A – PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Instalación Eléctrica en Media y Baja Tensión de  
la Presa de Nagore (Navarra)

Medium and Low Voltage Electrical Installation  
of Nagore's Dam (Navarra)

Autor

Adrián Pina Yeregui

Director

Antonio Joaquín Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura / Universidad de Zaragoza  
2018

	<b>CABLES CON CONDUCTOR DE ALUMINIO CON AISLAMIENTO SECO PARA MEDIA TENSION</b>	QD
		Ed. 05/94

## **DESIGNACION DE LOS CABLES ELÉCTRICOS DE TENSIONES NOMINALES ENTRE 1 kV Y 30 kV**

La designación de los cables de tensiones nominales entre 1 y 30 kV se realizará de acuerdo con la norma UNE 21.123. Las siglas de la designación indicarán las siguientes características:

- Tipo constructivo
- Tensión nominal del cable en kV
- Indicaciones relativas a los conductores

Característica	Posición	Referencia a:	Símbolo	Significado
Tipo constructivo	1	Aislamiento	V E R D	PVC Polietileno Polietileno reticulado Etíleno propileno
	2	Pantallas (cables campo radial)	H HO	Pantalla semiconductora sobre el conductor y sobre el aislamiento y con pantalla metálica individual Pantalla semiconductora sobre el conductor y sobre el aislamiento y con pantalla metálica sobre el conjunto de los conductores aislados (cables tripolares)
	3	Cubierta de separación	E V N I	Polietileno PVC Policloropreno Polietileno clorosulfonado
	4	Protecciones metálicas	O F FA M M2 MA Q QA P A AW T TA TC	Pantalla sobre el conjunto de los conductores aislados cableados Armadura de flejes de acero Armadura de flejes de aluminio o aleación de aluminio Armadura de alambres de acero Armadura filásticas alambres de acero Armadura de alambres de aluminio o aleación de alum. Armadura de platinas de acero Armadura de platinas de aluminio o aleación de alum. Tubo continuo de plomo Tubo liso de aluminio Tubo coarrugado de aluminio Trenza hilos de acero Trenza hilos de aluminio o aleación de aluminio Trenza hilos de cobre
	5	Cubierta exterior	E V N I	Polietileno PVC Policloropreno Polietileno clorosulfonado
Tensión nominal	6	Tensión nominal <sup>1</sup>	U <sub>o</sub> /U kV	
Conductores	7	Nº conductores	N x	
	8	Sección nominal	S mm <sup>2</sup>	
	9	Forma del conductor	K S ninguno	Circular compacta Sectoral Circular no compacto
	10	Naturaleza del conductor	Al ninguno	Aluminio Cobre
	11	Pantalla metálica	+H Sec. +O Sec.	Pantalla individual. Sección en mm <sup>2</sup> Pantalla conjunta. Sección en mm <sup>2</sup>

1: Indicará los valores de U<sub>o</sub> y U en la forma U<sub>o</sub>/U expresado en kV, siendo:

U<sub>o</sub> = Valor eficaz entre cualquier conductor aislado y tierra.

U = Valor eficaz entre 2 conductores de fase cualquiera de un cable multipolar o de un sistema de cables unipolares.

Los cables utilizados serán unipolares, con conductor de aluminio, forma circular compacta, campo radial, aislamiento seco termoestable y tensión nominal ( $U_o/U$ ) indicada en la memoria del proyecto, correspondiente a alguno de los valores normalizados:

12/20 kV

15/25 kV

18/30 kV

$U_o$ : Tensión nominal a frecuencia industrial entre cada uno de los conductores y la pantalla metálica.

U: Tensión nominal a frecuencia industrial entre conductores.

Salvo que en el proyecto se indique lo contrario, su designación (según UNE 21123) será la siguiente:

RHV  $U_o/U$  kV 1 x SECCION K Al + H 16

Los cables llevarán una marca indeleble que identifique claramente al fabricante, la designación completa del cable, el año de fabricación (por medio de las dos últimas cifras) y la referencia de la homologación concedida por UNESA.

La marca podrá realizarse por grabado o relieve sobre la cubierta.

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

Los conductores, de aluminio, serán compactos, de sección circular de varios alambres cableados, clase 2 según UNE 21.022 y de las secciones y características que se indican en la Tabla I.

**Tabla I**

Sección nominal ( $\text{mm}^2$ )	Número mínimo de alambres
50	6
70	12
95	15
120	15
150	15
185	30
240	30
300	30

El aislamiento, estará constituido por un dieléctrico seco extruído, termoestable, que habrá pasado los ensayos descritos en la norma UNE 21.117.

La pantalla sobre el conductor estará constituida por una capa extruída de mezcla semiconductora.

La pantalla sobre el aislamiento estará formada una parte semiconductor no metálica asociada a una parte metálica. La parte no metálica puede estar constituida por:

- una capa extruída de mezcla semiconductor
- una cinta semiconductor o
- por uno de estos materiales con un recubrimiento semiconductor

La parte metálica estará constituida por una corona de alambres continuos de cobre recocido, de diámetro inferior o igual a 1 mm, dispuestos en hélice abierta de paso no superior a 20 veces el diámetro bajo pantalla, con una separación máxima entre dos alambres contiguos de 4 mm y por una contraespira de fleje, de cobre recocido, de una sección de  $1 \text{ mm}^2$  como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro bajo contraespira.

La continuidad de los alambres y fleje debe conseguirse mediante soldadura.

La sección de la pantalla será de  $16 \text{ mm}^2$ .

La cubierta exterior estará constituida por una mezcla termoplástica a base de PVC, de tipo ST<sub>2</sub>, de color rojo, - con el fin de distinguir los de los cables de b.t. - para cables de tensión nominal  $U_o/U \text{ kV}$  [UNE 21123 (I)]. La cubierta estará de acuerdo con los ensayos descritos en la norma UNE 21.117.

### Características de aislamiento

Los cables utilizados presentarán los niveles de aislamiento siguientes:

**Tabla IV**

Tensión nominal del cable $U_o/U \text{ (kV)}$	Tensión de prueba a frecuencia indust. (5 minutos) (kV)	Nivel de aislamiento a impulsos, $U_p \text{ (kV)}$
12/20	30	125
15/25	38	145
18/30	45	170

### Intensidades máximas permanentes en los conductores

Son las indicadas en la Tabla V, en que se han considerado las instalaciones al aire o subterráneas.

Responden a la temperatura máxima admisible de los conductores y condiciones tipo de la instalación establecidas en la Norma UNE 20435.

**Tabla V**

**INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE, EN AMPERIOS, EN SERVICIO  
PERMANENTE Y CON CORRIENTE ALTERNA**

SECCION NOMINAL DE LOS CONDUCTORES mm <sup>2</sup>	INSTALACION AL AIRE	INSTALACION ENTERRADA
50	150	160
70	190	200
95	235	240
120	270	270
150	305	300
185	350	340
240	410	400
300	475	450
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura del aire: 40 °C</li> <li>- Un terno de cables unipolares en contacto mutuo</li> <li>- Disposición que permita una eficaz renovación del aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura del terreno: 25 °C</li> <li>- Un terno de cables unipolares en contacto mutuo</li> <li>- Profundidad de instalación: 100 cm</li> </ul>

Cuando las condiciones reales de instalación sean distintas de las tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores relacionados en la citada norma UNE, de entre los que, por su mayor significación para las redes de distribución, se señalan los siguientes:

- a) Cables instalados al aire en ambiente de temperatura distinta de 40 °C.
- b) Cables expuestos directamente al sol.
- c) Varias ternas de cables enterrados directamente en una misma zanja.
- d) Ternas de cables enterrados en una zanja, en el interior de tubos o similares.
- e) Cables directamente enterrados o en conducciones enterradas en terrenos de resistividad térmica distinta de 100 °C.cm/W.

**Intensidades máximas de cortocircuito admisibles en los conductores**

Se facilitan en la Tabla VI para diferentes tiempos de duración del cortocircuito. De acuerdo con la UNE 20435, estas intensidades corresponden a una temperatura de 250 °C alcanzada por el conductor, supuesto que todo el calor desprendido durante el proceso de cortocircuito es absorbido por el propio conductor.

**Tabla VI****Valores de I máxima de c.c. admisible en Ka**

SECCION DEL CONDUCTOR (mm <sup>2</sup> )	DURACION DEL CORTOCIRCUITO (s)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
50	14,2	10,1	8,2	6,4	4,5	3,7	3,2	2,8	2,6
70	19,9	14,1	11,5	8,9	6,3	5,1	4,5	4,0	3,6
95	27,0	19,1	15,6	12,1	8,6	7,0	6,0	5,4	4,9
120	34,2	24,1	19,7	15,3	10,8	8,8	7,6	6,8	6,2
150	42,7	30,2	24,6	19,1	13,5	11,0	9,5	8,5	7,8
185	52,7	37,2	30,4	23,5	16,7	13,6	11,8	10,5	9,6
240	68,3	48,3	39,4	30,5	21,6	17,6	15,3	13,7	12,5
300	85,4	60,4	49,3	38,2	27,0	22,0	19,1	17,1	15,6

**Intensidades de cortocircuito admisibles en la pantalla**

En la Tabla VII se indican las intensidades admisibles, en la pantalla de cobre en función del tiempo de duración del cortocircuito.

Estas intensidades se han tomado para una temperatura máxima en la pantalla de 160 °C, según la norma UNE 20435.

**Tabla VII****INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN LA PANTALLA DE COBRE, EN kA**

SECCION DE LA PANTALLA (mm <sup>2</sup> )	DURACION DEL CORTOCIRCUITO (s)							
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0
10	4,1	3,7	3,3	2,6	2,1	1,7	1,5	1,4
16	6,4	5,8	5,1	4,2	3,5	2,9	2,5	2,2
25	10,0	8,8	7,8	6,4	5,3	4,3	3,4	3,4

**Resistencia y reactancia de los conductores**

Dado que la resistencia de los conductores varía con la temperatura, es conveniente considerar la que resulte a 50 °C, determinada a partir de los valores correspondientes a 20 °C, facilitados por el fabricante.

Para calcular la reactancia, se han supuesto los cables unipolares colocados en forma de terna, en contacto mutuo y en disposición triangular.

Para los cables utilizados, se tienen los valores de resistencia y reactancia de la Tabla VIII.

**Tabla VIII**

SECCION NOMINAL DE LOS CONDUCTORES (mm <sup>2</sup> )	Ω/km			
	RESISTENCIA A 90 °C	REACTANCIA		
		12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
50	0,800	0,139	0,144	0,162
70	0,558	0,129	0,136	0,154
95	0,403	0,123	0,129	0,147
120	0,321	0,119	0,124	0,142
150	0,262	0,115	0,120	0,138
185	0,209	0,111	0,116	0,134
240	0,161	0,106	0,111	0,130
300	0,128	0,103	0,107	0,126

	CABINAS PREFABRICADAS MEDIA TENSION	PA
		Ed. 05/94

Las instalaciones de media tensión estarán constituidas por conjuntos prefabricados de aparenta bajo envolvente metálica, construidos según norma UNE 20.099-90-IR. Sus características se ajustarán en todo a lo especificado en la citada norma y en la Instrucción Técnica MIE.RAT.16: "Instalaciones bajo envolvente metálica. Conjuntos prefabricados".

Las características eléctricas generales para las celdas y embarrados serán las siguientes:

Característica	20/24 kV	30/36 kV L1	30/36 kV L2
Tensión nominal	20 kV	30 kV	30 kV
Tensión máxima servicio	24 kV	36 kV	36 kV
Nivel de aislamiento a 50 Hz, 1 min			
A tierra y entre fases	50 kV	70 kV	70 kV
En la distancia de seccionamiento	75 kV	80 kV	80 kV
Nivel de aislamiento a onda de choque			
A tierra y entre fases	125 kV	145 kV	170 kV

En la distancia de seccionamiento	145 kV	170 kV	195 kV
Intensidad nominal	400 A	640 A	640 A
Intensidad nominal corta duración (1 seg)	20 kA	25,9 kA	24,5 kA

Cada una de las celdas formará por si misma una unidad de conexión que podrá ser unida según el esquema eléctrico deseado, por medio de elementos de fijación y enlace, que a la vez, establecerán la separación eléctrica y mecánica entre módulos adyacentes.

### Características de diseño

- Módulos para aparellaje bajo envolvente metálico monobloque, según UNE 20.099, CEI-298.
- Bastidor autoportante, capaz de soportar los esfuerzos dinámicos de cortocircuito.
- Puerta de acceso frontal con visores, apertura a 180°, y tres puntos de cierre simultáneos para evitar aperturas intempestivas en caso de sobrepresión interna.
- Tapa de expansión de gases de amplia sección en el techo que disipa los gases hacia atrás.

### Construcción

- El bastidor se construirá mediante robustos perfiles de chapa blanca plegada de 3 mm de espesor, unidos a la bandeja posterior y zócalos frontales, formando todo ello un fuerte y resistente módulo.
- Tapas y puertas construidas con chapa blanca y plegada y con los refuerzos necesarios. El espesor mínimo es de 2 mm (excepto en la tapa de expansión, cuyo peso debe ser mínimo).
- Pintura a base de resina tipo epoxy en polvo, depositada electrostáticamente (espesor mínimo 40  $\mu$ ), con posterior polimerizado en horno continuo a 200 °C.
- Tratamiento previo de la chapa consistente en un desengrasado alcalino seguido de fosfatado y pasivado con los lavados intermedios necesarios; y secado final en horno.

### Aparellaje

- De ruptura al aire o en hexafluoruro de azufre (SF6), según esquemas y características fijadas en la memoria técnica y planos del proyecto. Los interruptores estarán construidos según norma UNE 20.104 / CEI 265. Los interruptores automáticos estarán construidos según norma UNE 21.081 / CEI 56.

## Embarrado

- El embarrado principal normalizado se construirá en forma de puentes entre celdas a base de redondo de aluminio de 25 mm de diámetro, aislado.
- El material utilizado será aleación 6060, en estado T6, según norma DIN 40.501.
- Embarrado colector de tierras a base de pletina de cobre de 30x3 mm a lo largo de todas las celdas. La conexión a tierra de las envolventes metálicas se realizará de la forma indicada en la Instrucción MIE.RAT.13.

## Enclavamientos

- Enclavamientos mecánicos de bloqueo o de obstrucción de serie:

DE PUERTA: Impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra desconectada.

DE MANIOBRA: Impide la maniobra del aparato principal y la puesta a tierra con la puerta abierta.

DE PUESTA A TIERRA: Impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa.

## Características funcionales

- Aparellaje en disposición frontal (facilidad de acceso a mandos y reposición de fusibles).
- Condiciones de servicio: interior, según normas UNE 20.099 y CEI-298 (Temperaturas extremas +40 °C y -5 °C, 1.000 m de altitud sobre el nivel del mar).
- Cada cabina o celda separable llevará una placa de características con los siguientes datos:
  - a) Nombre del fabricante o marca de identificación.
  - b) Número de serie o designación de tipo, que permite obtener toda la información necesaria del fabricante.
  - c) Tensión nominal.
  - d) Intensidades nominales de las barras generales y los circuitos.
  - e) Frecuencia nominal.
  - f) Año de fabricación.
  - g) Intensidad máxima de cortocircuito soportable.
  - h) Niveles de aislamiento nominales.

	TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION ENCAPSULADOS	PBA
		Ed. 05/94

Los transformadores de distribución serán trifásicos para instalación interior, del tipo encapsulado en resinas, de las siguientes características:

Servicio: Interior.

Potencia: Segundo memoria y planos del proyecto.

Tensión primaria: Segundo memoria y planos del proyecto.

Tensión secundaria: 400/231 V (en vacío).

Extensión normal de las tomas de variación de la relación de transformación:  $\pm 2,5 \pm 5 \%$

Frecuencia: 50 Hz

Tensión cortocircuito: Segundo Tabla I.

Pérdidas en vacío: Segundo Tabla I.

Pérdidas en carga: Segundo Tabla I.

Neutro en baja tensión: Accesible a través de terminal

Grupos de conexión: Potencia nominal hasta 100 kVA: Yzn11

Potencia nominal igual o superior a 160 kVA: Dyn11

**Tabla I. Pérdidas y otras características**

Um kV	Potencia kVA	Pérdidas debidas a la carga a 115 °C W (1)	Pérdidas en vacío 100 % Un W	Tensión de cortocircuito %	Intensidad en vacío 100 % Un % (2)	Nivel de ruido dB(A) (3)	Rendimiento a plena carga (%)		Caída de tensión a plena carga (%)	
							Cos φ 1,00	Cos φ 0,80	Cos φ 1,00	Cos φ 0,80
Hasta 24	50	1.050	250	4	2,60	50	96,97	96,21	2,16	3,73
	100	1.650	465		2,50	51	97,89	97,36	1,72	3,52
	160	2.400	750	6	2,30	52	98,03	97,54	1,67	4,76
	250	3.100	950		2,00	53	98,38	97,98	1,41	4,59
	400	4.250	1.350		1,80	54	98,60	98,25	1,24	4,48
	630	5.800	1.780		1,40	56	98,80	98,50	1,10	4,38
	800	6.600	2.100		1,20	56	98,91	98,64	1,00	4,32
	1.000	7.600	2.500		1,10	57	98,99	98,74	0,94	4,27
	1.250	10.800	2.800		1,00	58	98,91	98,64	1,04	4,34
	1.600	12.600	3.000		0,90	59	99,03	98,82	0,96	4,29
	2.000	14.500	4.100		0,85	59	99,07	98,84	1,04	5,54
	2.500	17.000	4.600		0,70	59	99,14	98,87	1,00	5,50
36	160	2.600	840	6	2,40	52	97,85	97,31	1,79	4,83
	250	3.100	1.200		2,20	53	98,28	97,85	1,41	4,59
	400	4.360	1.500		2,00	54	98,54	98,17	1,26	4,49
	630	6.000	2.100		1,50	56	98,71	98,04	1,13	4,40
	800	6.600	2.400		1,40	56	98,88	98,59	1,00	4,32
	1.000	7.600	2.850		1,20	57	98,86	98,34	0,94	4,27
	1.250	11.000	3.200		1,10	58	98,86	98,58	1,06	4,35
	1.600	13.000	3.450	8	1,00	59	98,97	98,67	1,13	5,60
	2.000	15.200	4.400		0,90	59	99,02	98,78	1,08	5,56
	2.500	17.000	4.900		0,80	59	99,12	98,91	1,00	5,50

- (1) Pérdidas debidas a la carga a la temperatura de referencia de 75 °C: 11 % menores.
- (2) Valor medio de las mediciones en las tres fases.
- (3) Presión acústica, media de los valores medidos en cuatro posiciones situadas en los ejes del transformador a 1 m de distancia.

Normas: UNE 20-178.

CEI/IEC 726.

CENELEC HD 464.

DIN 42.523.

En el arrollamiento de alta tensión se incluirán las tomas para variación de la relación de transformación cuya extensión será de  $\pm 2,5 \pm 5\%$ . El cambio de las tensiones en alta tensión se realizará por delante.

Niveles de aislamiento: Los niveles de aislamiento estarán de acuerdo con la Norma UNE-20.101 (3) y se establecerán en función de la tensión más elevada para el material cuyo valor sea el inmediato superior al de la tensión nominal. Las tensiones de ensayo correspondientes serán:

<b>U<sub>m</sub></b>	<b>TENSION SOPORTADA</b>	
	<b>F.I. kVef</b>	<b>I.R. kV</b>
12	28	75
17,5	38	95
24	50	125
36	70	170

U<sub>m</sub>: Tensión más elevada para el material.

F.I. : Ensayo a frecuencia 50 Hz durante 1 minuto.

I.R. : Impulso tipo rayo, forma de onda 1,2/50.

Calentamiento: Los valores máximos garantizados para el calentamiento en los arrollamientos serán los siguientes:

Medio, medido por resistencia: 100 K.

Del punto más caliente (CEI/EIC 905): 125 K.

Los transformadores deberán cumplir con la norma (CEI/IEC 905) "Guía de carga para transformadores de potencia tipo seco".

Ensayos: En todos los transformadores se realizarán los ensayos de rutina que se detallan a continuación:

- Tensión aplicada a frecuencia industrial.
- Tensión inducida a frecuencia elevada.
- Relación de transformación en todas las tomas.
- Resistencia de los arrollamientos.
- Pérdidas en vacío y corriente en vacío.
- Pérdidas debidas a la carga y tensión de c.c.
- Medida de descargas parciales.
- Impulso tipo rayo.
- Calentamiento.
- Nivel de ruido.

Tolerancias: Las tolerancias aplicables según UNE 20.101 (1) son las siguientes:

Relación de transformación en la toma principal:	$\pm 0,5 \%$
Pérdidas totales:	$+ 10,0 \%$
Pérdidas parciales:	$+ 15,0 \%$
Tensión de cortocircuito:	$\pm 10,0 \%$
Corriente de vacío:	$+ 30,0 \%$
Potencia acústica (según UNE 21.315)	0 %

Accesorios: Los transformadores se suministrarán con los siguientes accesorios:

- Ruedas orientables en dos direcciones.
- Anillas de elevación.
- Enganches para arrastre.
- Terminales de tierra.
- Placa de características.
- Bornes para cambio de tomas en lado A.T. por puentes atornillados.
- Dispositivo de control de temperatura.
- Bornes enchufables.

Control de temperatura: La temperatura se controla en las tres fases simultáneamente.

Los sensores de temperatura se colocan habitualmente en el extremo superior de la bobina de Baja Tensión, junto al núcleo, que es el punto accesible más caliente.

La detección de temperatura se realiza por sondas tipo PTC. En este tipo de resistencias el valor óhmico se mantiene prácticamente constante hasta que la temperatura en el bobinado alcanza un valor de consigna especificado. En este momento, la resistencia aumenta bruscamente provocando la actuación de un relé que cierra un contacto N/A. Se colocan tres sondas de temperatura, una por fase conectadas en serie, por cada uno de los niveles de protección, normalmente dos. Es suficiente que se exceda la temperatura de consigna en una cualquiera de las tres fases para que actúe el dispositivo.

El valor normal de la tensión de alimentación es 220 V, 50 Hz.

El transformador o los transformadores irán dotados de una placa de características en las cuales se indicará:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de transformador.
- Número de serie.
- Potencia nominal.
- Frecuencia nominal.
- Tensiones.
- Peso del transformador.

	LOCALES TECNICOS PARA INSTALACIONES DE ALTA TENSION	INA01
		Ed. 6/964

## Situación de las instalaciones

Las instalaciones eléctricas de alta tensión quedarán situadas en el interior de edificios específicos o de locales o recintos destinados a alojar a estas instalaciones situados en el interior de edificios destinados a otros usos, de acuerdo con la clasificación establecida en la MIE RAT-14.

## Inaccesibilidad

Los edificios o locales destinados a alojar en su interior instalaciones de alta tensión quedarán dispuestos de forma que queden cerrados al acceso de las personas ajenas al servicio.

## Pasos y accesos

Todos los lugares de paso como puertas, pasillos, rampas, etc serán de dimensiones y trazado adecuado y estarán dispuestos de forma que su tránsito sea cómodo y seguro y no sea impedido por la apertura de puertas o ventanas o por la presencia de objetos que puedan suponer riesgos o que dificulten la salida en casos de emergencia. La anchura de los pasillos de servicio no será inferior a la señalada en la MIE RAT-14 para los distintos casos.

Las puertas o salidas se dispondrán de forma que su acceso sea lo más corto y directo posible. Se dispondrá una puerta destinada al paso de piezas de grandes dimensiones y una puerta para la entrada y salida del personal.

## Paramentos exteriores

Los paramentos delimitadores de los locales destinados a alojar instalaciones de alta tensión y las estructuras internas de los mismos tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con la que requiera la NBE CPI-96 en función del uso a que se destina el edificio. En condiciones generales se exigirá una RF-180. Los materiales constructivos del revestimiento interior serán clase MO según norma UNE 23.727.

Estos locales no podrán ubicar ni estar atravesados por canalizaciones ajenas a los mismos, tales como instalaciones de gas, agua, aire, teléfonos, vapor, etc.

## **Pavimento**

El suelo se calculará para soportar una sobrecarga de 2000 Kg/m<sup>2</sup>, tanto en el interior del local como en las vías de acceso por las que deberán pasar los transformadores.

En el interior del local el pavimento deberá ser antideslizante.

## **Tabiquería interior**

Los transformadores de potencia se situarán en el interior de celdas delimitadas por tabiques de ladrillos o bloques de hormigón macizado de 9 cm de espesor, enfoscados y enlucidos con cemento hasta 12 cm de espesor, reforzados en sus aristas por un perfil de hierro UPN-120 sujeto al piso y pared o techo mediante pernos de anclaje o empotramiento.

## **Acabados**

El acabado interior será raseado con mortero de cemento y arena lavable con aditivo hidrófugo en masa, tacholado y pintado con pintura plástica en blanco. No se utilizará el acabado con yeso en ningún punto.

Elementos metálicos:

Todos los elementos metálicos que intervengan en la construcción y estén en contacto con el ambiente deberán estar protegidos convenientemente contra la oxidación mediante un tratamiento galvánico o pintura antioxidante. Posteriormente se dará un acabado con pintura de color a definir.

Los elementos metálicos que deban empotrarse parcialmente en los paramentos deberá protegerse igualmente, incluida dicha parte empotrada.

## **Puertas**

Las puertas serán de clasificación RF-60 (al exterior o con vestíbulo de independencia) o RF-90 (al interior), abatibles totalmente hacia el exterior del local. Cuando lo hagan sobre caminos públicos se abatirán totalmente sobre el muro exterior de la fachada.

Las puertas de acceso de personal tendrán unas dimensiones interiores mínimas de 2,10 m de altura y 0,80 m de anchura.

Las puertas para la entrada de materiales estarán formadas por dos hojas y tendrán unas dimensiones interiores mínimas de 2,50 m de altura y 1,60 m de anchura. Una de las hojas llevará cerrojos verticales de fijación en la parte superior e inferior, accionables desde el interior del local.

Las puertas exteriores al edificio podrán ir equipadas con rejillas de ventilación.

Tendrán un tratamiento y un acabado según lo dispuesto para los elementos metálicos en general.

### Trapas

El acceso desde el exterior a centros de transformación situados por debajo del nivel de la calle podrá realizarse mediante una trapa en el techo del local.

La trapa estará construida con chapa estriada de 10 mm encajada en un marco en U de 60x50 mm con los correspondientes anclajes a la estructura.

Las dimensiones mínimas interiores serán de 2,20x1,40 m y estará formada por dos o tres hojas, una de las cuales deberá permitir el acceso al personal. Esta parte dispondrá de goznes de material inoxidable y enclavamiento para su fijación en posición abierta. El resto de las piezas estarán fijadas al marco mediante tornillos con cabeza Allen enrasadas con el plano de la capa. Dispondrá de asas para su manejo.

El acceso al interior se realizará con ayuda de una escalera inclinada, fija, con barandilla. La huella tendrá 13 cm y la altura del peldaño será de 20 cm. El ángulo con el suelo será de 60 grados.

### Rejillas y ventanas para ventilación

Las celdas de transformadores estarán provistas de un sistema de ventilación natural o forzada que permita la disipación del calor producido por las pérdidas de energía eléctrica de los transformadores. Para ello se dispondrá una entrada de aire al nivel inferior de la caja del transformador, o debajo del mismo, y una salida de aire en la parte superior del local, cuidando que la posición relativa de ambas sea tal que el transformador se encuentre bañado por la corriente de aire ascendente.

Los transformadores están previstos para ser instalados con una temperatura ambiente máxima de 40°C y, como regla general, se recomienda que la temperatura del local no exceda en mas de 5°C la del ambiente exterior. Si la ventilación natural no fuera suficiente se instalarán extractores de aire cuyo caudal sea de 2,5 a 3,5 m<sup>3</sup> por minuto y por kW de pérdidas, según la capacidad de ventilación natural del local.

Los huecos de ventilación irán provistos de rejillas y persianas enmarcadas en perfil L de 50x50 m con los anclajes precisos. El laberinto estará formado por perfiles L de 40x40 mm colocados de forma que impidan la entrada del agua y animales, incluso pequeños.

Cuando estos elementos comuniquen con zonas interiores, o que puedan ser consideradas como interiores del edificio, se dispondrán compuertas automáticas que deberán proporcionar una resistencia al fuego equivalente al elemento atravesado.

## Canalizaciones

Los conductores de energía eléctrica en el interior del recinto de la instalación se considerarán divididos en conducciones o canalizaciones de baja tensión y de alta tensión. Las primeras deberán ser dispuestas y realizadas de acuerdo con el REBT.

En cuanto a las segundas se tendrá en cuenta, en la disposición de las canalizaciones, el peligro de incendio, su propagación y consecuencias, para lo cual se adoptarán las medidas señaladas en la MIE RAT-05.

Los conductores de alta tensión se canalizarán convenientemente a través de galerías subterráneas, atarjeas, zanjas y tuberías, provistas de sistema de drenaje. Cuando estas canalizaciones atravesen elementos que delimiten o separen sectores de incendio, el paso se efectuará de forma que el cerramiento obtenido presente una resistencia al fuego equivalente al elemento atravesado, según lo requiera la NBE-CPI-96.

Cuando haya elementos de registro de canales de cables en pasillos de tránsito se adoptarán las medidas necesarias para garantizar la resistencia mecánica y perfecto asiento de los mismos, de forma que el tránsito de personal y paso de materiales sea seguro.

## Alcantarillado

La red general de alcantarillado, si existe, deberá estar situada en un plano inferior al de las instalaciones eléctricas subterráneas, pero si por causas especiales fuera necesario disponer en un plano inferior alguna parte de la instalación eléctrica, se adoptarán las disposiciones adecuadas para proteger a ésta de las consecuencias de cualquier posible filtración.

## Fosos colectores

Cuando se utilicen transformadores refrigerados con dieléctricos líquidos con temperaturas de combustión superiores a los 300°C (tipo resinas, askareles, etc) se dispondrá de un sistema de recogida de líquido en caso de derrame que impida su salida al exterior.

El foso de recogida de aceite estará construido con un revestimiento resistente y estanco, teniendo en cuenta en su diseño y dimensionado el volumen de aceite que pueda recibir. En dicho depósito o cubeto se dispondrán cortafuegos tales como lechos de guijarros, sifones en el caso de colector único, etc. Cuando se utilicen pozos centralizados de recogida de aceite éstos quedarán situados en el exterior de las celdas.

## Cerramientos metálicos

Las celdas de transformadores estarán provistas de un cerramiento frontal formado por una puerta abisagrada de doble hoja con zócalos inferior y superior desmontables para facilitar la extracción del transformador. Estarán construidas con chapa blanca plegada de 2 mm con los refuerzos necesarios, tendrán tres puntos de cierre e incorporarán una mirilla de inspección con vidrio inastillable. Deberán permitir una apertura mínima de

90°. Tendrán un tratamiento y un acabado según lo dispuesto para los elementos metálicos en general.

### **Iluminación del local**

Para el alumbrado del local se dispondrán luminarias IP-54 para fluorescencia provistas con difusores de metacrilato y colocadas de forma que el nivel sea lo más uniforme posible en todo el recinto y no suponga riesgo alguno los trabajos de mantenimiento y sustitución de lámparas. El nivel medio de iluminación será de 300 lux.

### **Elementos de seguridad y señalización**

Cada local irá provisto de forma fija y permanente de los elementos de seguridad necesarios para maniobrar que no sean de uso individual, tales como pértiga para puesta a tierra con mordazas y cable, pértiga detectora de tensión, juegos de guantes y banqueta aislante. En cada local se dispondrán además, placas indicadoras de peligro de muerte en todas y cada una de las celdas y en el/los acceso/s al mismo, placa de primeros auxilios reglamentaria, placa de instrucciones de maniobra y esquema eléctrico de las instalaciones de alta y baja tensión.

### **Sistema contra incendios**

En instalaciones con transformadores o aparatos cuyo dieléctrico sea aceite mineral con un volumen unitario superior a 600 litros o que en conjunto sobrepasen los 2.400 litros (en edificios de pública concurrencia se reducirán estos volúmenes a 400 y 1.600 litros respectivamente) deberá instalarse un sistema fijo de detección y extinción automática en el que la inundación se realizará exclusivamente en el interior de la celda del transformador, siempre que esta sea cerrada.

La sala contendrá en su interior y en el exterior, situado junto al acceso, extintores de CO<sub>2</sub> en número y capacidad adecuados. Los extintores del interior estarán situados a distancias entre 3 y 15 m de los transformadores. Estarán señalizados con un cartel que indique: "No utilizar a menos de 1 m elementos con tensión".

Las características del sistema contraincendios se contempla en el proyecto de Extinción de Incendios.

	VARIOS	2AA
		Ed. 10/97

## 1. Documentos del proyecto

Se recuerda al contratista/instalador que toda la información del proyecto descrita en el pliego de condiciones técnicas se completa con los otros documentos del mismo (Memorias, cálculos, estado de mediciones, presupuesto y planos).

## 2. Documentación complementaria

Además de los documentos anteriores e independientemente de los mismos, serán de obligado cumplimiento todas las órdenes y documentación complementaria o aclaratoria, facilitadas por la Dirección Facultativa y la Propiedad.

Igualmente tendrán carácter de documentación contractual, con carácter de obligatorias, e independientemente de los documentos citados, todas las normas, disposiciones y reglamentos que por su carácter puedan ser de obligada aplicación.

El Contratista deberá seguir la normativa propia de las compañías suministradoras de fluidos, energía y combustibles y deberá solicitar los informes e inspecciones preceptivos y necesarios para dejar los trabajos en perfecta consonancia con las exigencias de las compañías de suministro externo.

La interpretación del Proyecto y documentación contractual corresponderá a la Dirección Facultativa.

El contratista/instalador confirmará a la mayor brevedad posible con la empresa suministradora correspondiente, el lugar exacto de la acometida (fachada o límite de parcela) para alojar los armarios y/o arquetas correspondientes.

Se presentará a la Dirección Facultativa las dimensiones de los mismos indicando necesidades de espacios, ventilaciones, distancias mínimas a otras instalaciones, etc. Se procederá de la misma forma para cuartos de instalaciones y recorridos de las mismas.

### 3. Muestra de materiales

Los materiales objeto de contratación son los indicados en la oferta obligatoriamente.

El Instalador/Contratista dispondrá en obra de muestras de cada uno de los materiales y equipos que se van a instalar para su aprobación por parte de la Dirección Facultativa. Si en alguna partida del Proyecto aparece el "o equivalente" se entiende que el tipo y marca objeto de contrato es el indicado como modelo en el Proyecto, es decir, de las mismas características, siempre a juicio de la Propiedad y la Dirección Facultativa.

A petición de la Dirección Facultativa, el Contratista presentará las muestras de los materiales que se soliciten, siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

Cualquier cambio que efectúe el Contratista sin tenerlo aprobado por escrito y de la forma que le indique la Dirección Facultativa, representará en el momento de su advertencia su inmediata sustitución, con todo lo que ello lleve consigo de trabajos, coste y responsabilidades. De no hacerlo, podrá la Dirección Facultativa buscar soluciones alternativas con cargo al Presupuesto de contrato y/o garantía.

Los materiales que hayan de constituir parte integrante de las unidades de obra definitivas, los que el Contratista emplee en los medios auxiliares para su ejecución, así como los materiales de aquellas instalaciones y obras auxiliares que parcialmente hayan de formar parte de las obras objeto del contrato, tanto provisionalmente como definitivas, deberán cumplir las especificaciones establecidas en el Pliego de Condiciones Técnicas de los materiales.

Cualquier trabajo que se realice con materiales de procedencia no autorizada podrá ser considerado como defectuoso.

### 4. Control de calidad de los materiales

El Contratista entregará a la Dirección Facultativa una lista de materiales que considere definitiva dentro de los 30 días después de haberse firmado el Contrato de Ejecución. Se incluirán los nombres de fabricantes, de la marca, referencia, tipo, características técnicas y plazo de entrega. Cuando algún elemento sea distinto de los que se exponen en el Proyecto, se expresará claramente en dicha descripción.

El Contratista informará fehacientemente a la Dirección Facultativa de las fechas en que estarán preparados los diferentes materiales que componen la instalación, para su envío a obra.

De aquellos materiales que estime la Dirección Facultativa oportuno y de los materiales que presente el Contratista como variante, la Dirección Facultativa procederá a realizar, en el lugar de fabricación, las pruebas y ensayos de control de calidad, para comprobar que cumplen las especificaciones indicadas en el Proyecto, cargando a cuenta del Contratista los gastos originados.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo Contratista. Aquellos materiales que no

Adrián Pina Yeregui

cumplan alguna de las especificaciones indicadas en Proyecto no serán autorizados para montaje en obra. Los elementos o máquinas mandados a obra sin estos requisitos podrán ser rechazados sin ulteriores pruebas.

## 5. **Planos de montaje**

Los planos de montaje son los que complementan a los planos del Proyecto en aquellos aspectos propios de la ejecución de la instalación, y que permiten detectar y resolver problemas de ejecución y coordinación con otras instalaciones antes de que se presenten en la obra.

El Contratista presentará al inicio de la obra una lista de los planos de montaje que va a realizar, que será aprobada por la Dirección Facultativa. También presentará un programa de producción de estos planos de acuerdo con el programa general de la obra.

El Contratista presentará los planos de montaje a la Dirección Facultativa, que los revisará en un plazo no superior a dos semanas.

El contratista/Instalador presentará planos de coordinación entre las diferentes instalaciones “previos al inicio de los trabajos” con el fin de detectar posibles interferencias o cruces que a posteriori perjudique la estética o el futuro mantenimiento de las instalaciones.

Se realizarán especialmente planos de montantes en patio de instalaciones con detalles de salida de los mismos: recorrido por falsos techos, falsos suelos, recorridos vistos en techos, salas de máquinas, etc,... estos planos serán aprobados previamente a su ejecución por la Dirección Facultativa.

En la instalación eléctrica se indicará: reparto de fases, situación de cajas de derivación y registro, dimensionado de tubos, bandejas y cables.

## 6. **Replanteo**

De acuerdo con los planos de montaje conformados y en el momento oportuno según el plan de obra, el Contratista marcará de forma visible la instalación con puntos de anclaje, rozas, taladros, etc. lo cual deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa antes de empezar su ejecución.

## 7. Pruebas

Al finalizar la ejecución de la instalación, el Contratista/instalador está obligado a regular y equilibrar todos los circuitos y a realizar las pruebas pertinentes y dejará la instalación completamente acabada y en perfecto funcionamiento, así como garantizarlo durante el tiempo que marque el pliego de condiciones generales del proyecto (mínimo 1 año). El Contratista cumplimentará las fichas del Protocolo de Pruebas de proyecto en su totalidad (una ficha para cada elemento de la instalación).

En un plazo de 15 días laborables, la Dirección Facultativa o el Control de Calidad según el caso, comprobará la documentación entregada descrita anteriormente y emitirá un plan de comprobaciones y pruebas que deberán ser realizadas por el Contratista en presencia de la Dirección Facultativa o personal de la empresa de Control de Calidad.

Caso de resultar negativas, aunque sea en parte, se propondrá otro día para efectuar las pruebas, cuando el Contratista considere pueda tener resueltas las anomalías observadas y corregidos los Planos no concordantes.

Si en esta segunda revisión se observan de nuevo anomalías que impidan a juicio de la Dirección Facultativa proceder a la Recepción Provisional, los gastos ocasionados por las siguientes revisiones correrán por cuenta del Contratista, con cargo a la liquidación.

El Contratista/instalador se responsabilizará en todo momento que la instalación por el ejecutada sea correcta tanto en normativa como en su funcionamiento.

## 8. Documentación final de obra

El Contratista preparará la siguiente documentación final de obra de la instalación según el pliego de condiciones generales e instrucciones de la Dirección Facultativa comprendiendo:

1. Planos de detalle y montaje.
2. Planos final de obra de la instalación realmente ejecutada.
3. Memorias, bases de cálculo y cálculos, especificaciones técnicas, estado de mediciones finales y presupuesto según lo realmente ejecutado
4. Resultado de las pruebas realizadas de acuerdo con el protocolo de Proyecto y/o Reglamento vigente.
5. Manual de instrucciones de la instalación.
6. Libro de mantenimiento.
7. Lista de materiales empleados y catálogos.
8. Relación de suministradores y teléfonos.

9. Y la necesaria para cumplimentar la normativa vigente y conseguir la legalización y suministros de fluidos o energía. (Boletines de la instalación, libro de mantenimiento, etc.).

De la documentación anterior se entregará una primera copia sin aprobar a la Dirección Facultativa o a la empresa de control de Calidad.

Una vez aprobada esta documentación por la Dirección Facultativa se entregarán 3 copias de toda la documentación debidamente encuadrada.

Al mismo tiempo el Contratista aclarará a los Servicios de Mantenimiento cuantas dudas encuentren.

## **9. Legalizaciones**

El Contratista/installador realizará la legalización de todas las instalaciones que se vean afectadas, incluyendo la preparación y visados de proyectos en el Colegio Profesional correspondiente, la presentación y seguimiento hasta el buen fin de los expedientes ante los Servicios de Industria y Entidades Colaboradoras, incluso en abono de tasas correspondientes. Se incluyen todos los trámites administrativos que haya que realizar con cualquier organismo oficial para llevar a buen término las instalaciones.

## **10. Conclusión**

Con lo hasta aquí expuesto quedan descritas las características de las instalaciones, con lo que el firmante espera que el presente proyecto sirva para los fines propuestos. No obstante quedamos a disposición para cualquier aclaración que fuera necesaria.

Zaragoza, Junio de 2018,  
Ingeniero Técnico Industrial



Adrián Pina Yeregui

## PARTE A – PLANOS

Instalación Eléctrica en Media y Baja Tensión de  
la Presa de Nagore (Navarra)

Medium and Low Voltage Electrical Installation  
of Nagore's Dam (Navarra)

Autor

Adrián Pina Yeregui

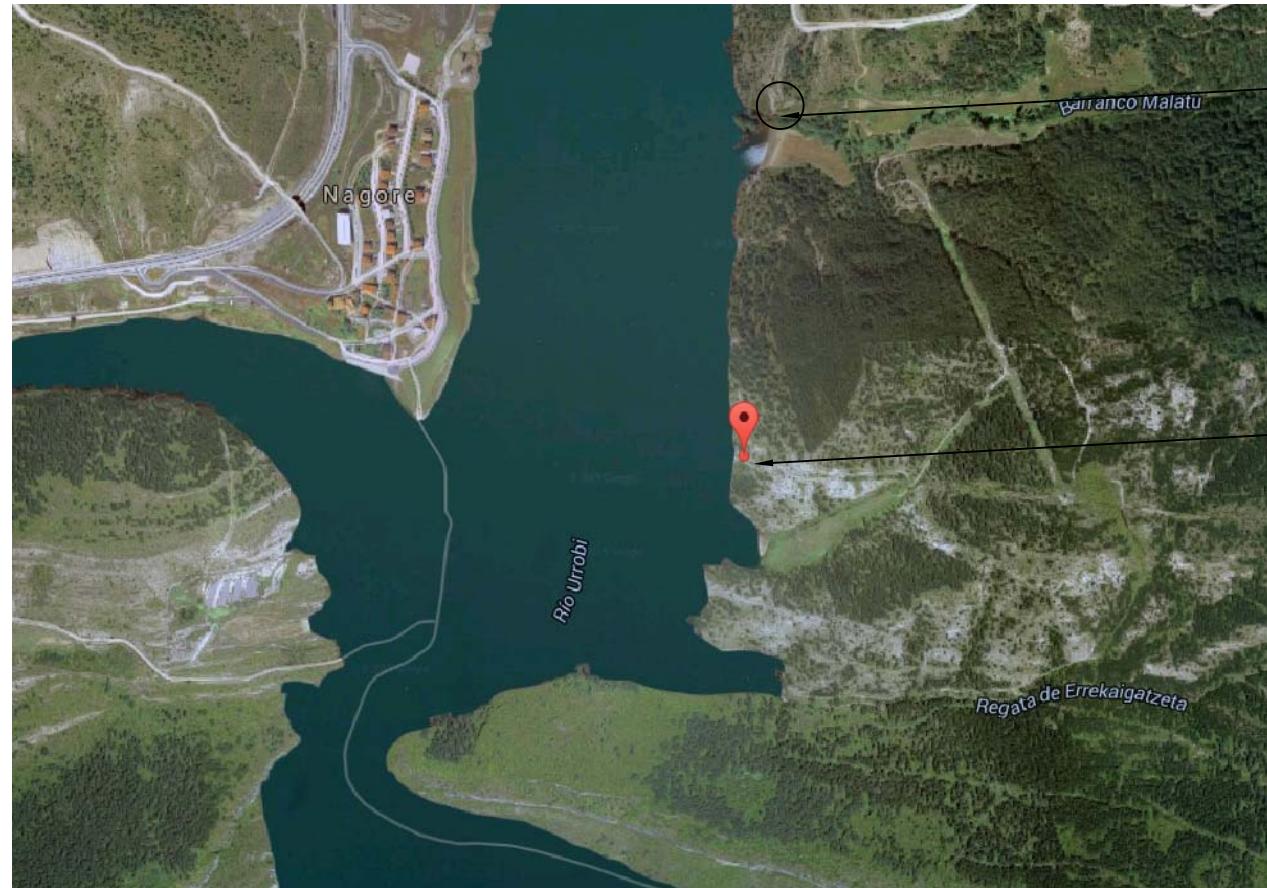
Director

Antonio Joaquín Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura / Universidad de Zaragoza  
2018

# LISTADO DE PLANOS

- 1. SITUACIÓN**
- 2. PLANTA – DISTRIBUCIÓN EN MT**
- 3. POSTE N°2 – PRINCIPIO DE LÍNEA**
- 4. POSTE N°3/N°4 – BÓVEDA B3 C. AMARRE**
- 5. POSTE N°5 – FINAL DE LÍNEA**
- 6. APOYOS Y AISLADORES – DETALLES**
- 7. HERRAJES - DETALLES**
- 8. ZANJA MT**
- 9. EDIFICIO CT**
- 10. RED DE TIERRAS**
- 11. ESQUEMA UNIFILAR MT**



CONVERSIÓN AÉREO-SUBTER.  
PUNTO DE SUMINISTRO

POLIGONO 6, PARCELA 256-C  
31438-NAGORE-NAVARRA

NOTA: LA UBICACION CORRESPONDE AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.LA CONVERSIÓN AÉREO SUBTERRÁNEA SE REALIZARÁ EN EL APOYO N°5 DE LA LÍNEA DE 20KV DENOMINADA AOIZ-NAGORE

	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	28/06/2018	Adrián Pina Yeregui		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado				
Escala	SITUACIÓN			
S/E	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MT Y BT DE LA PRESA DE NAGORE (NAVARRA)			
				NIA - 619175
				Curso - 4º
				Plano N° 1

1 2 3 4 5 6 7 8

A

A

B

B

C

C

D

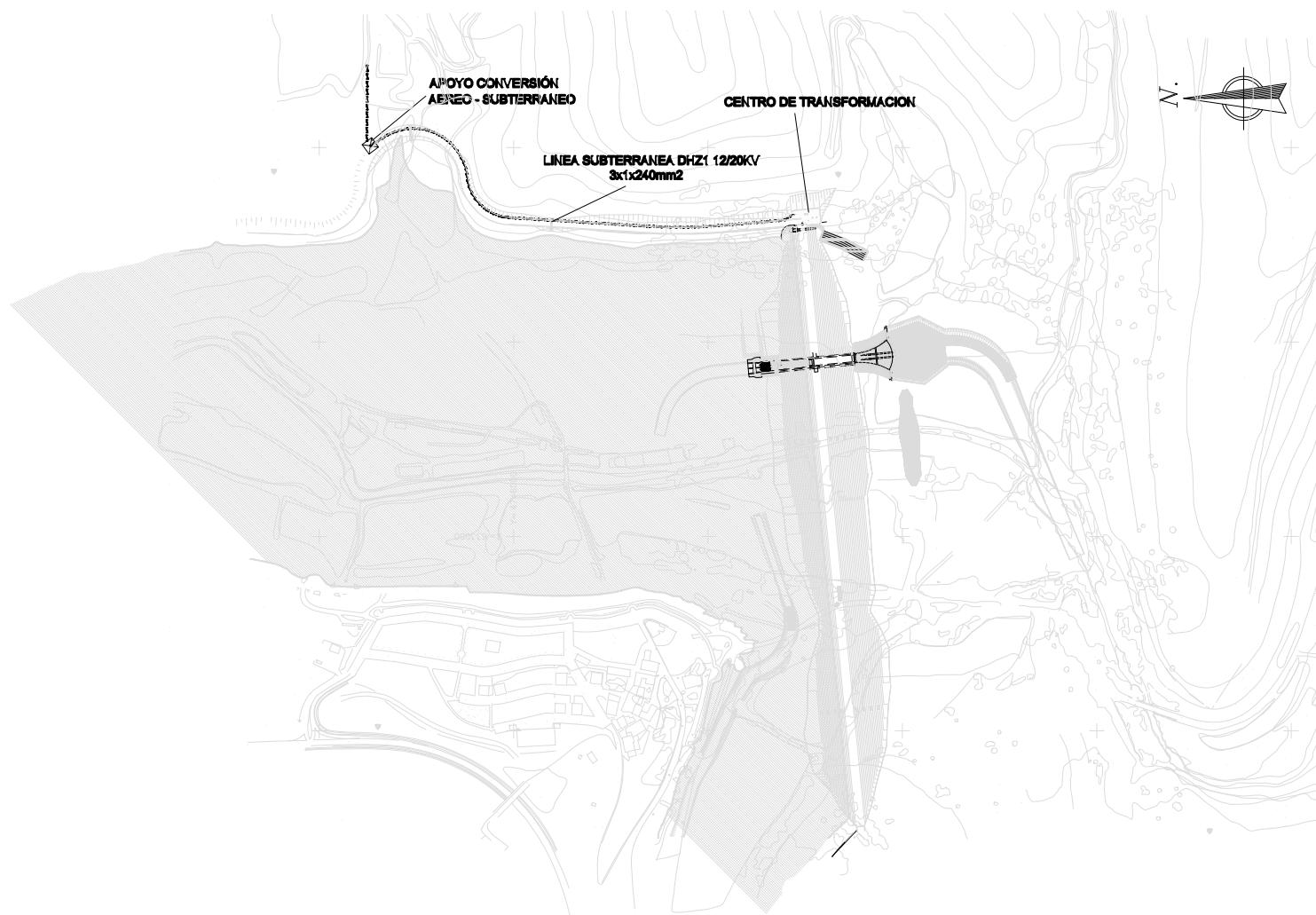
D

E

E

F

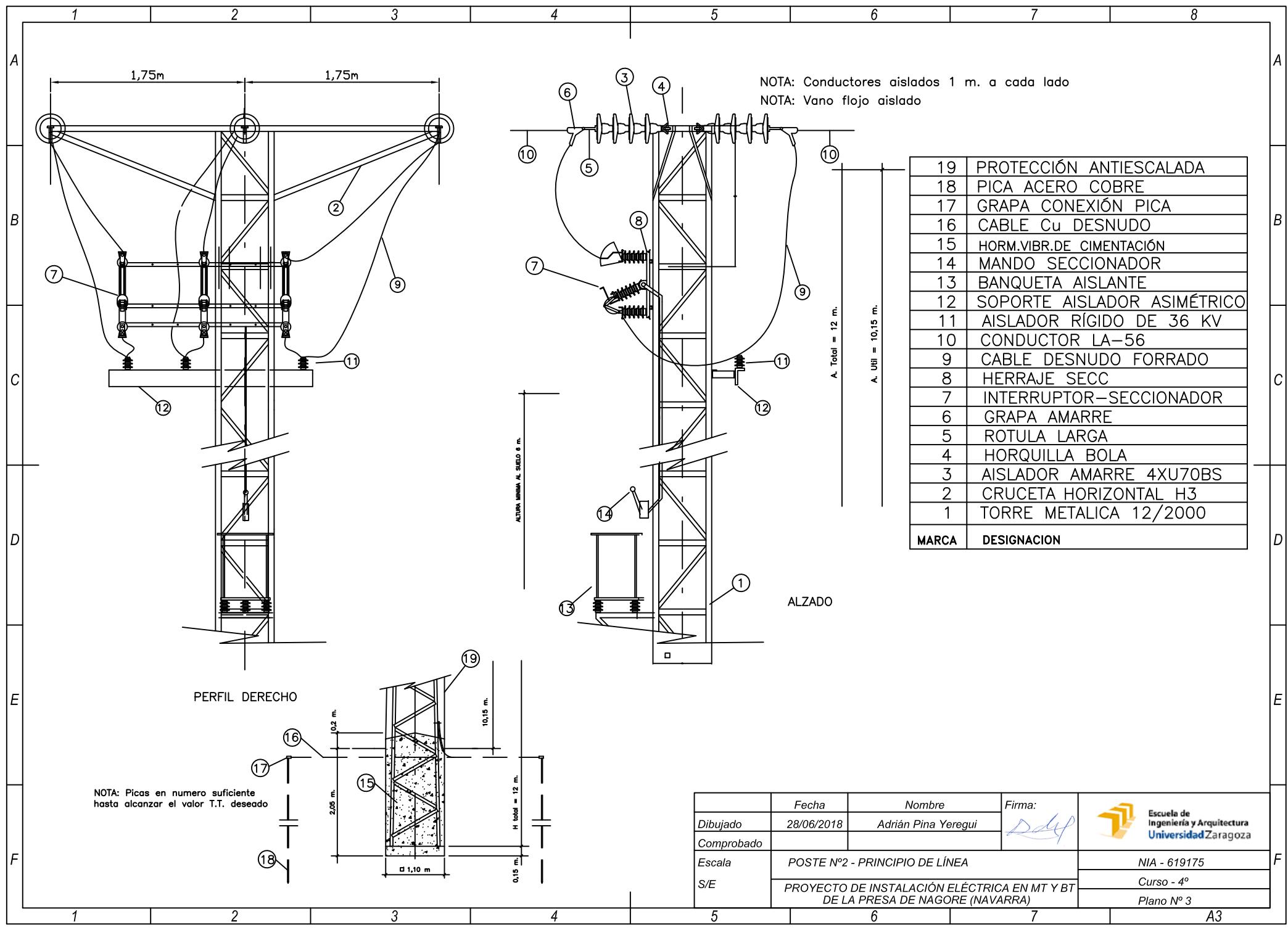
F

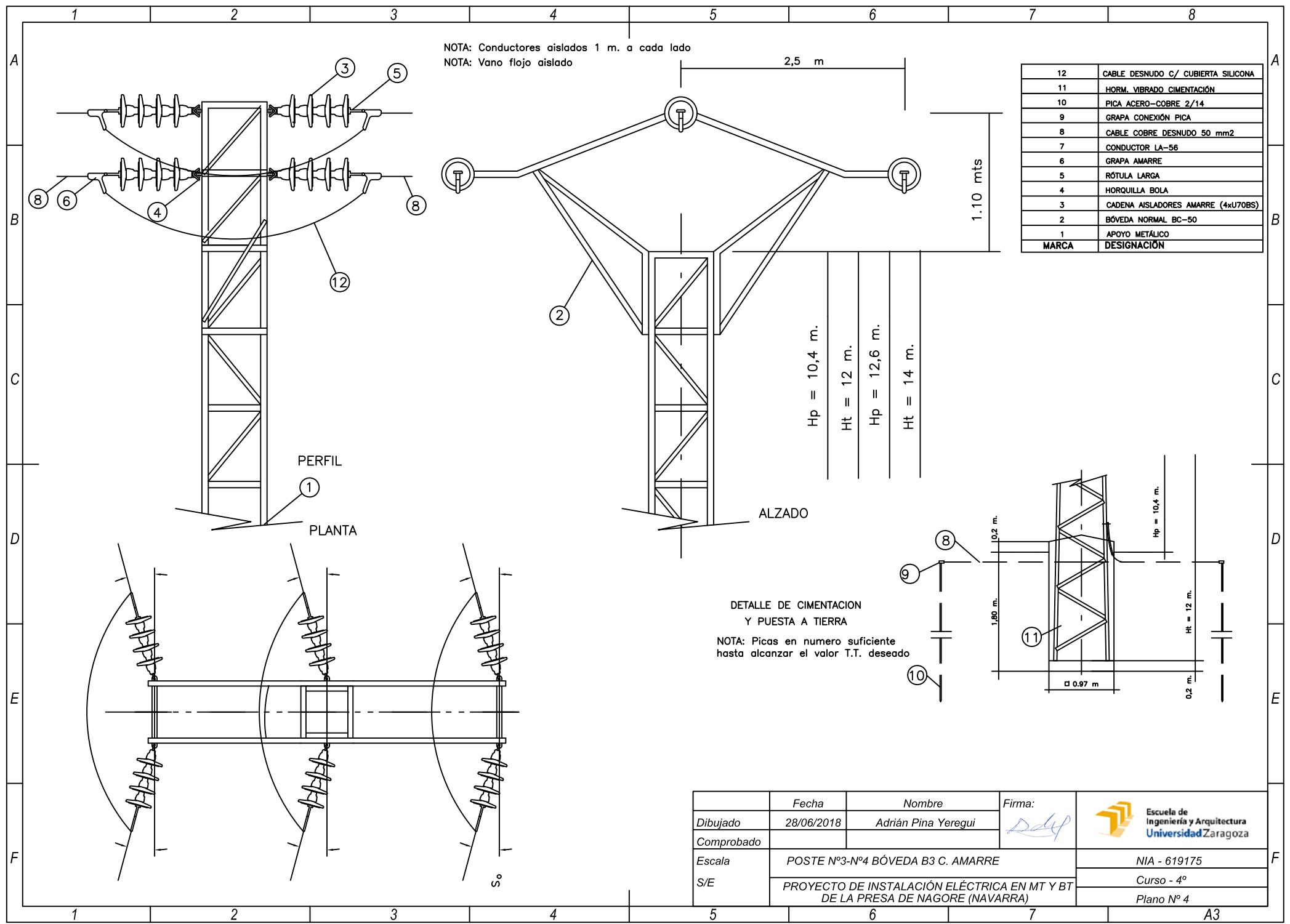


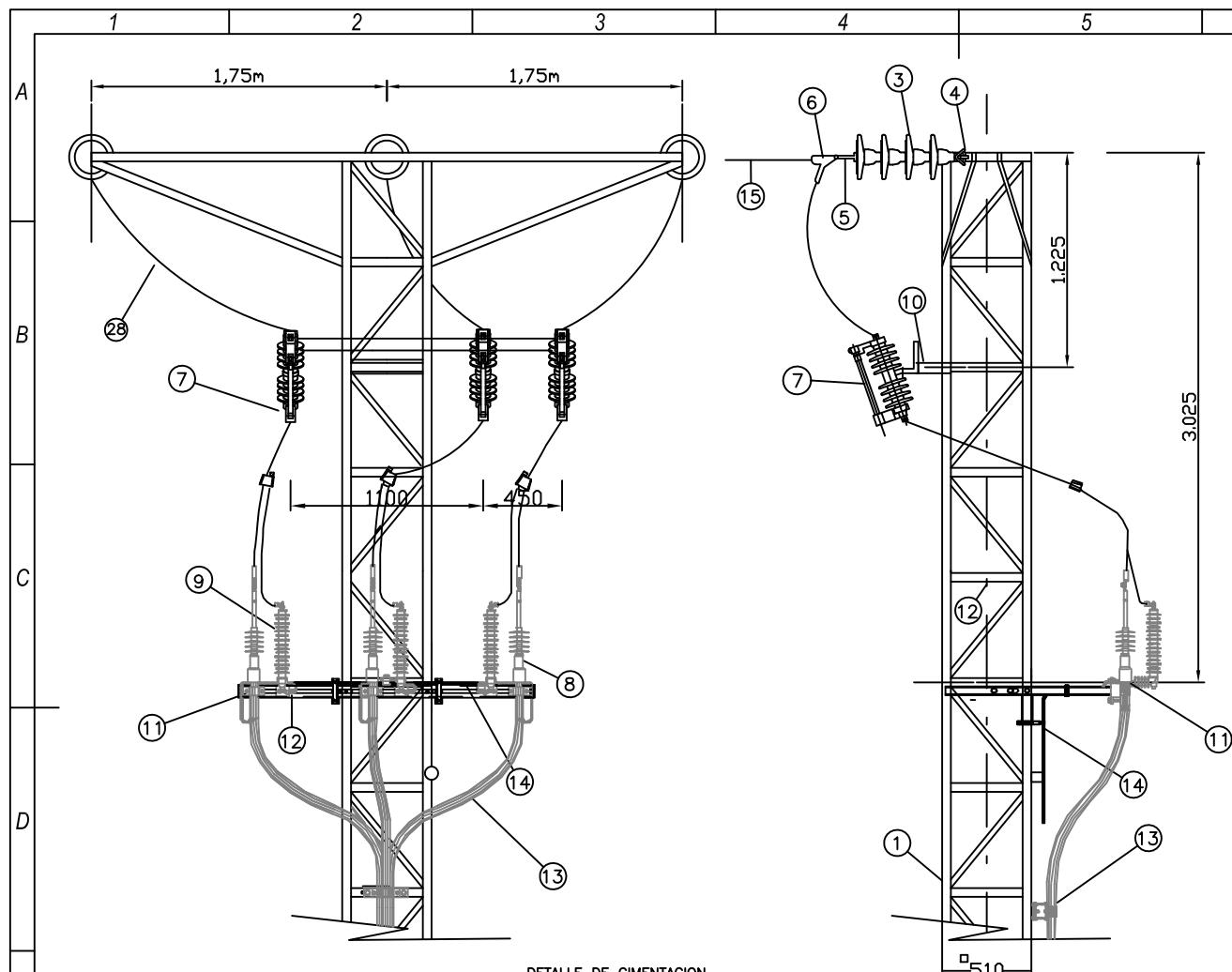
L.S.M.T

1 2 3 4 5 6 7 A3

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	28/06/2018	Adrián Pina Yeregui		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado				
Escala	PLANTA - DISTRIBUCIÓN EN MT			NIA - 619175
S/E	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MT Y BT DE LA PRESA DE NAGORE (NAVARRA)			Curso - 4º
				Plano N° 2



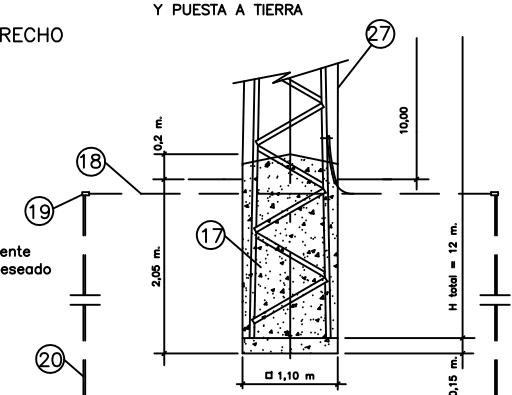




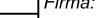
PERFIL DERECHO

DETALLE DE CIMENTACION  
Y PUESTA A TIERRA

## ALZADO



NOTA: Picas en numero suficiente  
hasta alcanzar el valor T.T. deseado

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	28/06/2018	Adrián Pina Yeregui		
Comprobado				
Escala	POSTE N°5 - FINAL DE LÍNEA			NIA - 619175
S/E	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MT Y BT DE LA PRESA DE NAGORE (NAVARRA)			Curso - 4º Plano N° 5

A

A

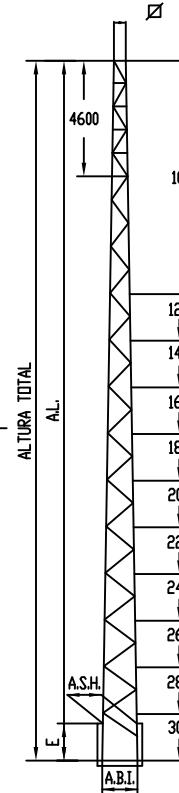
## APOYOS DE CELOSIA

## MEDIDAS GENERALES

RECOMENDACION UNESA 6704 A Y R.L.A.T. 28-11-68

B

B



C

C

ALTURA TOTAL	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
<b>APÓYOS C-500</b>											
ALTURA LIBRE	8.7	10.7	12.6	14.6	16.5	18.5	20.4	22.4	24.4	26.4	28.4
EMPODRAMIENTO	1.30	1.30	1.40	1.40	1.50	1.50	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
A.S.H.	687	760	837	910	989	1062	1142	1215	1298	1370	1455
A.B.I.	734	807	888	961	1044	1117	1200	1273	1358	1431	1516
PESO APÓYO	249	294	350	403	469	532	602	682	765	848	933
<b>APÓYOS C-1000</b>											
ALTURA LIBRE	8.4	10.4	12.3	14.3	16.2	18.2	20.2	22.2	24.2	26.2	28.2
EMPODRAMIENTO	1.60	1.60	1.70	1.70	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
A.S.H.	676	748	828	900	980	1052	1135	1207	1291	1363	1447
A.B.I.	733	805	889	961	1044	1116	1200	1272	1356	1427	1511
PESO APÓYO	279	344	425	500	583	661	746	844	945	1047	1152
<b>APÓYOS C-1000</b>											
ALTURA LIBRE	8.4	10.1	12.1	14.0	16.0	17.9	19.9	21.9	23.9	25.9	27.9
EMPODRAMIENTO	1.60	1.90	1.90	2.00	2.00	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
A.S.H.	690	756	845	918	1007	1080	1169	1250	1343	1420	1513
A.B.I.	752	829	918	995	1084	1161	1250	1331	1424	1501	1594
PESO APÓYO	420	516	621	702	825	916	1046	1189	1334	1482	1632
<b>APÓYOS C-2000</b>											
ALTURA LIBRE	8.3	10.0	11.9	13.8	15.8	17.7	19.6	21.6	23.6	25.6	27.6
EMPODRAMIENTO	1.70	2.00	2.10	2.20	2.20	2.30	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
A.S.H.	688	752	839	911	1002	1073	1144	1235	1310	1405	1480
A.B.I.	752	827	918	993	1084	1159	1250	1325	1420	1495	1590
PESO APÓYO	468	583	712	812	961	1074	1227	1382	1564	1752	1942
<b>APÓYOS C-3000</b>											
ALTURA LIBRE	8.3	10.0	11.9	13.8	15.8	17.7	19.6	21.6	23.6	25.6	27.6
EMPODRAMIENTO	1.70	2.00	2.10	2.20	2.20	2.30	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
A.S.H.	688	752	839	911	1002	1073	1144	1235	1310	1405	1480
A.B.I.	752	827	918	993	1084	1159	1250	1325	1420	1495	1590
PESO APÓYO	468	583	712	812	961	1074	1227	1382	1564	1752	1942
<b>APÓYOS C-4500</b>											
ALTURA LIBRE	8.1	9.8	11.7	13.6	15.6	17.5	19.4	21.4	23.4	25.4	27.4
EMPODRAMIENTO	1.90	2.20	2.30	2.40	2.40	2.50	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
A.S.H.	682	744	833	903	976	1065	1135	1228	1301	1394	1468
A.B.I.	751	824	917	991	1084	1157	1250	1323	1416	1489	1583
PESO APÓYO	628	785	1001	1170	1394	1573	1801	2016	2234	2456	2680

A.L. - Altura libre (m)

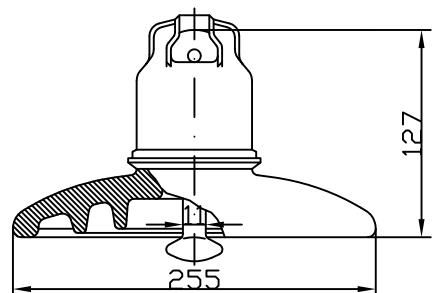
E. - Empotramiento (m)

A.S.H. - Ancho sobre hormigon

A.B.I. - Ancho base inferior (mm)

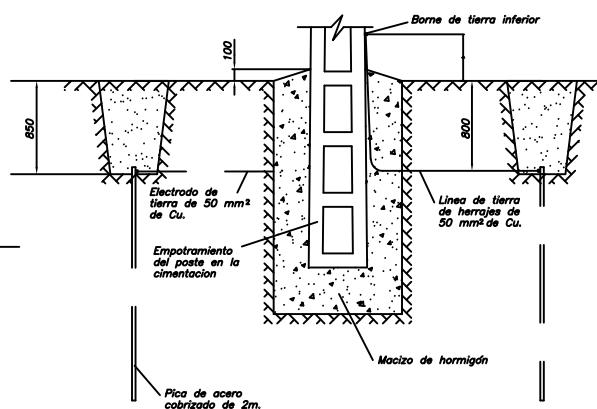
Peso del apoyo en Kg

## AISLADORES

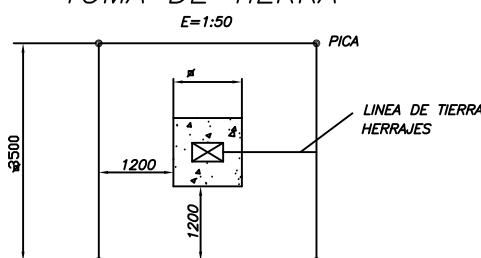


TIPO	U70BS
PASO	127 mm
TENSION DE PERFORACION EN ACEITE	130 KV
LINEA DE FUGA	320 mm
CARGA DE ROTURA ELECTROMAGNETICA	40 KN
TENSION DE CONTORNEO A FRECUENCIA INDUSTRIAL	EN SECO 70 KV BAJO LLUVIA 40 KV
TENSION DE CHOQUE EN SECO (onda 1,2/50)	100 KV
PESO NETO APROXIMADO	3.4 Kg
ENSAYOS SEGUN	CEI-383

## DETALLE DE LA CIMENTACION



## TOMA DE TIERRA



A

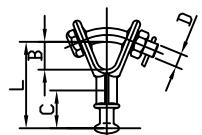
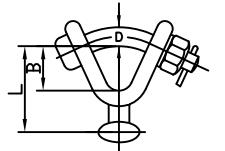
HORQUILLAS DE BOLA  
BALL CLEVISSES

Fig. 1

Fig. 2

Referencia Code	Fig.	Norma C.E.I. I.E.C. Standard	mm.				Carga de Rotura Ultimate Strength Kg.	Peso Net weight Kg.
			L	B	D	C		
HB - 11	1	11	67	32	12	-	5.000	0.320
*HB - 16	1	16	75	36	16	-	13.500	0.670
*HB - 16P	2	16	126	40	18	56	13.500	1.000

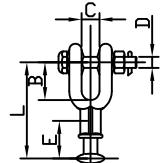
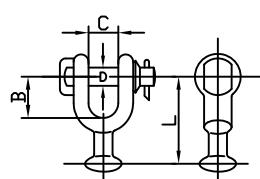
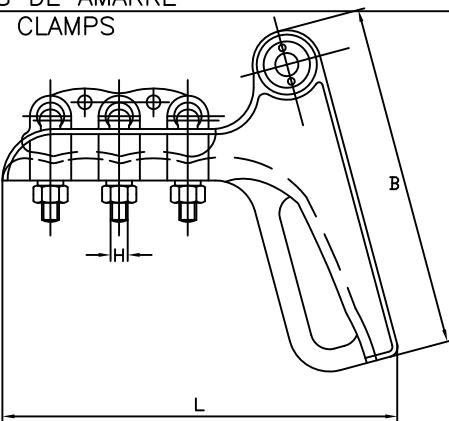
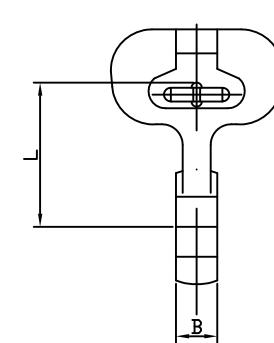
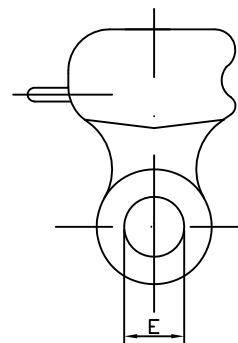


Fig. 1

Fig. 2

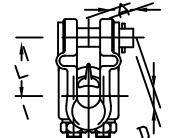
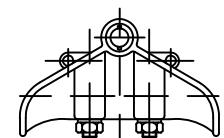
Referencia Code	Fig.	Norma C.E.I. I.E.C. Standard	mm.					Carga de Rotura Ultimate Strength Kg.	Peso Net weight Kg.
			L	B	D	C	E		
*HBP-16	1	16	76	36	16	26	-	13.500	0.510
HBP-20	1	20	98	46	18	26	-	18.000	0.930
*HBP-16-P	2	16	140	55	16	26	55	13.500	0.900

GRAPAS DE AMARRE  
STRAIN CLAMPSROTULAS  
BALL SOCKETS

Referencia Code	Diámetro conductor Conductor diameter	mm.					Estribo U-bolt	Por de apriete Tightening torque Kgm.	Carga rotura Ultimate Strength Kg.	Peso neto Net weight Kg.		
		Mín.	Max.	A	B	L						
GA-1-P	6	10	18	100	115	10	2	Galvanizado	2,5	3.500	0,400	
GA-1	6	10	18	145	160	16	2	Galvanizado Inoxidable	3,5	4.000	0,700	
GA-2	10	18	19	165	245	16	12	3	Galvanizado Inoxidable	4,5	6.500	1,300
GA-3	16	20	22	218	345	16	12	4	Galvanizado Inoxidable	5	8.500	2,050
GA-2-2	12,5	17	17	140	280	16	12	4	Galvanizado	4	6.500	1,300

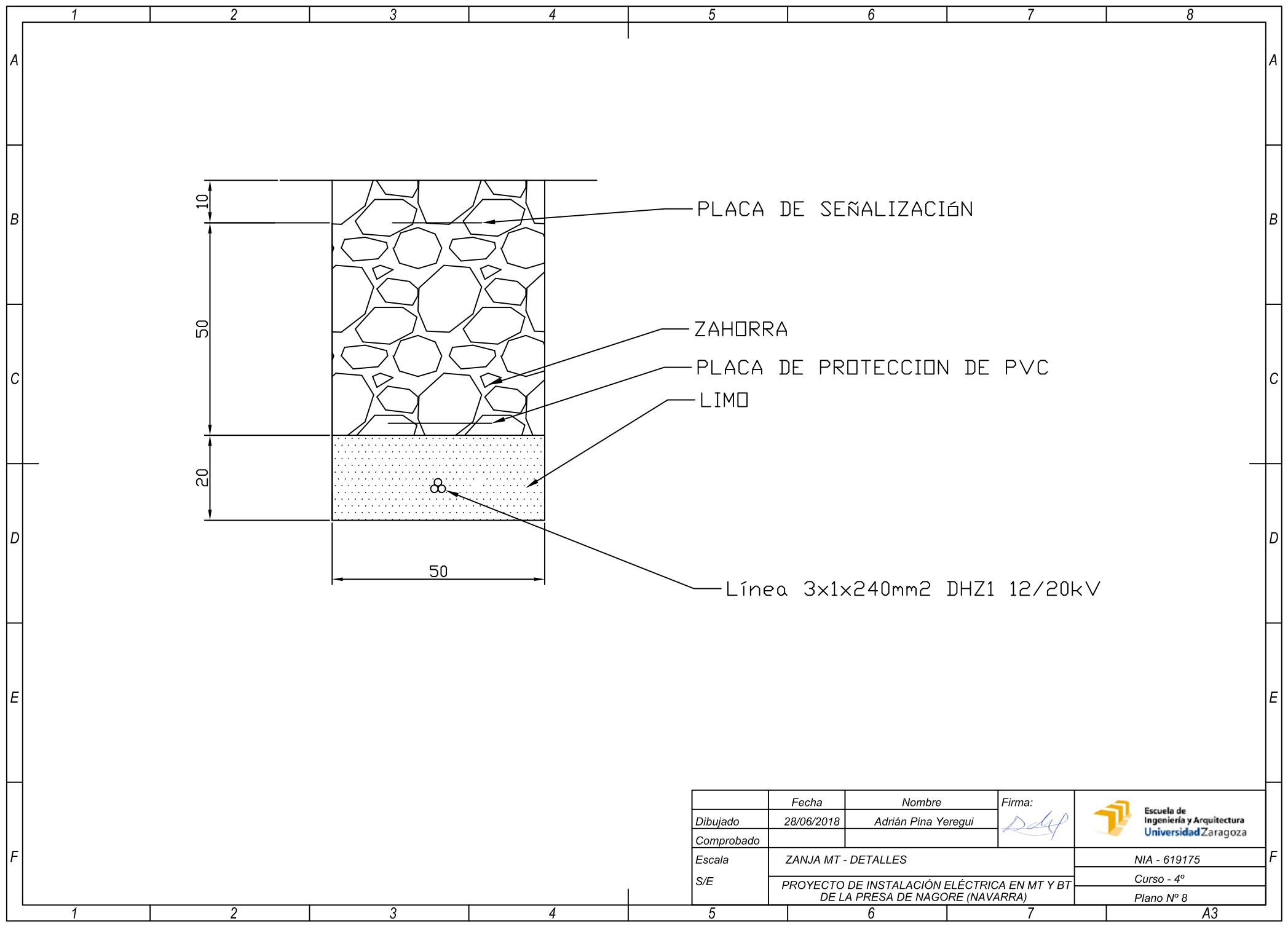
## GRAPAS DE SUSPENSION

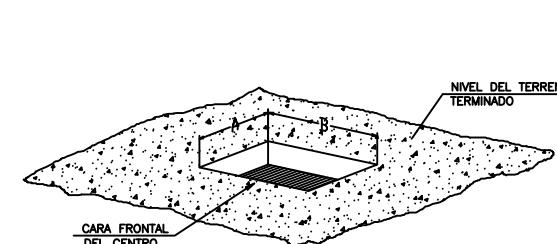
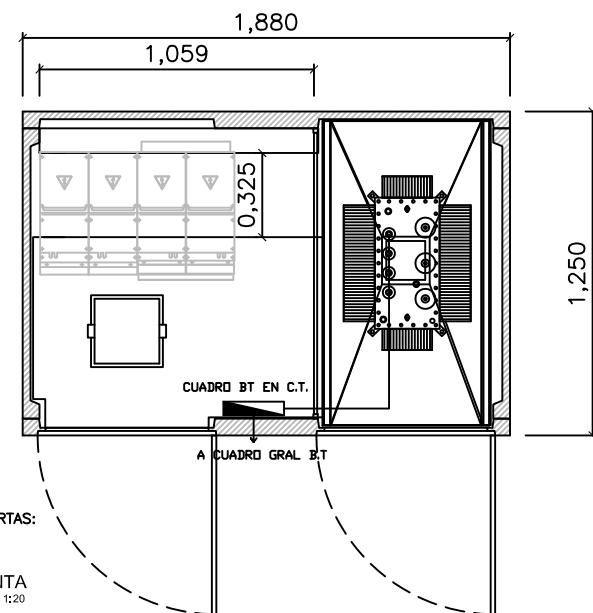
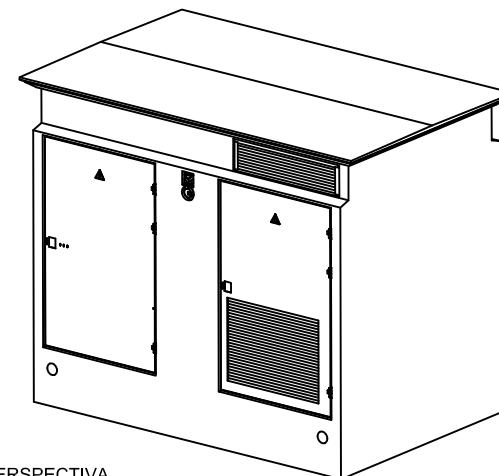
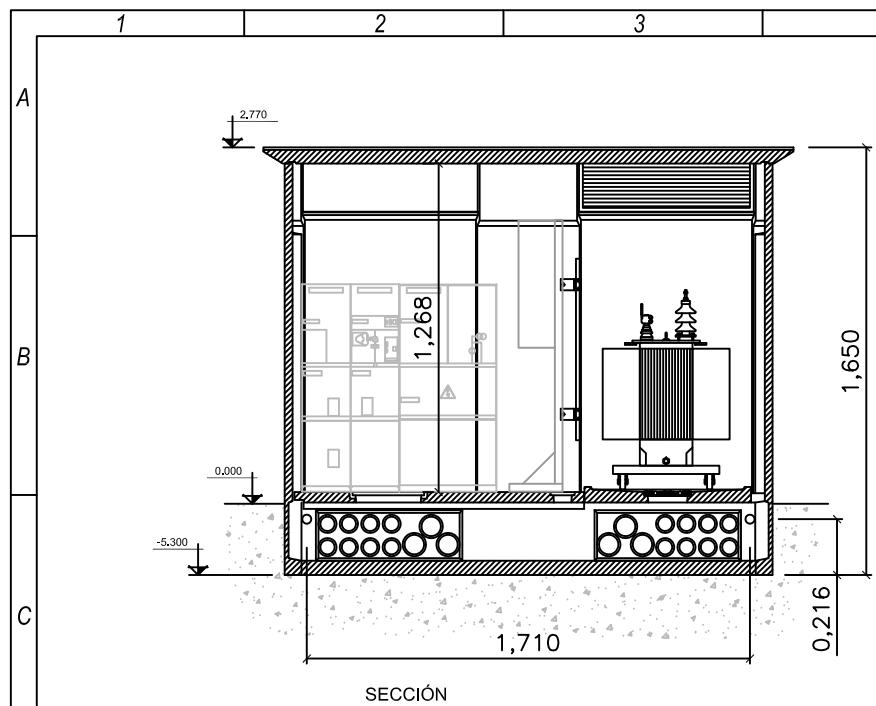
## SUSPENSION CLAMPS



Referencia Code	Diámetro cond. Cond. diameter	mm.					Estribo U-bolts	Por de apriete Tightening torque Kgm.	Carga de rotura Ultimate Strength Kg.	Peso neto Net weight Kg.		
		Mín.	Max.	A	B	C						
GS-1	5	12	19	140	42	16	10	2	Galvanizado	2,5	2.500	0,500
GS-2	13	17	19	170	50	16	12	2	Galvanizado Inoxidable	2,5	6.000	0,900
GS-3	17	23	26	190	54	16	12	2	Galvanizado Inoxidable	3	7.500	1,100
GS-4	23	28	30	205	51	16	12	2	Galvanizado	3,5	9.000	1,350
GS-5	25	37	39	225	62	16	14	2	Galvanizado	4	10.000	2,000

Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	28/06/2018	Adrián Pina Yeregui	
Comprobado			
Escala	HERRAJES - DETALLES		
S/E	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MT Y BT DE LA PRESA DE NAGORE (NAVARRA)		
NIA - 619175			
Curso - 4º			
Plano N° 7			





Dibujado	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado				
Escala	EDIFICIO CT			NIA - 619175
S/E	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MT Y BT DE LA PRESA DE NAGORE (NAVARRA)			
	Curso - 4º			
	Plano N° 9			

A

**TIERRA DE PROTECCIÓN**  
 Configuración: 5/62  
 Profundidad electrodo: 0.5 m  
 Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
 Diámetro picas: 14 mm  
 Número de picas: 6  
 Longitud picas: 2

B

**TIERRA DE SERVICIO**  
 Configuración: 5/62.  
 Profundidad electrodo: 0.5 m  
 Separación picas: 3 m  
 3 picas en hilera unidas por conductor horizontal  
 Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
 Diámetro picas: 14 mm  
 Longitud picas: 2

C

NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

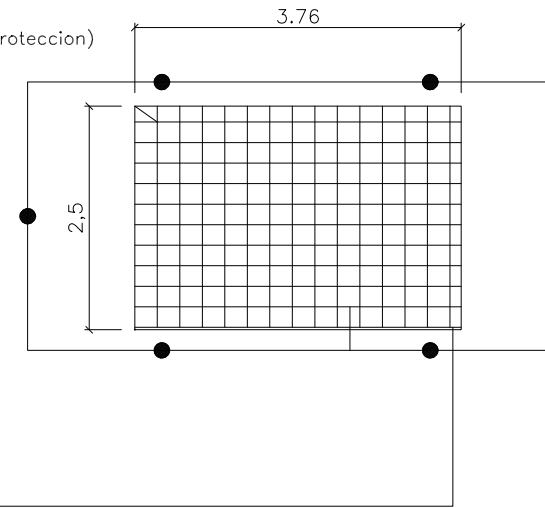
## PUESTAS A TIERRA

### TIERRA DE SERVICIO (20m separada de la Tierra de protección)

Picas:  $L_p = 2$  m,  $\varnothing = 14$  mm  
 Conductor: Cu desnudo,  $S = 50$  mm<sup>2</sup>

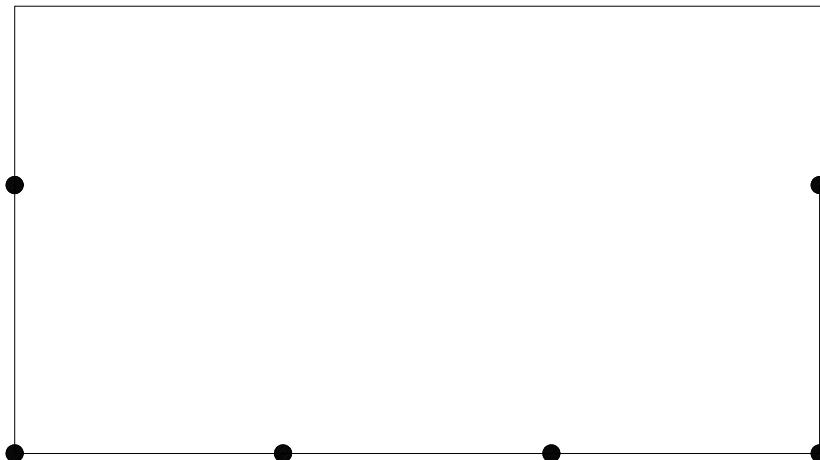
### TIERRA DE PROTECCIÓN

Picas:  $L_p = 2$  m,  $\varnothing = 14$  mm  
 Conductor: Cu desnudo,  $S = 50$  mm<sup>2</sup>

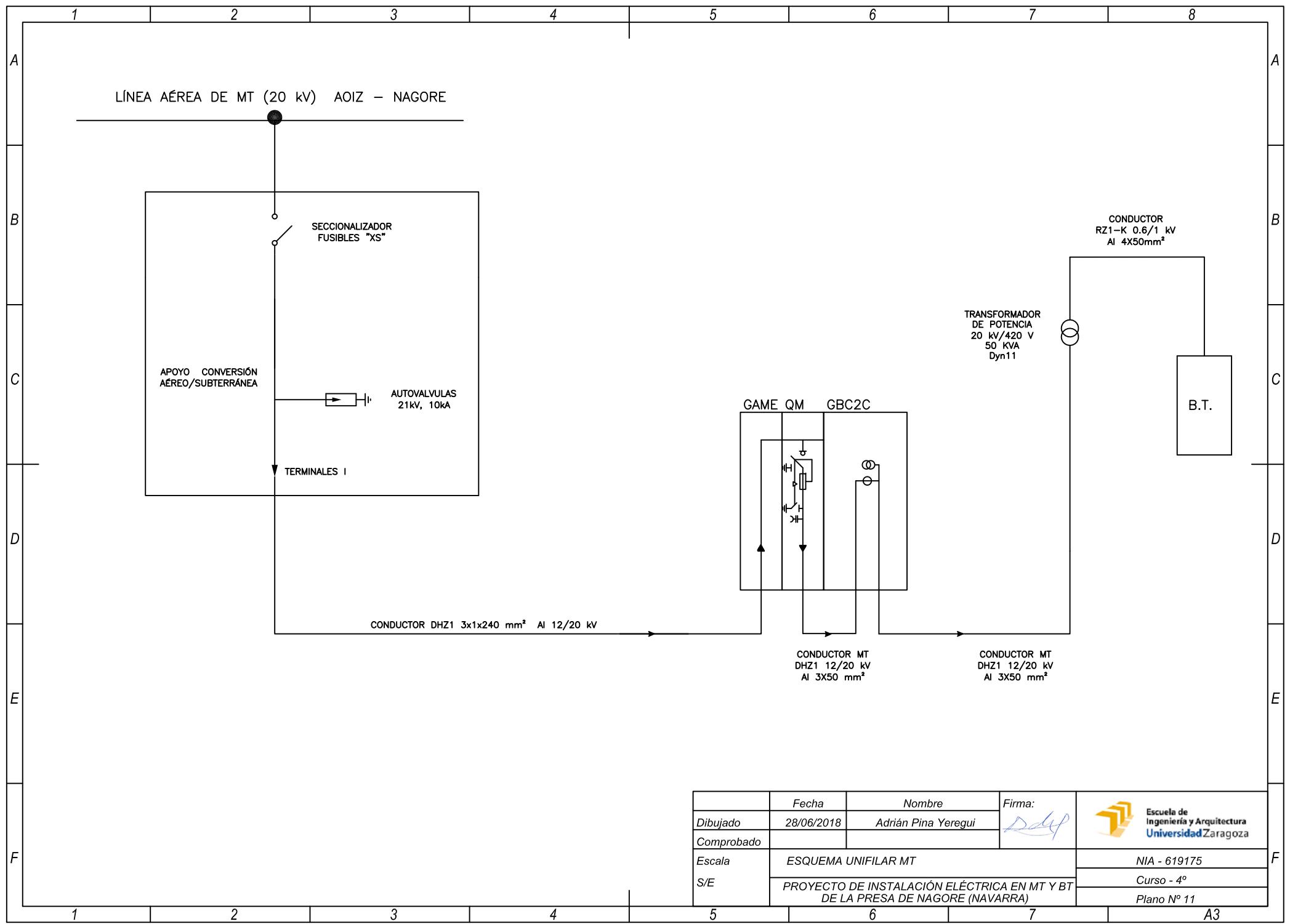


NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm<sup>2</sup> en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo) durante 20m. Seguidamente se realizará la tierra con picas y cable desnudo de 50mm<sup>2</sup>

cable aislado 0,6/1kV bajo tubo (hasta la primera pica)



Dibujado	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado				
Escala	RED DE TIERRAS			
S/E	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MT Y BT DE LA PRESA DE NAGORE (NAVARRA)			
				Plano N° 10



## **PARTE A – PRESUPUESTO**

**Instalación Eléctrica en Media y Baja Tensión de  
la Presa de Nagore (Navarra)**

**Medium and Low Voltage Electrical Installation  
of Nagore's Dam (Navarra)**

Autor

**Adrián Pina Yeregui**

Director

**Antonio Joaquín Montañés Espinosa**

**Escuela de Ingeniería y Arquitectura / Universidad de Zaragoza  
2018**

Nº CÓDIGO	UD	DESIGNACIÓN	TOTAL MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO EJECUCIÓN MATERIAL
1		<b>INSTALACIÓN MT PRESA</b>			
1.1	ud	Entronque aéreo-subterráneo en MT a 20 kV en T.M. Nagore	1,00	2.557,46	2.557,46
1.2	ud	Centro de transformación con transformador de potencia nominal 50 kVA y relación 20-15/0,4 kV y celdas según esquema unificar. Incluso tierra de herrajes y neutro del transformador.	1,00	16.035,48	16.035,48
1.3	ml	Línea aérea MT LA-56	20,00	10,64	212,80
1.4	ud	Dispositivos anticolisión	3,00	42,22	126,66
1.5	ml	Canalización subterránea para línea trifásica de MT de 20 kV directamente enterrada	1.080,00	19,40	20.952,00
1.6	Ud	Casetas prefabricadas de 8,4x2,4x2,6 m panelables para caseta de control. NOTA: incluye transporte hasta lugar accesible a camión góndola y descarga con grúa de 40 Tn	1,00	20.998,0	20.998,30
1.7	Ud	<b>Cuadro protección en caseta CT</b> Suministro y colocación de armario de chapa de dimensiones 500x400, incluso interruptor magnetotérmico ABB XT1C de 160 A rg 100 A (incluye bobina de disyunto, relé toroidal WGC55 y relé diferencial ABB BGU-10)	1,00	1.936,21	1.936,21
1.8	ml	Colocación de termómetros en transformador. Suministro y colocación de termómetro analógico incluso sonda de temperatura para la medida de temperatura de aceite en transformador de potencia	1,00	105,26	105,26
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>					<b>62.924,17</b>

13 % gastos generales.....8.180,14  
6 % beneficio industrial.....3.775,45

Suma.....74.879,76

21% IVA.....15.724,75

**Presupuesto de ejecución por contrata.....90.604,51**

Asciende el presente presupuesto a noventa mil seiscientos cuatro euros con cincuenta y un céntimos.

Zaragoza, Junio de 2018  
Ingeniero Técnico Industrial



Adrián Pina Yeregui

**PARTE B:**

**BAJA TENSIÓN EN LA PRESA DE COLA**

**DE NAGORE EN EL TÉRMINO**

**MUNICIPAL DEL VALLE DEL ARCE**

**NAGORE (NAVARRA)**

**ÍNDICE**

- MEMORIA Y ANEXOS
- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS
- PLANOS
- PRESUPUESTO

## PARTE B - MEMORIA

Instalación Eléctrica en Media y Baja Tensión de la  
Presa de Nagore (Navarra)

Medium and Low Voltage Electrical Installation of  
Nagore's Dam (Navarra)

Autor

Adrián Pina Yeregui

Director

Antonio Joaquín Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura / Universidad de Zaragoza  
2018

# ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO
  - 1.1. PROMOTOR
  - 1.2. EMPLAZAMIENTO
  - 1.3. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL
  - 1.4. ANTECEDENTES
2. OBJETO DEL PROYECTO
3. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES
  - 4.1. ACOMETIDA
  - 4.2. PROTECCIÓN PRINCIPAL
  - 4.3. DERIVACIÓN DE RED A CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN
  - 4.4. DERIVACIÓN DESDE EL GRUPO ELECTRÓGENO HASTA EL CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN
  - 4.5. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN
  - 4.6. DISTRIBUCIÓN DE LÍNEAS A LOS CUADROS SECUNDARIOS
  - 4.7. LOS CUADROS SECUNDARIOS
  - 4.8. DISTRIBUCIONES DE LOS CIRCUITOS
  - 4.9. LUMINARIAS
  - 4.10. APARATOS Y MECANISMOS
  - 4.11. CAJAS DE DERIVACIÓN
  - 4.12. EQUILIBRADO DE CARGAS
  - 4.13. RED DE TOMA DE TIERRA
  - 4.14. GRUPO ELECTRÓGENO
    - 4.14.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA
    - 4.14.2 POTENCIA NOMINAL GENERADA
    - 4.14.3 SITUACION DE LAS INSTALACIONES
    - 4.14.4 DESCRIPCION GENERAL
    - 4.14.5 MOTOR DIESEL
    - 4.14.6 ALTERNADOR
    - 4.14.7 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO
    - 4.14.8 CUADRO DE MANDOS
    - 4.14.9 SISTEMA DE CONMUTACION
    - 4.14.10 PUESTA A TIERRA
5. CONCLUSIÓN

## 1. DESCRIPCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO

### 1.1. PROMOTOR

El encargo del proyecto es la CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO con C.I.F: Q5017001H, y domicilio en el Paseo Sagasta 24-26, 50006 Zaragoza.

### 1.2. EMPLAZAMIENTO

El proyecto se desarrolla en la presa de cola de Nagore, Navarra. La presa de Nagore se ha ubicado en las cercanías aguas abajo del núcleo de Nagore.

Cierra una cuenca vertiente de 102,66 km<sup>2</sup>, con una aportación media de 108,10 hm<sup>3</sup>/año, equivalente a un caudal medio anual de 3,43 m<sup>3</sup>/s.



### 1.3. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

El programa planteado por la propiedad se resuelve mediante la construcción de una presa, cuyo uso es el de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

El río Urrobi aguas arriba de la localidad de Nagore, discurre en un valle abierto de anchura próxima a los 350 metros, formando principalmente por margas con carácter muy impermeable.

Inmediatamente aguas abajo de Nagore recibe por su margen derecha la aportación de un pequeño arroyo denominado de Sagarmín, de forma que el pueblo queda limitado entre ambos cauces. En esta zona de confluencia, el valle se abre de forma importante hasta alcanzar una anchura superior a los 600 metros, para rápidamente estrecharse, pasando a través de una garganta de anchura apenas 100 metros.

Este estrechamiento, que constituye una cerrada topográfica natural, es debido a la presencia de unas barras de calizas que afloran unos 500 metros aguas abajo de Nagore y que se encuentran muy Karstificadas debido a lo cual se desechó durante el estudio de alternativas como posible ubicación de la presa.

Aguas abajo de esta garganta labrada por el río a través de las calizas, el valle se abre nuevamente, aunque de forma no tan acusada, hasta su confluencia con el río Iratí, que se produce inmediatamente aguas arriba de la presa de Itoiz.

La presa proyectada responde a la tipología de gravedad de hormigón compactado. Su coronación se sitúa a la cota 592,50, mientras que la longitud de la misma es de 663 m, de los que 38,50 m corresponden al aliviadero de labio fijo centrado en el cauce del Urrobi.

La mínima cota de cimentación, en el pie de aguas arriba, es la 555,11 por lo que la altura máxima sobre cimientos resulta ser de 36,57 m. La anchura máxima de la presa en su base es de 39,26 m. El volumen almacenado es de 4,71 hm<sup>3</sup> (N.M.N.)

El talud del paramento de aguas abajo será del 0,8H:1,0V mientras que el de aguas arriba será vertical hasta la cota 584,00 y a partir de ese momento se inclinará con pendiente 0,5H:1,0V.

La coronación tiene una anchura total de 8,00 m.

El cuerpo de presa se ejecutará de forma íntegra con hormigón compactado.

Los paramentos de aguas arriba y abajo, se rematarán con hormigón vibrado convencional en masa, dando forma a ambos.

### 1.4. ANTECEDENTES

Se redacta el presente proyecto de la instalación Eléctrica en Baja Tensión para la presa de cola de Nagore, ubicado en las cercanías aguas abajo del núcleo de Nagore, a petición de “Confederación Hidrográfica del Ebro”, con CIF Q5017001H y a instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de Zaragoza.

## 2. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente es el de exponer ante los Organismos Competentes que la instalación que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

### 3. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Ley 7/1994, de 18 de Mayo, de Protección Ambiental.
- Reglamento de Calificación Ambiental.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

## 4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES

Se trata de describir las instalaciones necesarias para el funcionamiento de la Presa de Nagore. Desde la salida de los bornes del secundario del transformador en Baja Tensión, ya que la Acometida principal que llegaría a los bornes primarios del transformador sería de 20 kV a través de un transformador con una potencia de 50 kVA con una relación de tensiones entre primario y secundario de 20000/420 V.

Damos servicio a los elementos operativos de dicha Presa, distribuidos entre el Cuadro Secundario 1 (CS1), el Cuadro Secundario del Alumbrado de Coronación, el Cuadro de Protección del Desagüe Fondo y el Cuadro de la caseta de Auscultación.

### 4.1. ACOMETIDA

La acometida desde los bornes del secundario del transformador hasta el cuadro de la caseta del centro de transformación (corte visible) será trifásica con neutro, con conductores tetrapolares de aluminio del tipo RZ1-K con un aislamiento 0,6/1 kV con una sección de 50 mm<sup>2</sup> e irán bajo tubos enterrados de PVC de 90 mm de diámetro.

La longitud de la acometida será de 20 metros.

### 4.2. PROTECCIÓN PRINCIPAL

En el interior de la caseta del centro de transformación se colocará un cuadro estanco en el que irá alojado un interruptor general magnetotérmico con una intensidad nominal de 4x160 Amperios y una regulación de 100 Amperios para la protección individual de RED hasta el Cuadro General de Baja Tensión.

### 4.3. DERIVACIÓN DE RED A CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN

La derivación desde la salida del interruptor general magnetotérmico ubicado en la caseta del centro de transformación hasta el Cuadro General de Protección (Línea General de Alimentación) llevará unos conductores unipolares de cobre del tipo RZ1-K (AS)(No propagador del incendio) de 50 mm<sup>2</sup> (fases y neutro) y un conductor de protección de puesta a tierra de 25 mm<sup>2</sup> con aislamiento 0,6/1 kV de XLPE (Polietileno Reticulado) en tubos superficiales entubados en obra con diámetro de 125 mm.

La longitud de la Línea General de Alimentación será de 22 metros.

### 4.4. DERIVACIÓN DESDE EL GRUPO ELECTRÓGENO HASTA EL CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN

La derivación desde la salida del Grupo Electrógeno hasta el Cuadro General de Protección (Línea Auxiliar) estará constituida por un sistema trifásico de 420 V con conductores unipolares de cobre del tipo RZ1-K (AS) (No propagador del incendio) de 25 mm<sup>2</sup> (fases y neutro) y un conductor de protección de puesta a tierra de 16 mm<sup>2</sup> con aislamiento 0,6/1 kV en tubos superficiales entubados en obra con diámetro de 50 mm. La longitud de la Línea Auxiliar será de 25 metros.

## 4.5. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

El cuadro general estará compuesto por un armario metálico.

El cuadro general dispondrá de salidas con protección magnetotérmica de caja moldeada y diferencial regulable en sensibilidad. Para el resto de salidas del cuadro se dispondrá en cabecera de interruptores automáticos y estarán dotados de varios subembarrados con protecciones magnetotérmicas y diferenciales.

Las salidas desde ellos a los diferentes circuitos tendrán protecciones magnetotérmicas con curva tipo C.

### 1. Interruptor General Automático Principal

La Línea General de Alimentación se conectará a la entrada del Interruptor General Automático tetrapolar (IV) cuyas características son de una Intensidad nominal de 100 A con una intensidad regulable de 100 A, un Poder de Corte de 4,5 kA y curva C. Tendrá un limitador de sobretensión de intensidad nominal de 50 A, Tensión de Paso de 1,5 kV y una Intensidad Máxima de Cortocircuito de 65 kA.

### 2. Interruptor Automático Auxiliar

La Línea Auxiliar desde el Grupo Electrógeno se conectará a un Interruptor Automático tetrapolar con unas características como la Intensidad nominal de 100 A con una Intensidad de regulación de 91 A, una sensibilidad de 300 mA, el Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

### 3. Contactores

Las salidas tanto del Interruptor General Automático Principal como del Interruptor Automático Auxiliar irán conectadas a ambos contactores trifásicos con una Intensidad Nominal de 100 A.

La función de estos contactores es que en caso de fallo de suministro por parte del transformador pueda darse suministro a través del Grupo Electrógeno.

### 4. Analizador de redes

Las salidas de los dos contactores irán a tanto a los diversos circuitos secundarios como a la conexión de un analizador de redes.

### 5. Protecciones para los distintos Cuadros Secundarios

De la salida de los dos contactores irán las conexiones de las protecciones de los diversos Cuadros Secundarios.

#### 5.1. Protecciones para una futura batería de condensadores (Reserva)

##### 5.1.1 Interruptor Magnetotérmico

El circuito de reserva para la instalación futura de una batería de condensadores de 27 kVAr llevará un Interruptor Magnetotérmico trifásico con las características de una Intensidad nominal de 63 A, un Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

##### 5.1.2 Interruptor Diferencial

Seguido del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie un Interruptor Diferencial tetrapolar con unas características cuya Intensidad Nominal es de 63 A y una sensibilidad de 30 mA.

## 5.2 Protecciones para el Cuadro Secundario 1 (CS1)

### 5.2.1 Interruptor Magnetotérmico

El circuito del Cuadro Secundario 1 para la instalación llevará instalado un Interruptor Magnetotérmico monofásico con características de una Intensidad nominal de 25 A, un Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

### 5.2.2 Interruptor Diferencial

El Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor Diferencial monofásico con las características como la Intensidad Nominal que es de 40 A y una sensibilidad de 300 mA.

## 5.3 Protecciones para el Cuadro Secundario de Alumbrado de Coronación (CS AL.Coronación)

### 5.3.1 Interruptor Magnetotérmico

El circuito del Cuadro Secundario de Alumbrado para Coronación tendrá un Interruptor Magnetotérmico monofásico y unas características que son la Intensidad nominal de 20 A, un Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

### 5.3.2 Interruptor Diferencial

Seguido del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie un Interruptor Diferencial monofásico con las características como la Intensidad Nominal que es de 40 A y una sensibilidad de 300 mA.

## 5.4 Protecciones para el Cuadro Secundario del Desagüe de Fondo (CS Desagüe Fondo)

### 5.4.1 Interruptor Magnetotérmico

El circuito del Cuadro Secundario del Desagüe de Fondo para la instalación llevará instalado un Interruptor Magnetotérmico tetrapolar con características de una Intensidad nominal de 40 A, un Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

### 5.4.2 Interruptor Diferencial

El Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor Diferencial tetrapolar con las características como la Intensidad Nominal que es de 40 A y una sensibilidad de 300 mA.

## 5.5 Protecciones para el Cuadro Secundario para el Control (CS Control)

### 5.5.1 Interruptor Magnetotérmico

El circuito del Cuadro Secundario de Alumbrado para el Control tendrá un Interruptor Magnetotérmico monofásico y unas características que son la Intensidad nominal de 63 A, un Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

### 5.5.2 Interruptor Diferencial

Seguido del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie un Interruptor Diferencial monofásico con las características como la Intensidad Nominal que es de 63 A y una sensibilidad de 300 mA.

## 4.6. DISTRIBUCIÓN DE LÍNEAS A LOS CUADROS SECUNDARIOS

### 4.6.1 Línea de Reserva

La línea utilizada para la futura batería de condensadores será trifásica de conductores unipolares de cobre con asignación RV-K con aislamiento de 0,6/1 kV de tipo XLPE, con una sección de 16 mm<sup>2</sup> para las fases y un conductor de protección de puesta a tierra de la misma sección que las de las fases que es de 16 mm<sup>2</sup>. Irán en tubos en superficie empotrados en obra de un diámetro de 32 mm.

La longitud de la línea será de 10 m.

### 4.6.2 Línea del Cuadro Secundario 1 (CS1)

La línea que se utiliza será de tres fases y neutro con conductores unipolares de cobre con asignación RZ1-K (AS) (ya que no es propagador del incendio) con aislamiento de 0,6/1 kV de tipo XLPE, con una sección de 6 mm<sup>2</sup> para las fases + neutro y un conductor de protección de puesta a tierra de la misma sección que las de las fases que es de 6 mm<sup>2</sup>. Los tubos van en superficie empotrados en obra de un diámetro de 25 mm.

La longitud de la línea será de 10 m.

### 4.6.3 Línea del Cuadro de Alumbrado de Coronación (CS Al.Coronación)

La línea instalada será de fase y neutro con conductores unipolares de cobre con asignación RZ1-K (AS) (ya que no es propagador del incendio) con aislamiento de 0,6/1 kV de tipo XLPE, con una sección de 10 mm<sup>2</sup> para las fase + neutro y un conductor de protección de puesta a tierra de la misma sección que las de las fases que es de 10 mm<sup>2</sup>. Los tubos van en superficie empotrados en obra de un diámetro de 25 mm.

La longitud de la línea será de 10 m.

### 4.6.4 Línea del Cuadro Secundario del Desagüe de Fondo (CS Desagüe Fondo)

La línea que se utiliza será tetrapolar de tres fases y neutro de aluminio con asignación RZ1-K (AS) (ya que no es propagador del incendio) con aislamiento de 0,6/1 kV de tipo XLPE, con una sección de 50 mm<sup>2</sup> para las fases + neutro y un conductor de protección de puesta a tierra de la mitad de sección que las de las fases que es de 25 mm<sup>2</sup>. Los tubos van en superficie empotrados en obra de un diámetro de 110 mm.

La longitud de la línea será de 210 m.

#### 4.6.5 Línea del Cuadro para el Control (CS Control)

La línea instalada será de fase y neutro con conductores unipolares de Cobre con asignación RZ1-K (AS) (ya que no es propagador del incendio) con aislamiento de 0,6/1 kV de tipo XLPE, con una sección de 25 mm<sup>2</sup> para la fase + neutro y un conductor de protección de puesta a tierra de 16 mm<sup>2</sup>. Los tubos van en superficie empotrados en obra de un diámetro de 40 mm.

La longitud de la línea será de 10 m.

#### 4.6.6 Línea del Cuadro para la caseta de Auscultación (CS Casetas Auscultación)

La línea instalada será de fase y neutro con conductores unipolares de Cobre con asignación RZ1-K (AS) (ya que no es propagador del incendio) con aislamiento de 0,6/1 kV de tipo XLPE, con una sección de 10 mm<sup>2</sup> para la fase + neutro y un conductor de protección de puesta a tierra de 10 mm<sup>2</sup>. Los conductores van bajo tubo de un diámetro de 110 mm.

La longitud de la línea será de 10 m.

### 4.7. LOS CUADROS SECUNDARIOS

Los cuadros secundarios estarán compuestos con protecciones magnetotérmica y diferencial.

#### 1. Cuadro Secundario 1 (CS 1)

De la línea principal del Cuadro Secundario 1 (CS 1) hasta el dicho Cuadro en el que van las diferentes protecciones para las bases de enchufe, la escala de peces, el nivel de agua de la escala de peces, una base Cetact y dos bases Schuko para la escala de peces.

##### 1.1 Interruptor Magnetotérmico General

La línea que llega al CS1 se conectará a un Interruptor Magnetotérmico tetrapolar que tiene unas características como una Intensidad Nominal de 25 A, el Poder de Corte es de 4,5 kA y una Curva característica C.

De la salida del Interruptor General se irá distribuyendo a los distintos circuitos que abarcan en el cuadro con sus correspondientes protecciones.

##### 1.2 Protecciones de los circuitos

###### 1.2.1 Circuito para las bases de enchufe

###### 1.2.1.1 Interruptor Magnetotérmico

La salida del Interruptor General irá conectada en serie un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una Intensidad nominal de 16 A, Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

###### 1.2.1.2 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

### 1.2.2 Circuito para la escala de peces

#### 1.2.2.1 Interruptor Magnetotérmico

La salida del Interruptor General irá conectada en serie con un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una Intensidad nominal de 16 A, Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

#### 1.2.2.2 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

### 1.2.3 Circuito para el nivel de agua de la escala de peces

#### 1.2.2.1 Interruptor Magnetotérmico

La salida del Interruptor General irá conectada en serie con un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una Intensidad nominal de 16 A, Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

#### 1.2.2.2 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

#### 1.2.2.2 Interruptor Diferencial

Seguido del Interruptor Diferencial se conecta en serie una fuente de alimentación que transforma la tensión en corriente alterna de 230V a una tensión de 24 V en corriente continua, con una potencia de 150 W y se utiliza un Interruptor Diferencial bipolar de 40 A de Intensidad nominal y una sensibilidad de 30 mA.

### 1.2.4 Circuito para la escala de peces

La protección de distintos enchufes Cetact y Schuko.

#### 1.2.2.1 Interruptor Magnetotérmico

La salida del Interruptor General irá conectada en serie con un Interruptor Magnetotérmico tetrapolar con una Intensidad nominal de 16 A, Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

#### 1.2.2.2 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor diferencial tetrapolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

## 2. Cuadro Secundario de Alumbrado de Coronación (CS Al.Coronación)

De la línea principal del Cuadro Alumbrado de Coronación (CS Al.Coronación) hasta el dicho Cuadro en el que van las diferentes protecciones para los circuitos de alumbrado.

### 2.1 Interruptor Magnetotérmico General

La línea que llega al CS Al.Coronación se conectará a un Interruptor Magnetotérmico bipolar que tiene unas características como una Intensidad Nominal de 16 A, el Poder de Corte es de 4,5 kA y una Curva característica C.

De la salida del Interruptor General se irá distribuyendo a los distintos circuitos que abarcan en el cuadro con sus correspondientes protecciones.

### 2.2 Protecciones de los circuitos

#### 2.2.1 Circuito para el interruptor crepuscular

##### 2.2.1.1 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor Magnetotérmico General se conectará en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

##### 2.2.1.2 Interruptor Magnetotérmico

En la salida del Interruptor Diferencial irá conectado en serie con un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una Intensidad nominal de 10 A, Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

#### 2.2.2 Circuito para el alumbrado CA1 Y CA2

##### 2.2.2.1 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor General irá conectada en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

##### 2.2.2.2 Contactor

La salida del Interruptor Diferencial se conectará en serie con un contactor bipolar con una Intensidad nominal de 20 A.

Dicho contactor permite el funcionamiento de los circuitos de alumbrado CA1 y CA2.

##### 2.2.2.3 Interruptor Magnetotérmico para alumbrado CA1

De la salida del contactor conectada a un Interruptor Magnetotérmico bipolar para la protección del circuito de alumbrado CA1 con características de una intensidad nominal de 10 A, Poder de Corte de 4,5 kA y curva característica C.

#### **2.2.2.4 Interruptor Magnetotérmico para alumbrado CA2**

De la salida del contactor conectada a un Interruptor Magnetotérmico bipolar para la protección del circuito de alumbrado CA2 con características de una intensidad nominal de 10 A, Poder de Corte de 4,5 kA y curva característica C.

### **2.2.3 Circuito para el alumbrado CB1 Y CB2**

#### **2.2.3.1 Interruptor Diferencial**

La salida del Interruptor General irá conectada en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

#### **2.2.3.2 Contactor**

La salida del Interruptor Diferencial se conectará en serie con un contactor bipolar con una Intensidad nominal de 20 A.

Dicho contactor permite el funcionamiento de los circuitos de alumbrado CB1 y CB2.

#### **2.2.3.3 Interruptor Magnetotérmico para alumbrado CB1**

De la salida del contactor conectada a un Interruptor Magnetotérmico bipolar para la protección del circuito de alumbrado CB1 con características de una intensidad nominal de 10 A, Poder de Corte de 4,5 kA y curva característica C.

#### **2.2.3.4 Interruptor Magnetotérmico para alumbrado CB2**

De la salida del contactor conectada a un Interruptor Magnetotérmico bipolar para la protección del circuito de alumbrado CB2 con características de una intensidad nominal de 10 A, Poder de Corte de 4,5 kA y curva característica C.

### **2.2.4 Circuito para el alumbrado CC1 Y CC2**

#### **2.2.4.1 Interruptor Diferencial**

La salida del Interruptor General irá conectada en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

#### **2.2.4.2 Contactor**

La salida del Interruptor Diferencial se conectará en serie con un contactor bipolar con una Intensidad nominal de 20 A.

Dicho contactor permite el funcionamiento de los circuitos de alumbrado CC1 y CC2.

#### **2.2.4.3 Interruptor Magnetotérmico para alumbrado CC1**

De la salida del contactor conectada a un Interruptor Magnetotérmico bipolar para la protección del circuito de alumbrado CC1 con características de una intensidad nominal de 10 A, Poder de Corte de 4,5 kA y curva característica C.

#### **2.2.4.4 Interruptor Magnetotérmico para alumbrado CC2**

De la salida del contactor conectada a un Interruptor Magnetotérmico bipolar para la protección del circuito de alumbrado CC2 con características de una intensidad nominal de 10 A, Poder de Corte de 4,5 kA y curva característica C.

### **3. Cuadro Secundario del Desagüe de Fondo (CS Desagüe Fondo)**

De la línea principal del Cuadro Secundario del Desagüe del Fondo (CS Desagüe Fondo) hasta el dicho Cuadro en el que van las diferentes protecciones para el puente grúa, las compuertas, las tomas de corriente y los diferentes alumbrados.

#### **3.1 Interruptor Magnetotérmico General y limitador de sobretensión**

La línea que llega al CS Desagüe Fondo se conectará a un Interruptor Magnetotérmico tetrapolar que tiene unas características como una Intensidad Nominal de 50 A, el Poder de Corte es de 4,5 kA y también se conectará un limitador de sobretensión con una Intensidad nominal de 20 A, tensión de paso de 1,2 kV, Intensidad máxima de cortocircuito de 15 kA y curva C.

De la salida del Interruptor General se irá distribuyendo a los distintos circuitos que abarcan en el cuadro con sus correspondientes protecciones.

#### **3.2 Protecciones de los circuitos**

##### **3.2.1 Circuito para el puente grúa y las compuertas**

###### **3.2.1.1 Interruptor Magnetotérmico**

La salida del Interruptor General irá conectada en serie con un Interruptor Magnetotérmico tetrapolar con una Intensidad nominal de 25 A, Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

###### **3.2.1.2 Interruptor Diferencial**

La salida del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

### 3.2.2 Circuito para el puente grúa

#### 3.2.2.1 Interruptor Automático

De la salida del Interruptor Diferencial conectada a un Interruptor Automático tripolar para la protección del circuito del puente grúa con características de una intensidad nominal de 25 A, Poder de Corte de 4,5 kA y curva característica C.

#### 3.2.2.1 Contactor

De la salida del Interruptor Automático conectada a un contactor trifásico con características de una intensidad nominal de 25 A y una regulación térmica de 20/25 A.

### 3.2.3 Circuito para las compuertas VAGON

#### 3.2.3.1 Interruptor Automático

De la salida del Interruptor Diferencial conectada a un Interruptor Automático tripolar para la protección del circuito de las compuertas VAGON con características de una intensidad nominal de 16 A, Poder de Corte de 4,5 kA y curva característica C.

#### 3.2.3.2 Contactor

De la salida del Interruptor Automático conectada a un contactor trifásico con características de una intensidad nominal de 16 A y una regulación térmica de 10,4/13 A.

### 3.2.4 Circuito para las compuertas TAINTOR

#### 3.2.4.1 Interruptor Automático

De la salida del Interruptor Diferencial conectada a un Interruptor Automático tripolar para la protección del circuito de las compuertas VAGON con características de una intensidad nominal de 16 A, Poder de Corte de 4,5 kA y curva característica C.

#### 3.2.4.2 Contactor

De la salida del Interruptor Automático conectada a un contactor trifásico con características de una intensidad nominal de 16 A y una regulación térmica de 10,4/13 A.

### 3.2.5 Circuito para la toma de corriente LIMNIGRAFO

#### 3.2.5.1 Interruptor Magnetotérmico

La salida del Interruptor General irá conectada en serie con un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una Intensidad nominal de 16 A, Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

#### 3.2.5.2 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

#### 3.2.5.3 Fuente de alimentación

Seguido del Interruptor Diferencial se conecta en serie una fuente de alimentación que transforma la tensión en corriente alterna de 230V a una tensión de 24 V en corriente continua.

### 3.2.6 Circuito para las bases de enchufe

#### 3.2.6.1 Interruptor Magnetotérmico

La salida del Interruptor General irá conectada en serie con un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una Intensidad nominal de 16 A, Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

#### 3.2.6.2 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

### 3.2.7 Circuito para el alumbrado exterior

#### 3.2.7.1 Interruptor Magnetotérmico

La salida del Interruptor General irá conectada en serie con un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una Intensidad nominal de 10 A, Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

#### 3.2.7.2 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

### 3.2.8 Circuito para el alumbrado de la caseta

#### 3.2.8.1 Interruptor Magnetotérmico

La salida del Interruptor General irá conectada en serie con un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una Intensidad nominal de 10 A, Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

#### 3.2.8.2 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

### 3.2.9 Circuito para el alumbrado del aliviadero

#### 3.2.9.1 Interruptor Magnetotérmico

La salida del Interruptor General irá conectada en serie con un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una Intensidad nominal de 10 A, Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

#### 3.2.9.2 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

#### 3.2.9.3 Contactor actuado por célula

De la salida del Interruptor Diferencial conectada a un contactor monofásico con características de una intensidad nominal de 40 A y una regulación térmica de 10,4/13 A.

### 3.2.10 Circuito para la previsión del bombeo de 10 CV

#### 3.2.10.1 Interruptor Magnetotérmico

La salida del Interruptor General irá conectada en serie con un Interruptor Magnetotérmico tetrapolar con una Intensidad nominal de 20 A, Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

#### 3.2.10.2 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

#### 4. Cuadro Secundario para el Control (CS Control)

De la línea principal del Cuadro Secundario para el Control (CS Control) hasta el dicho Cuadro en el que van las diferentes protecciones para las diferentes tomas de corriente, el armario de control, el rectificador SAIH y una acometida que va directamente al cuadro de la caseta de auscultación.

##### 4.1 Interruptor Magnetotérmico General y limitador de sobretensión

La línea que llega al CS Control se conectará a un Interruptor Magnetotérmico bipolar que tiene unas características como una Intensidad Nominal de 50 A, el Poder de Corte es de 4,5 kA y curva C, también se conectará un limitador de sobretensión con una Intensidad nominal de 20 A, Poder de Corte de 10 kA, una Tensión de Paso de 1,2 kV, Intensidad máxima de cortocircuito de 15 kA y curva C.

De la salida del Interruptor General se irá distribuyendo a los distintos circuitos que abarcan en el cuadro con sus correspondientes protecciones.

##### 4.2 Protecciones de los circuitos

###### 4.2.1 Circuito para las Tomas de Corriente I (TCI)

###### 4.2.1.1 Interruptor Magnetotérmico

La salida del Interruptor General irá conectada en serie con un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una Intensidad nominal de 20 A, Poder de Corte de 4,5 kA y Curva C.

###### 4.2.1.2 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

###### 4.2.1.3 Interruptor Magnetotérmico

De la salida del Interruptor Diferencial conectada a un Interruptor Magnetotérmico bipolar para la protección del circuito de las tomas de corriente con características de una intensidad nominal de 15 A, Poder de Corte de 4,5 kA y curva característica C.

#### **4.2.2 Circuito para el armario de control, las Tomas de Corriente II (TC II) y la reserva**

##### **4.2.2.1 Interruptor Magnetotérmico**

De la salida del Interruptor Magnetotérmico General del cuadro conectada a un Interruptor Magnetotérmico bipolar para la protección del circuito con características de una intensidad nominal de 32 A, Poder de Corte 4,5 kA y curva característica C.

##### **4.2.2.2 Interruptor Diferencial**

La salida del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

En la salida del Interruptor Diferencial se conectarán en los tres distintos circuitos sus correspondientes protecciones.

##### **4.2.2.3 Interruptor Magnetotérmico del armario**

Se instalará un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una intensidad nominal de 16 A, un Poder de Corte de 4,5 kA y curva C, para poder proteger el armario de control.

##### **4.2.2.4 Interruptor Magnetotérmico de las TC II**

Se instalará un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una intensidad nominal de 16 A, un Poder de Corte de 4,5 kA y curva C, para poder proteger las tomas de corriente (TC III).

##### **4.2.2.5 Interruptor Magnetotérmico de la reserva**

Se instalará un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una intensidad nominal de 16 A, un Poder de Corte de 4,5 kA y curva C, para poder proteger la carga de reserva.

#### **4.2.3 Circuito para el rectificador SAIH**

##### **4.2.3.1 Interruptor Magnetotérmico**

De la salida del Interruptor Magnetotérmico General del cuadro conectada a un Interruptor Magnetotérmico bipolar para la protección del circuito con características de una intensidad nominal de 32 A, Poder de Corte de 4,5 kA y curva característica C.

##### **4.2.3.2 Interruptor Diferencial**

La salida del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

#### 4.2.4 Circuito para la acometida de la caseta de auscultación

##### 4.2.4.1 Interruptor Magnetotérmico

De la salida del Interruptor Magnetotérmico General del cuadro conectada a un Interruptor Magnetotérmico bipolar para la protección del circuito con características de una intensidad nominal de 40 A, Poder de Corte 4,5 kA y curva característica C.

##### 4.2.4.2 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor Magnetotérmico se conectará en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 63 A y una sensibilidad de 300 mA.

### 5. Cuadro Secundario para la caseta de Auscultación (CS Casetas Auscultación)

De la línea principal del Cuadro Secundario de Auscultación (CS Auscultación) hasta el dicho Cuadro en el que van las diferentes protecciones para el alumbrado, el alumbrado de emergencia, la reserva, la fibra óptica y las tomas de corriente.

#### 5.1 Interruptor Magnetotérmico General

La línea que llega al CS Auscultación se conectará a un Interruptor Magnetotérmico bipolar que tiene unas características como una Intensidad Nominal de 40 A, el Poder de Corte es de 4,5 kA y una Curva característica C.

De la salida del Interruptor General del cuadro se irá distribuyendo a los distintos circuitos que abarcan en dicho cuadro con sus correspondientes protecciones.

## 5.2 Protecciones de los circuitos

### 5.2.1 Circuito para el alumbrado y el alumbrado de emergencia

#### 5.2.1.1 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor General irá conectada en serie un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

#### 5.2.1.2 Interruptor Magnetotérmico alumbrado

La salida del Interruptor Diferencial se conectarán en serie con un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una Intensidad nominal de 10 A, un poder de Corte de 4,5 kA y una curva C, para proteger el circuito de alumbrado.

#### 5.2.1.3 Interruptor Magnetotérmico alumbrado emergencia

La salida del Interruptor Magnetotérmico que protege el alumbrado se conectarán en serie con un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una Intensidad nominal de 10 A, un poder de Corte de 4,5 kA y una curva C, para poder proteger el circuito del alumbrado de emergencia.

### 5.2.2 Circuito para la carga de reserva y la fibra óptica

#### 5.2.2.1 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor General del cuadro irá conectada en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

De la salida del Interruptor Diferencial divide en dos circuitos que se componen de la carga de reserva y la fibra óptica.

#### 5.2.2.2 Interruptor Magnetotérmico reserva

La salida del Interruptor Diferencial se conectarán en serie con un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una Intensidad nominal de 16 A, un poder de Corte de 4,5 kA y una curva C, para proteger el circuito de la carga de reserva.

#### 5.2.2.3 Interruptor Magnetotérmico fibra óptica

La salida del Interruptor Diferencial que protege se conectarán en serie con un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una Intensidad nominal de 40 A, un poder de Corte de 4,5 kA y una curva C, para poder proteger el circuito de la fibra óptica.

### 5.2.3 Circuito para las tomas de corriente

#### 5.2.3.1 Interruptor Diferencial

La salida del Interruptor General del cuadro irá conectada en serie con un Interruptor Diferencial bipolar con una Intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

#### 5.2.3.2 Interruptor Magnetotérmico

La salida del Interruptor Diferencial se conectará en serie con un Interruptor Magnetotérmico bipolar con una Intensidad nominal de 16 A, un poder de Corte de 4,5 kA y una curva C, para proteger el circuito de las tomas de corriente (TC1).

## 4.8. DISTRIBUCIONES DE LOS CIRCUITOS

### 4.8.1 Distribución del alumbrado

Las secciones utilizadas han sido calculadas según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión para distribuciones monofásicas o trifásicas bajo tubo protector o bandeja con cables agrupados, para conductores de aislamiento de 1kV.

Las cajas de derivación utilizadas serán aislantes de PVC estancas de superficie, según los casos, con tapa de cierre por presión o tornillo. Tendrán capacidad suficiente para alojar en su interior los conductores y bornas de empalme que en ellas concurren.

Todas las derivaciones que se efectúen en la instalación se harán en sus cajas correspondientes de empalme, mediante bornas de aprieta por tornillo, quedando totalmente prohibido los empalmes por torsión de los conductores entre sí.

Las fijaciones que nos soportarán los tubos se instalarán a una distancia unas de otras de 0,5-0,6 m, para que en ningún momento puedan flexar los tubos por su propio peso y el de los conductores alojados en su interior.

Se harán distinguir los conductores por el color identificativo de sus fundas aislantes siendo estos los utilizados:

Fases: negro, marrón, gris.

Neutro: azul claro.

Protección: amarillo-verde.

Además de todo lo indicado en los párrafos anteriores, todos los puntos de luz, dispondrán de un conductor de protección en igual sección que los conductores de fase que acompañen.

La instalación deberá ser estanca, tanto en sus líneas como en las conexiones a luminarias.

La caída máxima de tensión será de un 3% en el punto más desfavorable.

#### 4.8.2 Distribución del alumbrado exterior

La sección de los conductores será de cobre con aislamiento y cubierta RV-K 0,6/1 kV y la máxima caída de tensión entre el origen de la instalación hasta cualquier otro punto será menor o igual al 3 %.

La instalación del alumbrado exterior de coronación se realizará de acuerdo con la ITC-BT-09 y con el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

#### 4.8.2 Distribución del alumbrado de emergencia

La iluminación de emergencia se instalará mediante lámparas de fluorescentes de 10W, con autonomía mínima de 1 hora, 70 lúmenes. Contarán además con señalización permanente incandescente.

Se garantizará un nivel de iluminación mínimo medio de 5 lux en todas las áreas.

Las líneas que alimentan los equipos autónomos de alumbrado de emergencia estarán protegidas por interruptores automáticos magnetotérmicos II, calibre máximo 10 A, con el poder de cortocircuito que se obtiene en los cálculos.

En general se seguirán las pautas de instalación reflejadas en el apartado anterior.

#### 4.8.3 Distribución de fuerza y mando a motores y equipos

La instalación de fuerza se realizará principalmente sobre bandeja perforada y bajo tubo rígido protector de PVC de sección adecuada a los conductores a proteger en las derivaciones finales.

Se usarán cajas de derivación aisladas con fusibles de protección adecuados para protección de cada línea y bornes de empalme con tornillo de apriete.

Se harán distinguir los conductores por el color identificativo de sus fundas aislantes siendo estos los utilizados:

Fases: negro, marrón y gris.

Neutro: azul claro.

Protección: verde-amarillo.

Las secciones utilizadas han sido calculadas según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión para distribuciones monofásicas o trifásicas bajo tubo protector o sobre bandeja con cables agrupados, para conductores de aislamiento de 750 V y 1.000 V, quedando totalmente justificadas en las hojas de cálculo que también se acompañan.

La caída de tensión será de un 5 % en el punto más desfavorable de la línea.

Las bases de enchufe para usos varios serán bipolares 10/16 A con toma de tierra de superficie lateral de superficies estancas.

Los terminales de cable serán del tipo de presión y todos los conductores irán marcados con código convencional.

Las canalizaciones a utilizar serán en general en bandejas o tubos de PVC e irán horizontalmente y con soportes.

A partir de los automáticos alojados en los cuadros salen las líneas de alimentación a los distintos motores y equipos de la estación de bombeo. Esta alimentación se realizará con cables de aislamiento 0,6/1 kV de cobre tipo RV-K. Las secciones de los cables se han calculado, de acuerdo con las intensidades admisibles en el reglamento ITC-BT-019, teniéndose en cuenta que la caída de tensión al final de cada línea no sobrepase el 6,5%.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm <sup>2</sup> )	Sección conductores protección (mm <sup>2</sup> )
Sf < 16	Sf
16 < S f < 35	16
Sf > 35	Sf/2

La distribución desde los cuadros secundarios será la siguiente:

#### 4.8.4 Cuadro Secundario (CS1)

##### 4.8.4.1 Circuito de las bases de enchufe

La instalación de fuerza con bases de enchufe bipolares se realizará sobre bandeja perforada de 75x60 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia de las bases de enchufe será de 1500 W.

La caída de tensión de la línea es del 1,29 %.

La longitud de la línea es de 15 m.

##### 4.8.4.2 Circuito de las escalas de peces

La línea irá enterrada bajo tubo de diámetro de 63 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 6 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 6 mm<sup>2</sup>.

La potencia del motor será de 1000 W.

La caída de tensión de la línea es del 1,31 %.

La longitud de la línea es de 45 m.

##### 4.8.4.3 Circuito del nivel de agua para la escala de peces

La línea irá enterrada bajo tubo de diámetro de 50 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 6 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 6 mm<sup>2</sup>.

La potencia del motor será de 1000 W.

La longitud de la línea es de 30 m.

La caída de tensión de la línea es del 0,99 %.

##### 4.8.4.5 Circuito para las bases de enchufe cetact y schuko

La línea irá enterrada bajo tubo de diámetro de 50 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 6 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 6 mm<sup>2</sup>.

La potencia del motor será de 3000 W.

Las caídas de tensión de las líneas son del 1,23 %., 1.23 % y 1.53 %.

La longitud de la línea es de 30 m.

#### 4.8.5 Cuadro Secundario Alumbrado de Coronación (CS Al.Coronación)

##### 4.8.5.1 Circuito Alumbrado CA1

La instalación de alumbrado se realizará enterrada bajo tubo de diámetro 63 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K, un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 10 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 10 mm<sup>2</sup>.

La potencia de las bases de enchufe será de 252 W.

La caída de tensión de la línea es del 1,31 %.

La longitud de la línea es de 440 m.

#### 4.8.5.2 Circuito Alumbrado CA2

La instalación de alumbrado se realizará enterrada bajo tubo de diámetro 63 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K, un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 10 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 10 mm<sup>2</sup>.

La potencia de las bases de enchufe será de 240 W.

La caída de tensión de la línea es del 1,6 %.

La longitud de la línea es de 640 m.

#### 4.8.5.3 Circuito Alumbrado CB1

La instalación de alumbrado se realizará enterrada bajo tubo de diámetro 63 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K, un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 10 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 10 mm<sup>2</sup>.

La potencia de las bases de enchufe será de 240 W.

La caída de tensión de la línea es del 1,44 %.

La longitud de la línea es de 540 m.

#### 4.8.5.4 Circuito Alumbrado CB2

La instalación de alumbrado se realizará enterrada bajo tubo de diámetro 63 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K, un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 10 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 10 mm<sup>2</sup>.

La potencia de las bases de enchufe será de 252 W.

La caída de tensión de la línea es del 1,32 %.

La longitud de la línea es de 450 m.

#### 4.8.5.5 Circuito Alumbrado CC1

La instalación de alumbrado se realizará enterrada bajo tubo de diámetro 63 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K, un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 10 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 10 mm<sup>2</sup>.

La potencia de las bases de enchufe será de 240 W.

La caída de tensión de la línea es del 1,62 %.

La longitud de la línea es de 650 m.

#### 4.8.5.6 Circuito Alumbrado CC2

La instalación de alumbrado se realizará enterrada bajo tubo de diámetro 63 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K, un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 10 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 10 mm<sup>2</sup>.

La potencia de las bases de enchufe será de 252 W.

La caída de tensión de la línea es del 1,52 %.

La longitud de la línea es de 560 m.

#### 4.8.6 Cuadro Secundario del Desagüe de Fondo (CS Desagüe Fondo)

##### 4.8.6.1 Circuito del puente grúa

La línea irá en canal superficial empotrado en obra con unas dimensiones de 40x30 mm con conductores tetrapolares de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 4 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 4 mm<sup>2</sup>.

La potencia del motor será de 11000 W.

La caída de tensión de la línea es del 2,58 %.

La longitud de la línea es de 25 m.

##### 4.8.6.2 Circuito de las compuertas VAGON

La línea irá en tubo superficial empotrado en obra con un diámetro de 20 mm con conductores tetrapolares de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia del motor será de 5000 W.

La caída de tensión de la línea es del 2.64 %.

La longitud de la línea es de 50 m.

##### 4.8.6.3 Circuito de las compuertas TAINTOR

La línea irá en tubo superficial empotrado en obra con un diámetro de 20 mm con conductores tetrapolares de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia del motor será de 5000 W.

La caída de tensión de la línea es del 2.64 %.

La longitud de la línea es de 50 m.

##### 4.8.6.4 Circuito de la toma de corriente LIMNIGRAFO

La línea irá en tubo superficial empotrado en obra con un diámetro de 20 mm con conductores unipolares de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia del motor será de 1000 W.

La caída de tensión de la línea es del 1.83 %.

La longitud de la línea es de 15 m.

##### 4.8.6.5 Circuito de la base de corriente

La línea irá en huecos de obra con un diámetro de 20 mm con conductores unipolares de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia del motor será de 500 W.

La caída de tensión de la línea es del 1,4 %.

La longitud de la línea es de 0,50 m.

#### 4.8.6.6 Circuito del alumbrado exterior

La línea irá en tubo superficial empotrado en obra con un diámetro de 20 mm con conductores unipolares de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia del motor será de 196 W.

La caída de tensión de la línea es del 1.74 %.

La longitud de la línea es de 60 m.

#### 4.8.6.7 Circuito del alumbrado caseta

La línea irá en tubo superficial empotrado en obra con un diámetro de 20 mm con conductores unipolares de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia del motor será de 952 W.

La caída de tensión de la línea es del 2.57 %.

La longitud de la línea es de 42 m.

#### 4.8.6.8 Circuito del alumbrado aliviadero

La línea irá en tubo superficial empotrado en obra con un diámetro de 20 mm con conductores unipolares de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia del motor será de 800 W.

Las caídas de tensión de las líneas son del 1,61 %. Y 1.52 %.

La longitud de la línea es de 20 m.

#### 4.8.6.9 Circuito de la carga de previsión de bombeo

La línea irá en tubo superficial empotrado en obra con un diámetro de 20 mm con conductores unipolares de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia del motor será de 7353,99 W.

La caída de tensión de la línea es del 1.88 %.

La longitud de la línea es de 60 m.

#### 4.8.7 Cuadro Secundario de Control (CS Control)

##### 4.8.7.1 Circuito de las tomas de corriente I (TC I)

La instalación de fuerza con bases de enchufe unipolares se realizará sobre bandeja perforada de 75x60 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia de las bases de enchufe será de 2500 W.

La caída de tensión de la línea es del 1,81 %.

La longitud de la línea es de 15 m.

#### 4.8.7.2 Circuito del armario de control

La instalación de fuerza con bases de enchufe unipolares se realizará sobre bandeja perforada de 75x60 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia de las bases de enchufe será de 2300 W.

La caída de tensión de la línea es del 1,74 %.

La longitud de la línea es de 15 m.

#### 4.8.7.3 Circuito de las tomas de corriente II (TC II)

La instalación de fuerza con bases de enchufe unipolares se realizará sobre bandeja perforada de 75x60 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia de las bases de enchufe será de 2300 W.

La caída de tensión de la línea es del 1,74 %.

La longitud de la línea es de 15 m.

#### 4.8.7.4 Circuito de la reserva

La instalación de fuerza con bases de enchufe unipolares se realizará sobre bandeja perforada de 75x60 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia de las bases de enchufe será de 1000 W.

La caída de tensión de la línea es del 1,14 %.

La longitud de la línea es de 15 m.

#### 4.8.7.5 Circuito del rectificador SAIH

La instalación de fuerza con bases de enchufe unipolares se realizará sobre bandeja perforada de 75x60 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia de las bases de enchufe será de 5000 W.

La caída de tensión de la línea es del 3,15 %.

La longitud de la línea es de 15 m.

### 4.8.8 Cuadro Secundario de caseta Auscultación (CS Casetas Auscultación)

#### 4.8.8.1 Circuito de alumbrado

La línea irá en bajo tubo rígido con un diámetro de 20 mm con conductores unipolares de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia del motor será de 100 W.

La caída de tensión de la línea es del 1,99 %.

La longitud de la línea es de 15 m.

#### 4.8.8.2 Circuito del alumbrado de emergencia

La línea irá en bajo tubo rígido con un diámetro de 20 mm con conductores unipolares de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia del motor será de 10 W.

La caída de tensión de la línea es del 1,98 %.

La longitud de la línea es de 15 m.

#### 4.8.8.3 Circuito de reserva

La instalación de fuerza con bases de enchufe unipolares se realizará sobre bandeja perforada de 75x60 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia de las bases de enchufe será de 1000 W.

La caída de tensión de la línea es del 2,4 %.

La longitud de la línea es de 15 m.

#### 4.8.8.4 Circuito de fibra óptica

La instalación de fuerza con bases de enchufe unipolares se realizará sobre bandeja perforada de 75x60 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 10 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia de las bases de enchufe será de 2300 W.

La caída de tensión de la línea es del 2,21 %.

La longitud de la línea es de 15 m.

#### 4.8.8.5 Circuito de tomas de corriente 1 (TC 1)

La instalación de fuerza con bases de enchufe unipolares se realizará sobre bandeja perforada de 75x60 mm con conductores de cobre de tipo RZ1-K (AS) (no propagador del incendio), un aislamiento de 0,6/1kV de XLPE. La sección de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup> tanto para la fase y neutro. El conductor de protección de puesta a tierra es de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La potencia de las bases de enchufe será de 2300 W.

La caída de tensión de la línea es del 3,01 %.

La longitud de la línea es de 15 m.

### 4.9. LUMINARIAS

#### 4.9.1 Iluminación normal

En general se ha considerado para todos los recintos un 0,8 como factor de mantenimiento y depreciación, a tener en cuenta para el cálculo de la luminancia media en servicio.

Una parte de las luminarias estarán dotadas de balastos eléctricos de alta frecuencia, que además de permitir unos consumos más reducidos en los cálculos de los circuitos, realizan el encendido instantáneo sin parpadeos.

#### 4.9.2 Iluminación de emergencia

Para alumbrado de emergencia los aparatos empleados para este tipo de iluminación deberán cumplir las normas UNE-EN 60598-2-22, UNE 20-392-93 y UNE 20-062-93.

#### 4.10. APARATOS Y MECANISMOS

**- Los receptores de los circuitos de alumbrado serán:**

- Pantallas estancas LED TRILUX Modelo OVELEON de 2x36 W alto factor, IP 66.
- Luminarias de emergencia estanca LED LEGRAND de 70 W, IP 65.
- Proyectores para iluminar los pozos de desagüe y la pasarela.
- 100x Balizas FARO con lámpara LED de 11 W, grado de protección IP66 y grado de resistencia al golpe IK10, para el alumbrado de coronación.

**- Los receptores de los circuitos de fuerza serán:**

- Motorización para la escala de peces.
- Nivel de agua para la escala de peces.
- Bases de enchufe TICINO 10/16 A.
- Bases de enchufe CETACT y SCHUKO.
- Puente grúa.
- Compuertas VAGON.
- Compuertas TAINTOR.
- Bombeo 10 CV.
- Armario de control.
- Reservas.
- Rectificador SAIH.
- Fibra óptica.
- Analizador de redes CIRCUTOR de la serie CVM-C10.
- Fuente de alimentación MEANWELL de 150 W.

#### 4.11 CAJAS DE DERIVACIÓN

Serán de poliéster estancas de IP55, contendrán 4 bornas y uno o dos fusibles cilíndricos.

El conexionado de los conductores se realizará en las correspondientes cajas de derivación aislantes de tamaño adecuado para cada caso, y mediante bornas de conexión, nunca mediante el retorcido de los cables. Los puntos de alumbrado estarán conectados en derivación desde una caja de conexión para cada circuito, no admitiéndose la conexión en serie de estos elementos.

#### 4.12 EQUILIBRADO DE CARGAS

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

#### 4.13 RED DE TOMA DE TIERRA

##### a) Red de tierras de Baja Tensión

Desde las bornas de tierra del Cuadro General de Distribución, se repartirán cables de tierra de sección adecuada al conductor que acompañen para las líneas que salgan de los mismos. La sección del conductor de tierra será igual que la de los conductores de fase para líneas inferiores de 16 mm<sup>2</sup> y la mitad para las superiores.

Acompañarán a los conductores de Fase y Neutro por todas las conducciones hasta las masas metálicas de los receptores. Las conexiones se realizarán mediante los correspondientes terminales homologados.

Se llevará conductor de protección a todos los puntos de luz, bases de enchufe y motores, así como a las bandejas metálicas por las que se discurren los conductores.

Además de esta protección de la toma de tierra, se dispondrá como protección contra contactos indirectos, interruptores diferenciales de:

- 300 mA de circuitos de Fuerza de maquinaria.
- 30 mA de circuitos de Fuerza convencional o tomas de corriente.
- 30 mA de circuitos de Alumbrado.

#### 4.14 GRUPO ELECTRÓGENO

##### 4.14.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA

Sistema trifásico 420 V, tres fases, cuatro conductores, neutro conectado a tierra, 50 Hz.

La línea de enlace para el suministro auxiliar estará constituida por conductores resistentes al fuego de cobre RZ1-k 0,6/1 KV (AS+) según UNE-EN 50.200 o UNE 50.362 y UNE 21.123 parte 4 o 5, canalizados según se ha indicado en planos.

#### 4.14.2 POTENCIA NOMINAL GENERADA

De acuerdo con la estimación de cargas prevista en la justificación de potencias y hojas de cálculo, potencia de motores eléctricos, configuración y secuencia de arranque, la potencia nominal del generador será la siguiente:

Potencia máxima prevista:	46,5 kW
Factor transitorio de arranque:	1,25
Factor de potencia ( $\cos \phi$ ):	0,80
Potencia del generador:	50 kVA

#### 4.14.3 SITUACION DE LAS INSTALACIONES

El generador eléctrico de emergencia estará situado en el edificio de control y cuadro general de protección de Baja Tensión.

#### 4.14.4 DESCRIPCION GENERAL

El grupo electrógeno estará compuesto por un motor diésel y un generador de corriente alterna trifásica, autorregulado, formando una unidad compacta en ejecución monobloque con los componentes necesarios para su funcionamiento, de acuerdo con las potencias y características señaladas en el Proyecto y Especificaciones Técnicas (Grupos Electrógenos).

#### 4.14.5 MOTOR DIÉSEL

##### Datos generales

Velocidad:	1.500 r.p.m
Nº de cilindros:	12
Ciclo de trabajo:	4 tiempos
Cilindrada:	21,9 litros
Aspiración aire:	Turboalimentado y postenfriado
Equipo de inyección:	Directa
Arranque:	Eléctrico
Equipo eléctrico:	24 V
Refrigeración:	Agua

## **Refrigeración**

Por circuito cerrado de agua mediante radiador y ventilador accionado por motor eléctrico, con radiador adosado al propio diésel y apoyado sobre la bancada del motor-alternador. El ventilador se alimentará eléctricamente del propio grupo.

Se dispondrá una válvula termostática en el sistema para asistir en el rápido calentamiento del agua en la camisa del motor cuando se arranque en frío y para proporcionar control de temperatura cuando el motor esté en funcionamiento.

## **Sistema de combustible**

El grupo electrógeno tendrá un depósito propio o de diario con una capacidad de 610 litros. El depósito incorporará un respiradero, así como un sensor de nivel y un sensor de máxima y mínima. El trasvase del combustible se realizará mediante bomba eléctrica y electroválvula. Se colocará, además, una bomba manual de cebado de combustible.

El combustible a utilizar será diésel.

## **Sistema de arranque**

Mediante dispositivo compuesto por volante de inercia, corona dentada y electroimán mando demarré y arranque eléctrico 24 V con generador carga baterías automático 230 V c.a, regulador de carga baterías y dos baterías níquel-cadmio, para arranque duro, de 24 V, 160 A/h.

## **Sistema de evacuación de humos**

Los conductos de salida de humos o de gases procedentes de la combustión tendrán las dimensiones, trazado y situación adecuada, debiendo ser resistentes a la corrosión y a la temperatura, así como estancos, tanto por la naturaleza de los materiales que los constituyen como por el tipo y modo de realizar las uniones que procedan.

Las pérdidas de carga en el conducto serán equivalentes a la sobrepresión asegurada en el generador, en consecuencia el punto 0 estará situado en la boca de salida de humos y no será necesario ningún tipo forzado complementario.

El conducto estará constituido por dos cilindros de acero inoxidable, calidad AISI 304 para gasóleo y ambiente estándar, engatillados, que cierran una cámara aislante con manta de fibras minerales de alta densidad, de espesor mínimo 50 mm, dispuestos para soportar temperaturas hasta 600 °C.

## **Control de ruidos**

El motor diésel, como componente fundamental de un grupo electrógeno, entraña en su normal funcionamiento un foco sonoro comprendido entre los 95 dB(A) y 115 dB(A) a un metro.

Por lo que el grupo deberá suministrarse con un revestimiento que proporcione una limitación sonora y permita a la planta eléctrica funcionar como una unidad autónoma.

El diseño acústico del sistema del grupo electrógeno deberá conducir a un nivel del ruido de fondo que tenga una intensidad suficientemente baja como para no interferir con los requerimientos de los ocupantes de los espacios.

Se cumplirán los valores de ruido de objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior (tabla B anexo II), en lo referente a zonificación acústica y emisiones acústicas indicadas en el Real Decreto 1367/2007.

### **4.14.6 ALTERNADOR**

#### **Características generales**

Generador de corriente trifásica autorregulado y autoexcitado, sin escobillas, con un solo cojinete y protección antigoteo. Diodos supresores de sobrevoltaje y diodos rectificadores de subidas de voltaje momentáneas producidas por la aplicación o supresión simultánea de varias cargas. Regulación de la tensión de salida del generador en las tres fases, así como la corriente de la red y el factor de potencia de funcionamiento.

#### **Datos generales**

Potencia aparente:	50 kVA
Potencia efectiva ( $\cos \varphi=0,8$ ):	46,8 kW
Velocidad:	1.500 r.p.m
Tensión:	400 V
Frecuencia:	50 Hz
Factor de potencia ( $\cos \varphi$ ):	0,80
Constancia de tensión:	$\pm 0,5 \%$
Ajuste de tensión:	$\pm 5 \%$
Temperatura ambiente:	40 °C
Aislamiento:	Clase H
Protección:	IP.23
Desviación de onda:	Inferior al 5 %
Intensidad de cortocircuito:	3xIn (5 sg)
Sobrecargas:	2,5xIn (10 sg)
Factor de pérdida por encapsulado:	1,20

### **4.14.7 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO**

Cualquier anormalidad en el suministro de red por falta o caída de tensión, fallo de una fase en las líneas o desequilibrio de tensión entre fases es detectado por un dispositivo sensor electrónico que transmite la señal para la puesta en marcha automática del grupo o grupos electrógenos diésel. La entrada en funcionamiento de los generadores de urgencia habrá de poder regularse con un retraso de 3 a 15 segundos.

El grupo electrógeno habrá de quedar dispuesto para parar automáticamente el generador diésel al reanudarse el suministro de red. Deberán suministrarse los medios para accionar local y manualmente el dispositivo de parada del generador.

#### 4.14.8 CUADRO DE MANDOS

Los mandos de control del generador y del motor habrán de incorporarse en un solo cuadro autoestable que irá montado sobre el suelo según convenga para su instalación junto al grupo electrógeno. La secuencia de las operaciones de arranque y paro del grupo, así como las correspondientes a protecciones y alarmas, estarán controladas por un autómata programable con microprocesador que incorporará, grabado en memoria, los programas que controlarán las señales de entrada y salida que operan sobre el grupo electrógeno.

Deberá ir equipado con los elementos siguientes:

- Compensador preseleccionado y manual de voltaje.
- Amperímetro y commutador selector de fase.
- Voltímetro y commutador selector de fase.
- Pulsadores de arranque y parada.
- Cargador de baterías, amperímetro, unidad reguladora de la carga y alarma de regulador semiagotado.
- Disparos y alarmas por baja presión del aceite de lubricación y por alta temperatura en el motor.
- Tacómetro en r.p.m.
- Medidor horario.
- Relé de voltaje insuficiente trabajando al 85 % del voltaje nominal.
- Medidor de la temperatura del refrigerante.
- Alarma de sobrevelocidad en el motor.
- Automatismos para la detección y señalización de fallo de arranque del motor diésel después de efectuar los tres intentos programados.

#### Protecciones y alarmas

El equipo de arranque y paro automático incluirá las protecciones siguientes:

- Protección por baja presión de aceite en el circuito de engrase del motor diésel con paro inmediato del grupo.
- Protección por elevada temperatura del agua en el circuito de refrigeración del motor que desconecta y temporiza el paro del grupo 3 minutos.
- Protección por sobrevelocidad del motor que provoca el paro del grupo.
- Protección por tensión de grupo fuera de límites con paro inmediato del grupo electrógeno.
- Protección por sobreintensidad del alternador con temporización de 10 segundos y paro del grupo en el caso de que no desaparezca la sobrecarga al cabo de este tiempo.
- Protección por cortocircuito con paro inicial del grupo, verificación de la persistencia de la falta y reenganche del contactor del grupo al cabo de unos 4 segundos de desaparecida ésta.
- Protección por fallo del arranque del motor diésel después de los tres intentos programados, con bloqueo del mismo que obliga a efectuar manualmente la operación de puesta en marcha.

Incluirá asimismo las siguientes alarmas preventivas:

- Alarma por avería en el alternador y cargador electrónico de baterías.
- Alarma por bajo nivel de gasóleo con espacio de temporización de una hora para la reposición de combustible y, en caso de no producirse, desconexión del contactor del grupo y paro temporizado en 3 minutos.
- Alarma por fallo del contactor de red cuando se produce la puesta en servicio del grupo electrógeno sin ausencia de red.

#### 4.14.9 SISTEMA DE CONMUTACION

El consumo eléctrico se alimentará a través de la RED o del GRUPO mediante un conmutador automático de redes que estará situado en el cuadro general de baja tensión (CGBT) y que incluirá los elementos siguientes:

- Interruptores automáticos tetrapolares con relés magnetotérmicos regulables o relés electrónicos, telemandos 220/240 V y enclavamientos eléctrico y mecánico.
- Pletina de automatismo de tres posiciones AUTOMATICO-RED-GRUPO.

Con la siguiente secuencia de actuaciones:

##### Alimentación de red

- Detección de la ausencia de tensión de red con mecanismo de actuación regulable de 0,1 a 30 segundos.
- Orden de arranque del grupo.
- Detección de la presencia de tensión de grupo.
- Orden de descarga.
- Orden de comutación regulable de 0,1 a 30 segundos.
- Apertura del interruptor automático de red.
- Cierre del interruptor automático de grupo.

##### Alimentación de grupo

- Detección de la vuelta de tensión de red regulable de 10 a 180 segundos.
- Apertura del interruptor automático de grupo.
- Cierre del interruptor automático de red.
- Orden de carga.
- Anulación de la orden de arranque del grupo.

#### 4.14.10 PUESTA A TIERRA

El grupo electrógeno incorporará de fábrica la conexión de la carcasa del alternador a la bancada del grupo de manera que la masa completa esté al mismo potencial. La conexión del punto central de la estrella o neutro se realizará en la instalación.

### 5. CONCLUSIÓN

Con lo hasta aquí expuesto quedan descritas las características de las instalaciones, con lo que el firmante espera que el presente proyecto sirva para los fines propuestos. No obstante quedamos a disposición para cualquier aclaración que fuera necesaria.

Zaragoza, Junio de 2018,  
Ingeniero Técnico Industrial



Adrián Pina Yeregui

## PARTE B – ANEXO CÁLCULOS

Instalación Eléctrica en Media y Baja Tensión de la  
Presa de Nagore (Navarra)

Medium and Low Voltage Electrical Installation of  
Nagore's Dam (Navarra)

Autor

Adrián Pina Yeregui

Director

Antonio Joaquín Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura / Universidad de Zaragoza  
2018

# ÍNDICE

<b>1. ACOMETIDA.....</b>	<b>44</b>
<b>2. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN.....</b>	<b>44</b>
<b>3. CUADRO SECUNDARIO 1.....</b>	<b>47</b>
<b>4. CUADRO SECUNDARIO ALUMBRADO DE CORONACIÓN.....</b>	<b>51</b>
<b>5. CUADRO SECUNDARIO DESAGÜE DE FONDO.....</b>	<b>57</b>
<b>6. CUADRO SECUNDARIO CONTROL.....</b>	<b>64</b>
<b>7. CUADRO SECUNDARIO AUSCULTACIÓN.....</b>	<b>69</b>

## CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

### Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos j \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \sin j / 1000 \times U \times n \times R \times \cos j) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos j \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \sin j / 1000 \times U \times n \times R \times \cos j) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

$P_c$  = Potencia de Cálculo en Watos.

$L$  = Longitud de Cálculo en metros.

$e$  = Caída de tensión en Voltios.

$K$  = Conductividad.

$I$  = Intensidad en Amperios.

$U$  = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

$S$  = Sección del conductor en  $\text{mm}^2$ .

$\cos j$  = Coseno de fi. Factor de potencia.

$R$  = Rendimiento. (Para líneas motor).

$n$  = N° de conductores por fase.

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en  $\text{mW/m}$ .

### Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/r$$

$$r = r_{20} [1 + a (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$r$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$r_{20}$  = Resistividad del conductor a  $20^\circ\text{C}$ .

$\text{Cu} = 0.018$

$\text{Al} = 0.029$

$a$  = Coeficiente de temperatura:

$\text{Cu} = 0.00392$

$\text{Al} = 0.00403$

$T$  = Temperatura del conductor ( $^\circ\text{C}$ ).

$T_0$  = Temperatura ambiente ( $^\circ\text{C}$ ):

Cables enterrados =  $25^\circ\text{C}$

Cables al aire =  $40^\circ\text{C}$

$T_{\max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor ( $^\circ\text{C}$ ):

XLPE, EPR =  $90^\circ\text{C}$

PVC =  $70^\circ\text{C}$

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

## Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

$I_n$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45  $I_n$  como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6  $I_n$ ).

## Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\phi = P/\sqrt{P^2 + Q^2}.$$

$$\operatorname{tg}\phi = Q/P.$$

$$Q_c = P_x(\operatorname{tg}\phi_1 - \operatorname{tg}\phi_2).$$

$$C = Q_c x 1000 / U^2 x w; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c x 1000 / 3xU^2 x w; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

$P$  = Potencia activa instalación (kW).

$Q$  = Potencia reactiva instalación (kVAr).

$Q_c$  = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

$\phi_1$  = Ángulo de desfase de la instalación sin compensar.

$\phi_2$  = Ángulo de desfase que se quiere conseguir.

$U$  = Tensión compuesta (V).

$w = 2\pi f$ ;  $f = 50$  Hz.

$C$  = Capacidad condensadores (F);  $c x 1000000(\mu\text{F})$ .

## Fórmulas Resistencia Tierra

### Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot r / P$$

Siendo,

$R_t$ : Resistencia de tierra (Ohm)

$r$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

$P$ : Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = r / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot r / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (Lc/2r + Lp/r + P/0,8r)$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

Lc: Longitud total del conductor (m)

Lp: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

**DEMANDA DE POTENCIAS**

- Potencia total instalada:

CS1	10500 W
CS AL Coronación	1926 W
CS Desagüe Fondo	31808 W
CS Control	18870 W
TOTAL....	63104 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 4044

- Potencia Instalada Fuerza (W): 59060

### Cálculo de la ACOMETIDA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 63104 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $11000 \times 1.25 + 33396.8 = 47146.8$  W. (Coef. de Simult.: 0.7)

$$I = 47146.8 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 85.07 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50mm<sup>2</sup>Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-Al(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) = 107 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 90 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 71.6

$$e(\text{parcial}) = 20 \times 47146.8 / 28.55 \times 400 \times 50 = 1.65 \text{ V.} = 0.41 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$$

### Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 22 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 63104 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $11000 \times 1.25 + 33396.8 = 47146.8$  W. (Coef. de Simult.: 0.7)

$$I = 47146.8 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 85.07 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 151 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 125 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.87

$$e(\text{parcial}) = 22 \times 47146.8 / 48.71 \times 400 \times 50 = 1.06 \text{ V.} = 0.27 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 0.27\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

### Cálculo de la Línea: Contactores

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia activa: 46.5 kW.
- Potencia aparente generador: 50 kVA.

$$I = Cg \times Sg \times 1000 / (1.732 \times U) = 1 \times 50 \times 1000 / (1,732 \times 400) = 72.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) = 100 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 88.17

$e(\text{parcial}) = 25 \times 50000 / 43.84 \times 400 \times 25 = 2.85 \text{ V.} = 0.71 \text{ \%}$

$e(\text{total}) = 0.71\% \text{ ADMIS (1.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 91 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor:

Contactor tripolar In: 100 A.

### **Cálculo de la Batería de Condensadores**

En el cálculo de la potencia reactiva a compensar, para que la instalación en estudio presente el factor de potencia deseado, se parte de los siguientes datos:

Suministro: Trifásico.

Tensión Compuesta: 400 V.

Potencia activa: 43632 W.

$\cos\theta$  actual: 0.9.

$\cos\theta$  a conseguir: 1.

Conexión de condensadores: en Triángulo.

Los resultados obtenidos son:

Potencia Reactiva a compensar (kVAr): 27

Capacidad Condensadores ( $\mu\text{F}$ ): 173.92

### **Cálculo de la Línea: Batería Condensadores**

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia reactiva: 27000 VAr.

$$I = CRe \times Qc / (1.732 \times U) = 1 \times 27000 / (1.732 \times 400) = 38.97 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.93

$e(\text{parcial}) = 10 \times 27000 / 48.7 \times 400 \times 16 = 0.87 \text{ V.} = 0.22 \text{ \%}$

$e(\text{total}) = 0.49\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: CS1**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 10500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  

$$1000 \times 1.25 + 9500 = 10750 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 10750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 19.4 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 41 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.19

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 10750 / 49.5 \times 400 \times 6 = 0.9 \text{ V.} = 0.23 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 0.49\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

## SUBCUADRO CS1

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Bases	1500 W
Escala de peces	1000 W
Nivel de agua (esc)	1000 W
Base CETACT	2000 W
Base SCHUKO I	2500 W
Base SCHUKO II	2500 W
TOTAL....	10500 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 10500

### Cálculo de la Línea: Bases

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I=1500/230 \times 1=6.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.08

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 1500 / 51.13 \times 230 \times 2.5 = 1.53 \text{ V.} = 0.67 \text{ %}$$

$$e(\text{total})=1.16\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: Escala de peces

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 45 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  

$$1000 \times 1.25 = 1250 \text{ W.}$$

$$I=1250/230 \times 0.8 \times 1=6.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) = 53 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.82

$e(\text{parcial}) = 2 \times 45 \times 1250 / 51.36 \times 230 \times 6 \times 1 = 1.59 \text{ V.} = 0.69 \text{ \%}$

$e(\text{total}) = 1.18\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: Nivel de agua (esc)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 30 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: 1000 W.

$I = 1000 / 230 \times 1 = 4.35 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) = 53 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.34

$e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 1000 / 51.45 \times 230 \times 6 = 0.84 \text{ V.} = 0.37 \text{ \%}$

$e(\text{total}) = 0.86\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea Base CETACT Y SCHUKO:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 7000 W.

- Potencia de cálculo:

5600 W.(Coef. de Simult.: 0.8 )

$I = 5600 / 1,732 \times 400 \times 1 = 8.08 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.48

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 5600 / 50.69 \times 400 \times 2.5 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \text{ \%}$

$e(\text{total}) = 0.5\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: Base CETACT**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$I = 2000 / 230 \times 1 = 8.7 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.82

$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 2000 / 50.63 \times 230 \times 2.5 = 1.37 \text{ V.} = 0.6 \text{ \%}$

$e(\text{total}) = 1.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

### **Cálculo de la Línea: Base SCHUKO I**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$I = 2500 / 230 \times 1 = 10.87 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.53

$e(\text{parcial}) = 2 \times 8 \times 2500 / 50.14 \times 230 \times 2.5 = 1.39 \text{ V.} = 0.6 \text{ \%}$

$e(\text{total}) = 1.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

### Cálculo de la Línea: Base SCHUKO II

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230 \times 1 = 10.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.53

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 12 \times 2500 / 50.14 \times 230 \times 2.5 = 2.08 \text{ V.} = 0.9 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 1.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

### Cálculo de la Línea: CS AL Coronación

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1926 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1926 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I=1926/230 \times 0.8 = 10.47 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 68 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.18

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 1926 / 51.3 \times 230 \times 10 = 0.33 \text{ V.} = 0.14 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

**SUBCUADRO**  
**CS AL Coronación**

**DEMANDA DE POTENCIAS**

- Potencia total instalada:

Interruptor crepusc	450 W
AL CA1	252 W
AL CA2	240 W
AL CB1	240 W
AL CB2	252 W
AL CC1	240 W
AL CC2	252 W
TOTAL....	1926 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1926

**Cálculo de la Línea: Interruptor crepusc**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 10 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 450 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
450 W.

$$I=450/230 \times 1 = 1.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.43

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 450 / 51.44 \times 230 \times 1.5 = 0.51 \text{ V.} = 0.22 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 0.63\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

**Cálculo de la Línea Alumbrado AL CA1-CA2:**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 492 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
492 W (Coef. de Simult.: 1)

$$I=492/230 \times 1 = 2.14 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) = 72 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:  
 Temperatura cable (°C): 40.04  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 492 / 51.51 \times 230 \times 10 = 0 \text{ V.} = 0 \text{ \%}$   
 $e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:  
 Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.  
 Elemento de Maniobra:  
 Contactor Bipolar In: 20 A.

### Cálculo de la Línea: AL CA1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 440 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 252 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 252 W.

$I = 252 / 230 \times 1 = 1.1 \text{ A.}$   
 Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K  
 I.ad. a 25°C (Fc=1) = 82 A. según ITC-BT-07  
 Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:  
 Temperatura cable (°C): 25.01  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 440 \times 252 / 54.49 \times 230 \times 10 = 1.77 \text{ V.} = 0.77 \text{ \%}$   
 $e(\text{total}) = 1.18\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### Cálculo de la Línea: AL CA2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 640 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 240 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 240 W.

$I = 240 / 230 \times 1 = 1.04 \text{ A.}$   
 Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K  
 I.ad. a 25°C (Fc=1) = 82 A. según ITC-BT-07  
 Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 640 \times 240 / 54.49 \times 230 \times 10 = 2.45 \text{ V.} = 1.07 \text{ %}$   
 $e(\text{total}) = 1.48\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### Cálculo de la Línea Alumbrado CB1-CB2:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 492 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 492 W. (Coef. de Simult.: 1)

$I = 492 / 230 \times 1 = 2.14 \text{ A.}$   
 Se eligen conductores Unipolares 2x10mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) = 72 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:  
 Temperatura cable (°C): 40.04  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 492 / 51.51 \times 230 \times 10 = 0 \text{ V.} = 0 \text{ %}$   
 $e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:  
 Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.  
 Elemento de Maniobra:  
 Contactor Bipolar In: 20 A.

### Cálculo de la Línea: AL CB1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 540 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 240 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 240 W.

$I = 240 / 230 \times 1 = 1.04 \text{ A.}$   
 Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K  
 I.ad. a 25°C (Fc=1) = 82 A. según ITC-BT-07  
 Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:  
 Temperatura cable (°C): 25.01  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 540 \times 240 / 54.49 \times 230 \times 10 = 2.07 \text{ V.} = 0.9 \text{ %}$   
 $e(\text{total}) = 1.31\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### Cálculo de la Línea: AL CB2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 450 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 252 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
252 W.

$$I=252/230 \times 1=1.1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

Lad. a 25°C (Fc=1) = 82 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 450 \times 252 / 54.49 \times 230 \times 10 = 1.81 \text{ V.} = 0.79 \%$$

e(total)=1.2% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### Cálculo de la Línea Alumbrado CC1-CC2:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 492 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
492 W. (Coef. de Simult.: 1 )

$$I=492/230 \times 1=2.14 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 72 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 492 / 51.51 \times 230 \times 10 = 0 \text{ V.} = 0 \%$$

e(total)=0.41% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 20 A.

### Cálculo de la Línea: AL CC1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 650 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 240 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
240 W.

$$I=240/230 \times 1 = 1.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=1) = 82 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 650 \times 240 / 54.49 \times 230 \times 10 = 2.49 \text{ V.} = 1.08 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 1.49\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### Cálculo de la Línea: AL CC2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 560 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 252 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
252 W.

$$I=252/230 \times 1 = 1.1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=1) = 82 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 560 \times 252 / 54.49 \times 230 \times 10 = 2.25 \text{ V.} = 0.98 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 1.39\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### Cálculo de la Línea: CS Desagüe Fondo

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 210 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 31808 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
11000x1.3+5064=19364 W. (Coef. de Simult.: 0.5)

$$I=19364/1,732 \times 400 \times 0.8 = 34.94 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50+TTx25mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 139 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 110 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.16

$e(\text{parcial}) = 210 \times 19364 / 50.93 \times 400 \times 50 = 3.99 \text{ V.} = 1 \%$

$e(\text{total}) = 1.26\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

**SUBCUADRO**  
**CS Desagüe Fondo**

**DEMANDA DE POTENCIAS**

- Potencia total instalada:

Puente Grúa	11000 W
Compuertas VAGON	5000 W
Compuertas TANTOR	5000 W
TC LIMNIGRAFO	1000 W
Base	500 W
AL Exterior	196 W
AL Caseta	952 W
AL Aliviadero I	400 W
AL Aliviadero II	400 W
Previsión Bombeo	7360 W
<b>TOTAL....</b>	<b>31808 W</b>

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1948

- Potencia Instalada Fuerza (W): 29860

**Cálculo de la Línea Puente Grúa y Compuertas:**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 21000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  

$$11000 \times 1.3 + 1600 = 15900 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = 15900 / 1,732 \times 400 \times 1 = 22.95 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.32

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 15900 / 47.97 \times 400 \times 4 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 1.28\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: Puente Grúa

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $11000 \times 1.3 = 14300$  W.

$$I = 14300 / (1,732 \times 400 \times 1 \times 1) = 20.64$$
 A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 30 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 40x30 mm. Sección útil: 670 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.67

$$e(\text{parcial}) = 25 \times 14300 / (47.44 \times 400 \times 4 \times 1) = 4.71$$
 V. = 1.18 %

$$e(\text{total}) = 2.46\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.

Contactor Tetrapolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 20÷25 A.

### Cálculo de la Línea: Compuertas VAGON

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $5000 \times 1 = 5000$  W.

$$I = 5000 / (1,732 \times 400 \times 1 \times 1) = 7.22$$
 A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.38

$$e(\text{parcial}) = 50 \times 5000 / (50.53 \times 400 \times 2.5 \times 1) = 4.95$$
 V. = 1.24 %

$$e(\text{total}) = 2.52\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 16 A.

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Relé térmico, Reg: 10.4÷13 A.

### Cálculo de la Línea: Compuertas TAINTOR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $5000 \times 1 = 5000$  W.

$$I = 5000 / 1,732 \times 400 \times 1 \times 1 = 7.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

Lad. a 40°C (Fc=1) = 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.38

$$e(\text{parcial}) = 50 \times 5000 / 50.53 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 4.95 \text{ V.} = 1.24 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 2.52\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 16 A.

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Relé térmico, Reg: 10.4÷13 A.

### Cálculo de la Línea: TC LIMNIGRAFO

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I = 1000 / 230 \times 1 = 4.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

Lad. a 40°C (Fc=1) = 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.21

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 1000 / 51.29 \times 230 \times 2.5 = 1.02 \text{ V.} = 0.44 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 1.71\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: Base**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.o Mult.Huecos Obra
- Longitud: 0.5 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/230 \times 1 = 2.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 28 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.3

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.5 \times 500 / 51.46 \times 230 \times 2.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 1.27\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: AL Exterior**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 196 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
196 W.

$$I=196/230 \times 1 = 0.85 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.05

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 60 \times 196 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.79 \text{ V.} = 0.35 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 1.61\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: AL Caseta**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 42 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 952 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
952 W.

$$I=952/230 \times 1 = 4.14 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) = 28 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.09

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 42 \times 952 / 51.31 \times 230 \times 2.5 = 2.71 \text{ V.} = 1.18 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 2.44\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea Aliviadero:**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1120 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=1120/230 \times 1 = 4.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) = 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.32

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 1120 / 51.27 \times 230 \times 2.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 1.27\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 40 A.

### Cálculo de la Línea: AL Aliviadero I

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $400 \times 1.8 = 720$  W.

$$I = 720 / 230 \times 1 = 3.13$$
 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.62

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 720 / 51.4 \times 230 \times 2.5 = 0.49$$
 V. = 0.21 %

$$e(\text{total}) = 1.49\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

### Cálculo de la Línea: AL Aliviadero II

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $400$  W.

$$I = 400 / 230 \times 1 = 1.74$$
 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.19

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 400 / 51.48 \times 230 \times 2.5 = 0.27$$
 V. = 0.12 %

$$e(\text{total}) = 1.39\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

### **Cálculo de la Línea: Previsión Bombeo**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 7360 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $7360 \times 1.25 = 9200$  W.

$$I = 9200 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 16.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.92

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 9200 / (47.4 \times 400 \times 2.5 \times 1) = 1.94 \text{ V.} = 0.49 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 1.75\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: CS Control**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 18870 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $9057.6 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.48)}$

$$I = 9057.6 / 230 \times 0.8 = 49.23 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 115 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.16

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 9057.6 / (49.86 \times 230 \times 25) = 0.63 \text{ V.} = 0.27 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 0.54\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 50 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Bipolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

## SUBCUADRO

### CS Control

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

T.C. I	2500 W
Armario de control	2300 W
T.C. II	2300 W
Reserva	1000 W
Rectificador SAIH	5000 W
CS Auscultación	5770 W
TOTAL....	18870 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 170

- Potencia Instalada Fuerza (W): 18700

#### Cálculo de la Línea: T.C. I

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230 \times 1=10.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 32 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.77

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 2500 / 50.46 \times 230 \times 2.5 = 2.58 \text{ V.} = 1.12 \text{ %}$$

$$e(\text{total})=1.67\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea Armario de Control, T.C. II y Reserva:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 5600 W.
- Potencia de cálculo:

4760 W. (Coef. de Simult.: 0.85)

$$I=4760/230 \times 0.8 = 25.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.91

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 4760 / 47.88 \times 230 \times 4 = 0.06 \text{ V.} = 0.03 \text{ %}$$

e(total)=0.57% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: Armario de control**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2300 W.
- Potencia de cálculo: 2300 W.

$$I=2300/230 \times 0.8 = 12.5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 32 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.63

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 2300 / 50.13 \times 230 \times 2.5 = 2.39 \text{ V.} = 1.04 \text{ %}$$

e(total)=1.61% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### Cálculo de la Línea: T.C. II

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2300 W.
- Potencia de cálculo: 2300 W.

$$I=2300/230 \times 0.8 = 12.5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

Lad. a 40°C (Fc=1) = 32 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.63

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 2300 / 50.13 \times 230 \times 2.5 = 2.39 \text{ V.} = 1.04 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 1.61\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### Cálculo de la Línea: Reserva

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 0.8 = 5.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

Lad. a 40°C (Fc=1) = 32 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.44

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 1000 / 51.25 \times 230 \times 2.5 = 1.02 \text{ V.} = 0.44 \text{ %}$$

$$e(\text{total}) = 1.01\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### Cálculo de la Línea Rectificador SAIH (a)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo:

5000 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I=5000/230 \times 1 = 21.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.77

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 5000 / 48.89 \times 230 \times 4 = 0.07 \text{ V.} = 0.03 \text{ %}$$

e(total)=0.57% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: Rectificador SAIH (b)**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 15 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 5000 W.

- Potencia de cálculo: 5000 W.

$$I=5000/230 \times 0.85 = 25.58 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 32 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 71.94

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 5000 / 46.16 \times 230 \times 2.5 = 5.65 \text{ V.} = 2.46 \text{ %}$$

e(total)=3.03% ADMIS (6.5% MAX.)

### **Cálculo de la Línea: CS Auscultación**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 30 m; Cos j: 0.75; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 5770 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

5596.9 W. (Coef. de Simult.: 0.97)

$$I=5596.9/230 \times 0.75 = 32.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) = 70 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 110 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.74

$e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 5596.9 / 49.58 \times 230 \times 10 = 2.94 \text{ V.} = 1.28 \%$

$e(\text{total}) = 1.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Bipolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

## SUBCUADRO

### CS Auscultación

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Alumbrado	100 W
AL Emergencia	70 W
Reserva (CS Auscul)	1000 W
Fibra óptica	2300 W
T.C. 1	2300 W
TOTAL....	5770 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 170

- Potencia Instalada Fuerza (W): 5600

#### Cálculo de la Línea Alumbrado y Emergencia:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 170 W.
- Potencia de cálculo: = (Según ITC-BT-44):  
170 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I=170/230 \times 1=0.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 170/51.51 \times 230 \times 2.5=0 \text{ V.}=0 \text{ %}$$

e(total)=1.82% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: Alumbrado

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
100 W.

$$I=100/230 \times 1=0.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 100 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.1 \text{ V.} = 0.04 \text{ \%}$

$e(\text{total}) = 1.87\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

### **Cálculo de la Línea: AL Emergencia**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 15 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 70 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

70 W.

$I = 70 / 230 \times 1 = 0.3 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 70 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.07 \text{ V.} = 0.03 \text{ \%}$

$e(\text{total}) = 1.85\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **Cálculo de la Línea Reserva y Fibra óptica:**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 3300 W.

- Potencia de cálculo:

3300 W. (Coef. de Simult.: 1)

$I = 3300 / 230 \times 0.8 = 17.93 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 72 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.1

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 3300 / 50.94 \times 230 \times 10 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$   
 $e(\text{total})=1.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:  
 Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### **Cálculo de la Línea: Reserva (CS Auscul)**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 1=4.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 32 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.92

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 1000 / 51.34 \times 230 \times 2.5 = 1.02 \text{ V.} = 0.44 \%$$

$e(\text{total})=2.27\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **Cálculo de la Línea: Fibra óptica**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2300 W.
- Potencia de cálculo: 2300 W.

$$I=2300/230 \times 1=10 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) = 78 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.82

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 2300 / 51.36 \times 230 \times 10 = 0.58 \text{ V.} = 0.25 \%$$

$e(\text{total})=2.08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

### Cálculo de la Línea: T.C. 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2300 W.
- Potencia de cálculo: 2300 W.

$$I=2300/230 \times 0.8=12.5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

Lad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.63

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 2300 / 50.13 \times 2300 \times 2.5 = 2.39 \text{ V.} = 1.04 \text{ %}$$

$$e(\text{total})=2.86\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### Cálculo de la puesta de tierra

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm <sup>2</sup>	30 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm <sup>2</sup>	

Picas verticales de Cobre	14 mm
de Acero recubierto Cu	14 mm 1 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17.65 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la Línea principal de tierra no será inferior a 16 mm<sup>2</sup> en Cu, y la Línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm<sup>2</sup> en Cu.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

#### Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.C álc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Ad m. (A)	C.T.P arc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo,Canal,Band.
ACOMETIDA	47146.8	20	4x50Al	85.07	107	0.41	0.41	90
LINEA GENERAL ALIMENT.	47146.8	22	4x50+TTx25Cu	85.07	151	0.27	0.27	125
Contactores	46500	25	4x25+TTx16Cu	72.17	100	0.71	0.71	50
Bateria Condensadores	43632	10	3x16+TTx16Cu	43.46	77	0.24	0.49	32
CS1	10750	10	4x6+TTx6Cu	19.4	41	0.23	0.49	25
CS AL Coronación	1926	10	2x10+TTx10Cu	10.47	68	0.14	0.41	25
CS Desagüe Fondo	19364	210	4x50+TTx25Cu	34.94	139	1	1.26	110
CS Control	9057.6	10	2x25+TTx16Cu	49.23	115	0.27	0.54	40

#### Subcuadro CS1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.C álc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Ad m. (A)	C.T.P arc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo,Canal,Band.
Bases	1500	15	2x2.5+TTx2.5Cu	6.52	32	0.67	1.16	75x60
Escala de peces	1250	45	2x6+TTx6Cu	6.79	53	0.69	1.18	63
Nivel de agua (esc)	1000	30	2x6+TTx6Cu	4.35	53	0.37	0.86	50
	5600	0.3	4x2.5Cu	8.08	27	0.01	0.5	
Base CETACT	2000	10	2x2.5+TTx2.5Cu	8.7	28	0.6	1.1	20
Base SCHUKO I	2500	8	2x2.5+TTx2.5Cu	10.87	28	0.6	1.1	20
Base SCHUKO II	2500	12	2x2.5+TTx2.5Cu	10.87	28	0.9	1.41	20

#### Subcuadro CS AL Coronación

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.C álc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Ad m. (A)	C.T.P arc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo,Canal,Band.
Interruptor crepusc	450	10	2x1.5+TTx1.5Cu	1.96	21	0.22	0.63	
	492	0.3	2x10Cu	2.14	72	0	0.41	
AL CA1	252	440	2x10+TTx10C	1.1	82	0.77	1.18	63

			u					
AL CA2	240	640	2x10+TTx10Cu	1.04	82	1.07	1.48	63
	492	0.3	2x10Cu	2.14	72	0	0.41	
AL CB1	240	540	2x10+TTx10Cu	1.04	82	0.9	1.31	63
AL CB2	252	450	2x10+TTx10Cu	1.1	82	0.79	1.2	63
	492	0.3	2x10Cu	2.14	72	0	0.41	
AL CC1	240	650	2x10+TTx10Cu	1.04	82	1.08	1.49	63
AL CC2	252	560	2x10+TTx10Cu	1.1	82	0.98	1.39	63

### Subcuadro CS Desagüe Fondo

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo,Canal,Band.
	15900	0.3	4x4Cu	22.95	36	0.02	1.28	
Puente Grúa	14300	25	4x4+TTx4Cu	20.64	30	1.18	2.46	40x30
Compuertas VAGON	5000	50	4x2.5+TTx2.5Cu	7.22	22	1.24	2.52	20
Compuertas TAINTOR	5000	50	4x2.5+TTx2.5Cu	7.22	22	1.24	2.52	20
TC LIMNIGRAFO	1000	15	2x2.5+TTx2.5Cu	4.35	28	0.44	1.71	20
Base	500	0.5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	28	0.01	1.27	
AL Exterior	196	60	2x2.5+TTx2.5Cu	0.85	28	0.35	1.61	20
AL Caseta	952	42	2x2.5+TTx2.5Cu	4.14	28	1.18	2.44	20
	1120	0.3	2x2.5Cu	4.87	30	0.01	1.27	
AL Aliviadero I	720	10	2x2.5+TTx2.5Cu	3.13	28	0.21	1.49	20
AL Aliviadero II	400	10	2x2.5+TTx2.5Cu	1.74	28	0.12	1.39	20
Previsión Bombeo	9200	10	4x2.5+TTx2.5Cu	16.6	24	0.49	1.75	20

### Subcuadro CS Control

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.C álc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Ad m. (A)	C.T.P arc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo,Canal,Ba nd.
	2500	0.3	2x2.5Cu	10.87	30	0.02	0.56	
T.C. I	2500	15	2x2.5+TTx2.5 Cu	10.87	32	1.12	1.67	75x60
	4760	0.3	2x4Cu	25.87	40	0.03	0.57	
Armario de control	2300	15	2x2.5+TTx2.5 Cu	12.5	32	1.04	1.61	75x60
T.C. II	2300	15	2x2.5+TTx2.5 Cu	12.5	32	1.04	1.61	75x60
Reserva	1000	15	2x2.5+TTx2.5 Cu	5.43	32	0.44	1.01	75x60
	5000	0.3	2x4Cu	21.74	40	0.03	0.57	
Rectificador SAIH	5000	15	2x2.5+TTx2.5 Cu	25.58	32	2.46	3.03	75x60
CS Auscultación	5596.9	30	2x10+TTx10Cu	32.45	70	1.28	1.82	110

### Subcuadro CS Auscultación

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.C álc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Ad m. (A)	C.T.P arc. (%)	C.T.T otal (%)	Dimensiones (mm) Tubo,Canal,Ba nd.
	170	0.3	2x2.5Cu	0.74	30	0	1.82	
Alumbrado	100	15	2x2.5+TTx2.5 Cu	0.43	28	0.04	1.87	20
AL Emergencia	70	15	2x2.5+TTx2.5 Cu	0.3	28	0.03	1.85	20
	3300	0.3	2x10Cu	17.93	72	0.01	1.83	
Reserva (CS Auscul)	1000	15	2x2.5+TTx2.5 Cu	4.35	32	0.44	2.27	75x60
Fibra óptica	2300	15	2x10+TTx10Cu	10	78	0.25	2.08	75x60
	2300	0.3	2x2.5Cu	10	30	0.02	1.84	
T.C. 1	2300	15	2x2.5+TTx2.5 Cu	12.5	32	1.04	2.86	75x60

## CONCLUSIÓN

Con lo hasta aquí expuesto quedan descritas las características de las instalaciones, con lo que el firmante espera que el presente proyecto sirva para los fines propuestos. No obstante quedamos a disposición para cualquier aclaración que fuera necesaria.

Zaragoza, Junio de 2018,  
Ingeniero Técnico Industrial



Adrián Pina Yeregui

# PARTE B – ANEXO

## ESTUDIO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO

Instalación Eléctrica en Media y Baja Tensión de la  
Presa de Nagore (Navarra)

Medium and Low Voltage Electrical Installation of  
Nagore's Dam (Navarra)

Autor

Adrián Pina Yeregui

Director

Antonio Joaquín Montañés Espinosa

**1. PREVENCION DE RIESGOS LABORALES.**

1.1. INTRODUCCION.

1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

1.3. SERVICIOS DE PREVENCION.

1.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES.

**2. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.**

2.1. INTRODUCCION.

2.2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.

**3. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

3.1. INTRODUCCION.

3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

**4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

4.1. INTRODUCCION.

4.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

**5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.**

5.1. INTRODUCCION.

5.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

**5.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.**

**6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL**

6.1. INTRODUCCION.

6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

## **1. PREVENCION DE RIESGOS LABORALES.**

### **1.1. INTRODUCCION.**

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de **Prevención de Riesgos Laborales** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las **normas reglamentarias** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### **1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.**

#### **1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.**

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

### 1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

### 1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
  - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
  - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### **1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.**

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### **1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.**

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### **1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.**

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### 1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

#### 1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

#### 1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

#### 1.2.10. DOCUMENTACIÓN.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

#### 1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades, trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

#### 1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

### 1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

### 1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

### 1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

### 1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

## 1.3. SERVICIOS DE PREVENCION.

### 1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

### 1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

## 1.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES.

### 1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

### 1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

### 1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.

- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## **2. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.**

### **2.1. INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las ***normas reglamentarias*** las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo*, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **486/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las ***disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo***, entendiendo como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

### **2.2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.**

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

#### **2.2.1. CONDICIONES CONSTRUCTIVAS.**

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbaciones o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarneidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m<sup>2</sup> por trabajador, un volumen mayor a 10 m<sup>3</sup> por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones deertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionadas para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparamenta eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcasa de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra

y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

## 2.2.2. ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN.

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

## 2.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
  - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
  - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
  - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m<sup>3</sup> de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m<sup>3</sup> en los casos restantes.
- Se evitarán los olores desagradables.

## 2.2.4. ILUMINACIÓN.

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

#### **2.2.5. SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO.**

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

#### **2.2.6. MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS.**

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurocromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósticos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

### **3. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

#### **3.1. INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las *normas reglamentarias* las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo**, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

### **3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.**

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

## **4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

### **4.1. INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

#### **4.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.**

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

##### **4.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropa de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

#### 4.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

#### 4.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

#### 4.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos

de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

#### 4.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasa antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como norma general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar

ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

## **5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.**

### **5.1. INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las ***normas reglamentarias*** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las ***disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción***, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial* se encuentra incluida en el ***Anexo I*** de dicha legislación, con la clasificación ***a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, f) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento***.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrato incluido en el proyecto es inferior a 450759,08 euros.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un ***estudio básico de seguridad y salud***. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

### **5.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

#### **5.2.1. RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.**

Los *Oficios* más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### 5.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan aislarla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de ropa adecuada (sombbrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

### 5.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

#### Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m. en zonas accesibles durante la construcción.

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

#### Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

#### Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablones, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

#### Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

#### Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

#### Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

#### Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

#### Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

#### Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

#### Alicatados.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas, se ejecutará en vía húmeda, para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos o a la intemperie, para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

#### Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tablones, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

#### Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.

El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

#### Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

#### Montaje de vidrio.

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Los tajos se mantendrán libres de fragmentos de vidrio, para evitar el riesgo de cortes.

La manipulación de las planchas de vidrio, se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

#### Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

#### Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

### Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados o iluminados a contra luz.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe soldar con plomo, en lugares cerrados, para evitar trabajos en atmósferas tóxicas.

### Instalación de antenas y pararrayos.

Bajo condiciones meteorológicas extremas, lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, se suspenderán los trabajos.

Se prohíbe expresamente instalar pararrayos y antenas a la vista de nubes de tormenta próximas.

Las antenas y pararrayos se instalarán con ayuda de la plataforma horizontal, apoyada sobre las cuñas en pendiente de encaje en la cubierta, rodeada de barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié, dispuesta según detalle de planos.

Las escaleras de mano, pese a que se utilicen de forma "momentánea", se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotados de zapatas antideslizantes, y sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

Las líneas eléctricas próximas al tajo, se dejarán sin servicio durante la duración de los trabajos.

### **5.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.**

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

### **6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.**

#### **6.1. INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las **normas de desarrollo reglamentario** las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

## **6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.**

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

### **6.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.**

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

### **6.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.**

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

### **6.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.**

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

### **6.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.**

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

## **7. CONCLUSIÓN.**

Con lo hasta aquí expuesto quedan descritas las características de las instalaciones, con lo que el firmante espera que el presente proyecto sirva para los fines propuestos. No obstante quedamos a disposición para cualquier aclaración que fuera necesaria.

Zaragoza, Junio de 2018,  
Ingeniero Técnico Industrial



Adrián Pina Yeregui

## PARTE B – PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Instalación Eléctrica en Media y Baja Tensión de la  
Presa de Nagore (Navarra)

Medium and Low Voltage Electrical Installation of  
Nagore's Dam (Navarra)

Autor

Adrián Pina Yeregui

Director

Antonio Joaquín Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura / Universidad de Zaragoza  
2018

## Condiciones Facultativas

1. TECNICO DIRECTOR DE OBRA.
2. CONSTRUCTOR O INSTALADOR.
3. VERIFICACION DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.
4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.
6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.
7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.
8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCION FACULTATIVA.
9. FALTAS DE PERSONAL.
10. CAMINOS Y ACCESOS.
11. REPLANTEO.
12. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS.
13. ORDEN DE LOS TRABAJOS.
14. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.
15. AMPLIACION DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.
16. PRORROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.
17. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCION FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.
18. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS.
19. OBRAS OCULTAS.
20. TRABAJOS DEFECTUOSOS.
21. VICIOS OCULTOS.
22. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.
23. MATERIALES NO UTILIZABLES.
24. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.
25. LIMPIEZA DE OBRAS.
26. DOCUMENTACION FINAL DE OBRA.
27. PLAZO DE GARANTIA.
28. CONSERVACION DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.
29. DE LA RECEPCION DEFINITIVA.

30. PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTIA.

31. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.

### **Condiciones Económicas**

1. COMPOSICION DE LOS PRECIOS UNITARIOS.

2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA.

3. PRECIOS CONTRADICTORIOS.

4. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.

5. DE LA REVISION DE LOS PRECIOS CONTRATADOS.

6. ACOPIO DE MATERIALES.

7. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES.

8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.

9. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.

10. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.

11. PAGOS.

12. IMPORTE DE LA INDEMNAZION CON RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACION DE LAS OBRAS.

13. DEMORA DE LOS PAGOS.

14. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.

15. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.

16. SEGURO DE LAS OBRAS.

17. CONSERVACION DE LA OBRA.

18. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO.

## Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión

### 1. CONDICIONES GENERALES.

### 2. CANALIZACIONES ELECTRICAS.

2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.

2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.

2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.

2.4. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.

2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION.

2.6. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.

2.7. CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS.

2.8. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.

2.9. NORMAS DE INSTALACION EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELECTRICAS.

2.10. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.

### 3. CONDUCTORES.

3.1. MATERIALES.

3.2. DIMENSIONADO.

3.3. IDENTIFICACION DE LAS INSTALACIONES.

3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

### 4. CAJAS DE EMPALME.

### 5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.

### 6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.

6.1. CUADROS ELECTRICOS.

6.2. INTERRUPTORES AUTOMATICOS.

6.3. GUARDAMOTORES.

6.4. FUSIBLES.

6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

6.6. SECCIONADORES.

6.7. EMBARRADOS.

6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.

7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.
8. RECEPTORES A MOTOR.
9. PUESTAS A TIERRA.
10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FABRICA.
11. CONTROL.
12. SEGURIDAD.
13. LIMPIEZA.
14. MANTENIMIENTO.
15. CRITERIOS DE MEDICION.

## Condiciones Facultativas.

### 1. TECNICO DIRECTOR DE OBRA.

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impariéndole, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

### 2. CONSTRUCTOR O INSTALADOR.

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.

- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

### **3. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.**

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

### **4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

### **5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.**

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

## **6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

## **7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.**

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

## **8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

## **9. FALTAS DE PERSONAL.**

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

## **10. CAMINOS Y ACCESOS.**

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

## **11. REPLANTEO.**

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

## **12. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.**

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

## **13. ORDEN DE LOS TRABAJOS.**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

## **14. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

## **15. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

## **16. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

## **17. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

## **18. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

## **19. OBRAS OCULTAS.**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

## 20. TRABAJOS DEFECTUOSOS.

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica "del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificar la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

## 21. VICIOS OCULTOS.

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

## 22. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

## 23. MATERIALES NO UTILIZABLES.

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

## **24. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

## **25. LIMPIEZA DE LAS OBRAS.**

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

## **26. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.**

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

## **27. PLAZO DE GARANTÍA.**

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeren, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

## **28. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

## **29. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.**

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquéllos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

### **30. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.**

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

### **31. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.**

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

## Condiciones Económicas

### 1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

## **2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA.**

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

## **3. PRECIOS CONTRADICTORIOS.**

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

## **4. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.**

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

## **5. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS.**

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

## **6. ACOPIO DE MATERIALES.**

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

## **7. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES.**

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

## **8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.**

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se

deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

## **9. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.**

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

## **10. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.**

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

## **11. PAGOS.**

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

## **12. IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS.**

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (0/00) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

### **13. DEMORA DE LOS PAGOS.**

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

### **14. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

### **15. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.**

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

### **16. SEGURO DE LAS OBRAS.**

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrato los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menestres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

## **17. CONSERVACIÓN DE LA OBRA.**

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

## **18. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO.**

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

## Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión

### 1. CONDICIONES GENERALES.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

### 2. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

#### 2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

#### Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
- Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <sup>3</sup> 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua verticalmente	2	Contra gotas de agua cayendo cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

#### Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º/ Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	2	Ligera
- Resistencia al impacto	2	Ligera
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C

- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C		
- Resistencia al curvado	1-2-3-4		Cualquiera	de las
especificadas				
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas		
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <sup>3</sup> 1 mm		
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo		
verticalmente		cuando el sistema de tubos está		
inclinado 15 °				
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media		
y compuestos				
- Resistencia a la tracción	0	No declarada		
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador		
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada		

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>		
- Resistencia a la compresión	3	Media		
- Resistencia al impacto	3	Media		
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C		
- Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+ 90°C (+60 °C canal. precabl.)		
ordinarias)				
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera	de	las
especificadas				
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas		
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo		
- Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de		
lluvia				
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media		
y compuestos				
- Resistencia a la tracción	0	No declarada		
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador		
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada		

#### Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	4	Flexible
- Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <sup>3</sup> 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua verticalmente inclinado 15°	2	Contra gotas de agua cayendo cuando el sistema de tubos está
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos exterior elevada y compuestos	2	Protección interior mediana y
- Resistencia a la tracción	2	Ligera
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm<sup>2</sup>.

#### Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
- Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
- Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
- Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
- Resistencia al curvado especificadas	1-2-3-4	Cualquiera de las
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <sup>3</sup> 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua en forma de lluvia
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

## Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

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

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridales o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

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

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

## 2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

### 2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

### 2.4. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

### 2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separan un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

### 2.6. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo

con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Grado</u>	
<u>Dimensión del lado mayor de la sección transversal</u>	<u>£ 16 mm</u>	<u>&gt; 16 mm</u>
- Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
- Propiedades eléctricas eléctrica/aislante	Aislante	Continuidad
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2
- Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
- Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

## 2.7. CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS.

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorrientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar

varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.

- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm<sup>2</sup> serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.

- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.

- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.

- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.

- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.

- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.

- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

## 2.8. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

## 2.9. NORMAS DE INSTALACION EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELECTRICAS.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

## 2.10. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

### 3. CONDUCTORES.

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

#### 3.1. MATERIALES.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.

- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.

- De 0,6/1 kV de tensión nominal.

- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidroclorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

#### 3.2. DIMENSIONADO.

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la

de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

### 3.3. IDENTIFICACION DE LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

### 3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación (MW)	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento
MBTS o MBTP	250	<sup>3</sup> 0,25
£ 500 V	500	<sup>3</sup> 0,50
> 500 V	1000	<sup>3</sup> 1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### **4. CAJAS DE EMPALME.**

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuerca y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

#### **5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.**

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de torma una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

## **6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.**

### **6.1. CUADROS ELECTRICOS.**

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

## 6.2. INTERRUPTORES AUTOMATICOS.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

## 6.3. GUARDAMOTORES.

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearne manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

#### 6.4. FUSIBLES.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad de ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán construidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

#### 6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

1º La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

##### Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

##### Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

### Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$Ra \times Ia \leq U$$

donde:

- Ra es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- Ia es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

### 6.6. SECCIONADORES.

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

### 6.7. EMBARRADOS.

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionalable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

## 6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

## 7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

## 8. RECEPTORES A MOTOR.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

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

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionesen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las solicitudes térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará para servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).

- clase de protección (IP 44 o IP 54).
- clase de aislamiento (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatórico sea superiores a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia del motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

## **9. PUESTAS A TIERRA.**

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

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitudes térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

### 9.1. UNIONES A TIERRA.

#### Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

#### Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido mecánicamente</u>
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm <sup>2</sup> Cu 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

#### Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

#### Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Sección conductores protección (mm<sup>2</sup>)</u>
Sf £ 16	Sf
16 < S f £ 35	16
Sf > 35	Sf/2

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

#### **10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FABRICA.**

La aparmanta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.

- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

## **11. CONTROL.**

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

## **12. SEGURIDAD.**

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, secciónamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.

- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.

- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

### **13. LIMPIEZA.**

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

### **14. MANTENIMIENTO.**

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

### **15. CRITERIOS DE MEDICIÓN.**

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a los especificados en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

## CONCLUSIÓN

Con lo hasta aquí expuesto quedan descritas las características de las instalaciones, con lo que el firmante espera que el presente proyecto sirva para los fines propuestos. No obstante quedamos a disposición para cualquier aclaración que fuera necesaria.

Zaragoza, Junio de 2018,  
Ingeniero Técnico Industrial



Adrián Pina Yeregui

## PARTE B – PLANOS

Instalación Eléctrica en Media y Baja Tensión de la  
Presa de Nagore (Navarra)

Medium and Low Voltage Electrical Installation of  
Nagore's Dam (Navarra)

Autor

Adrián Pina Yeregui

Director

Antonio Joaquín Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura / Universidad de Zaragoza  
2018

# LISTADO DE PLANOS

**1. SITUACIÓN**

**2. EMPLAZAMIENTO**

**3. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**

**4. CANALIZACIONES - DETALLES**

**5. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA – ALUMBRADO DE CORONACIÓN**

**6. DISTRIBUCIÓN EN DESAGÜE DE FONDO**

**7. DISTRIBUCIÓN EN PASO DE PECES**

**8. EDIFICIO DE CONTROL, CUADRO GENERAL Y GRUPO**

**9. ESQUEMA GENERAL**

**10. CUADRO GENERAL**

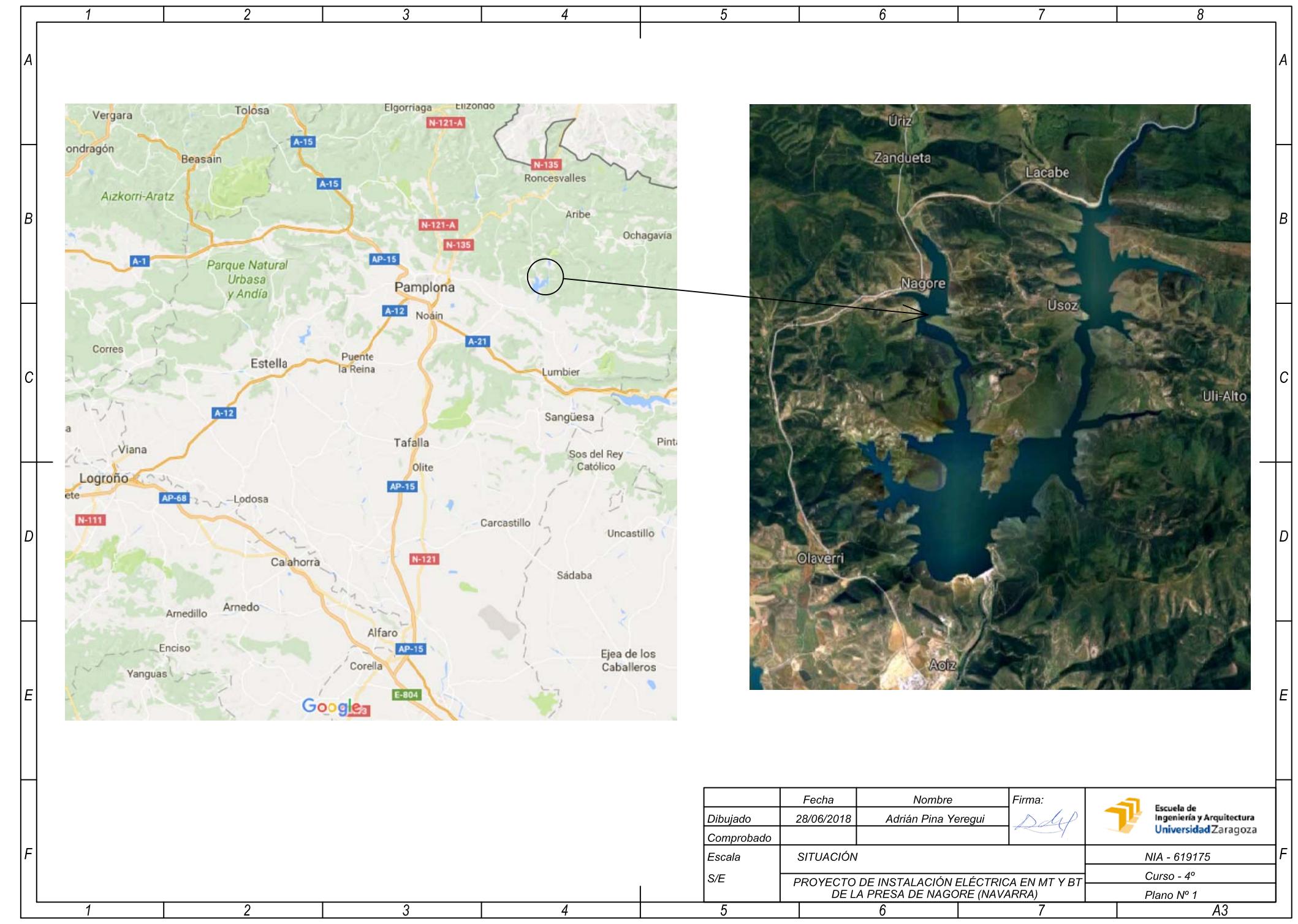
**11. CUADRO SECUNDARIO 1**

**12. CUADRO SECUNDARIO ALUMBRADO DE CORONACIÓN**

**13. CUADRO SECUNDARIO DESAGÜE DE FONDO**

**14. CUADRO SECUNDARIO CONTROL**

**15. CUADRO SECUNDARIO AUSCULTACIÓN**



1 2 3 4 5 6 7 8

A



A

B

B

C

C

D

D

E

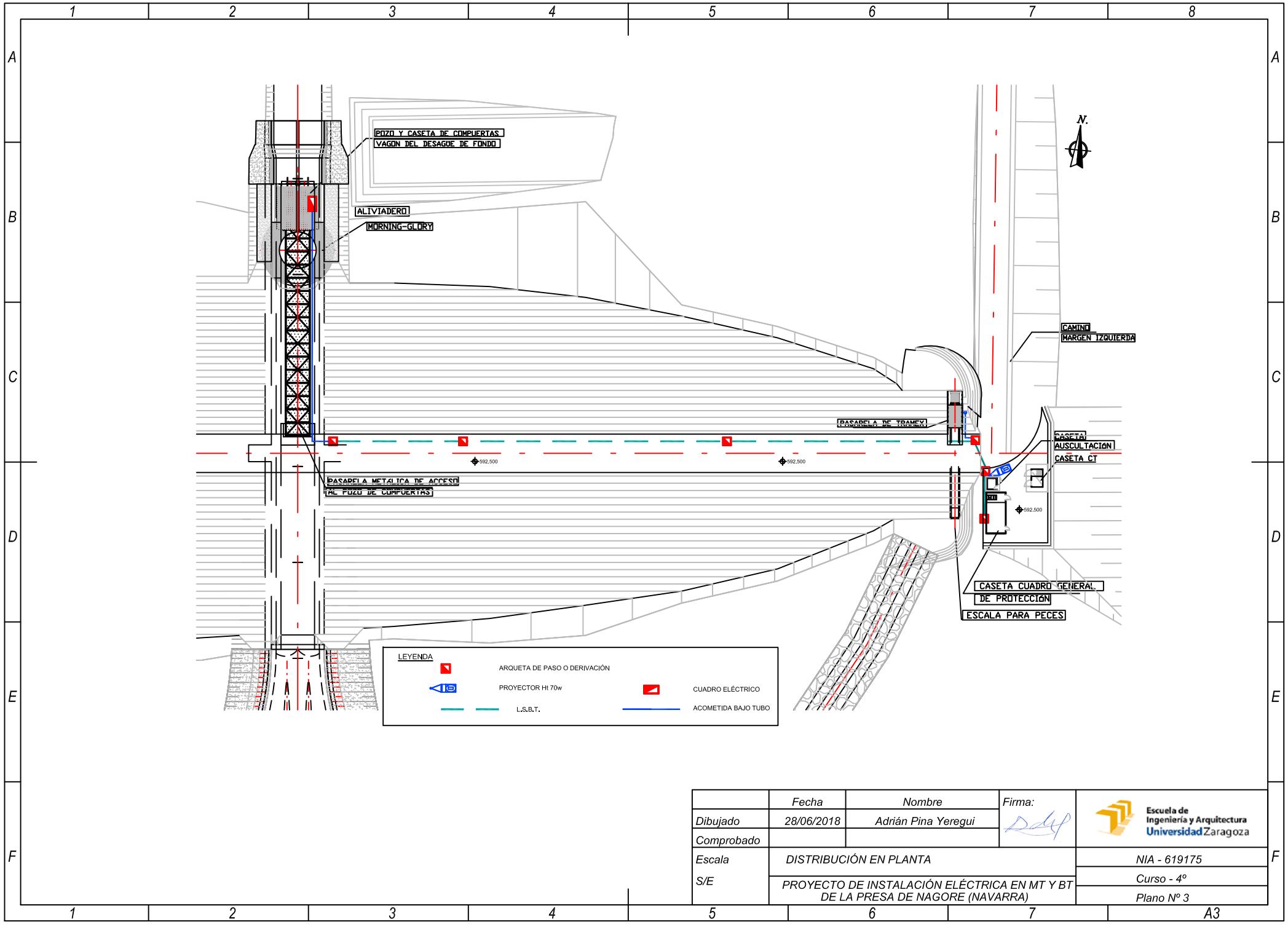
E

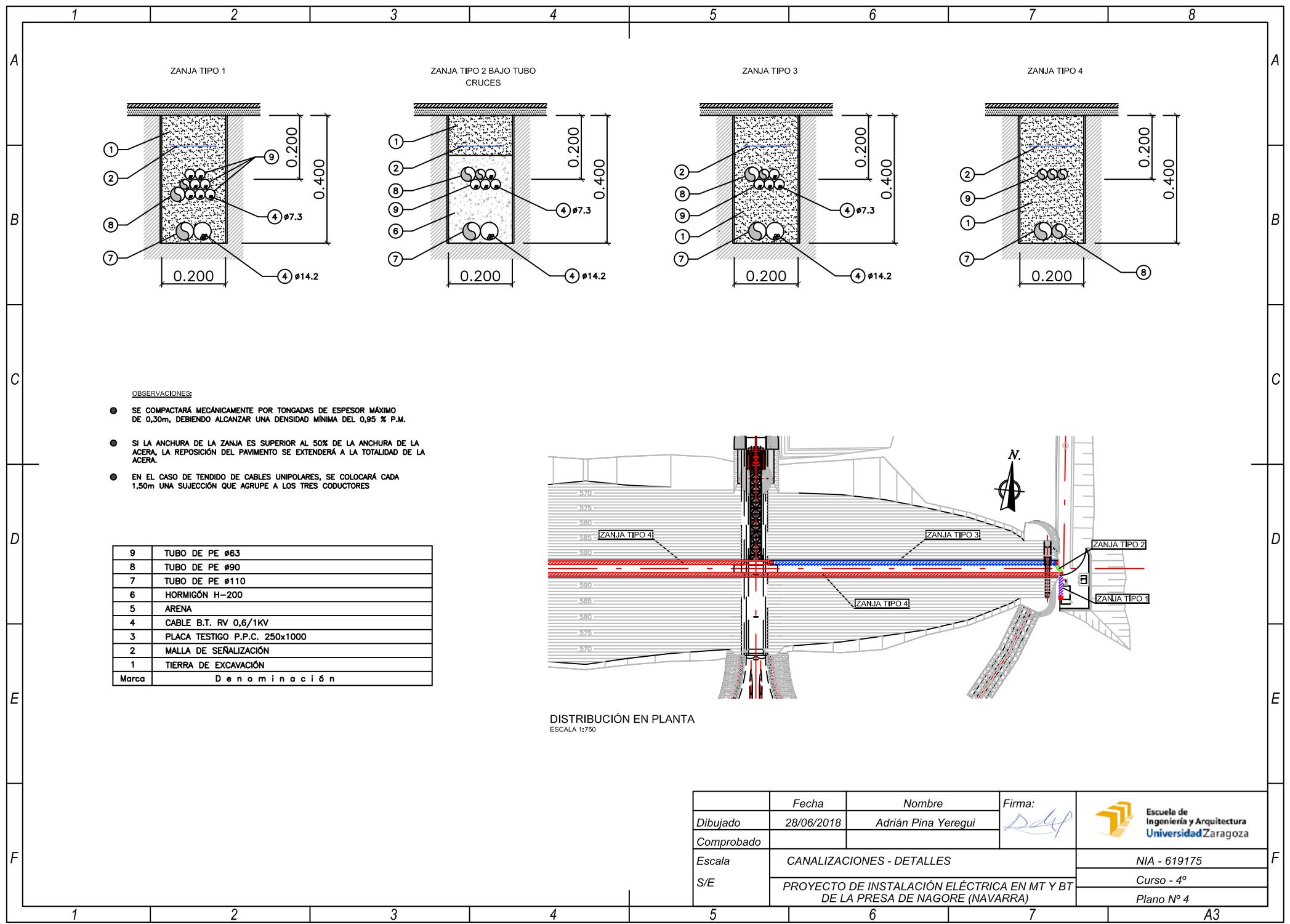
F

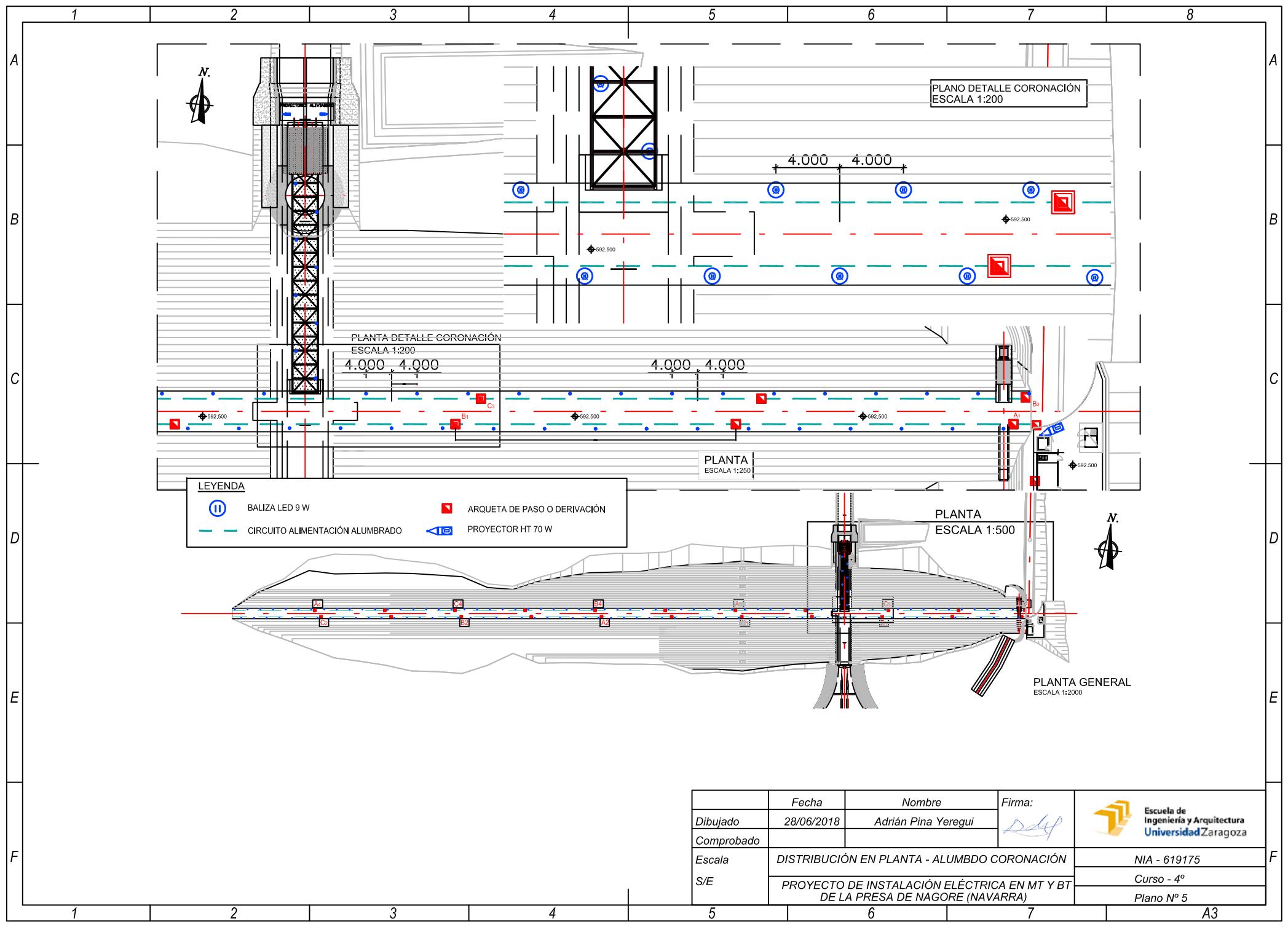
F

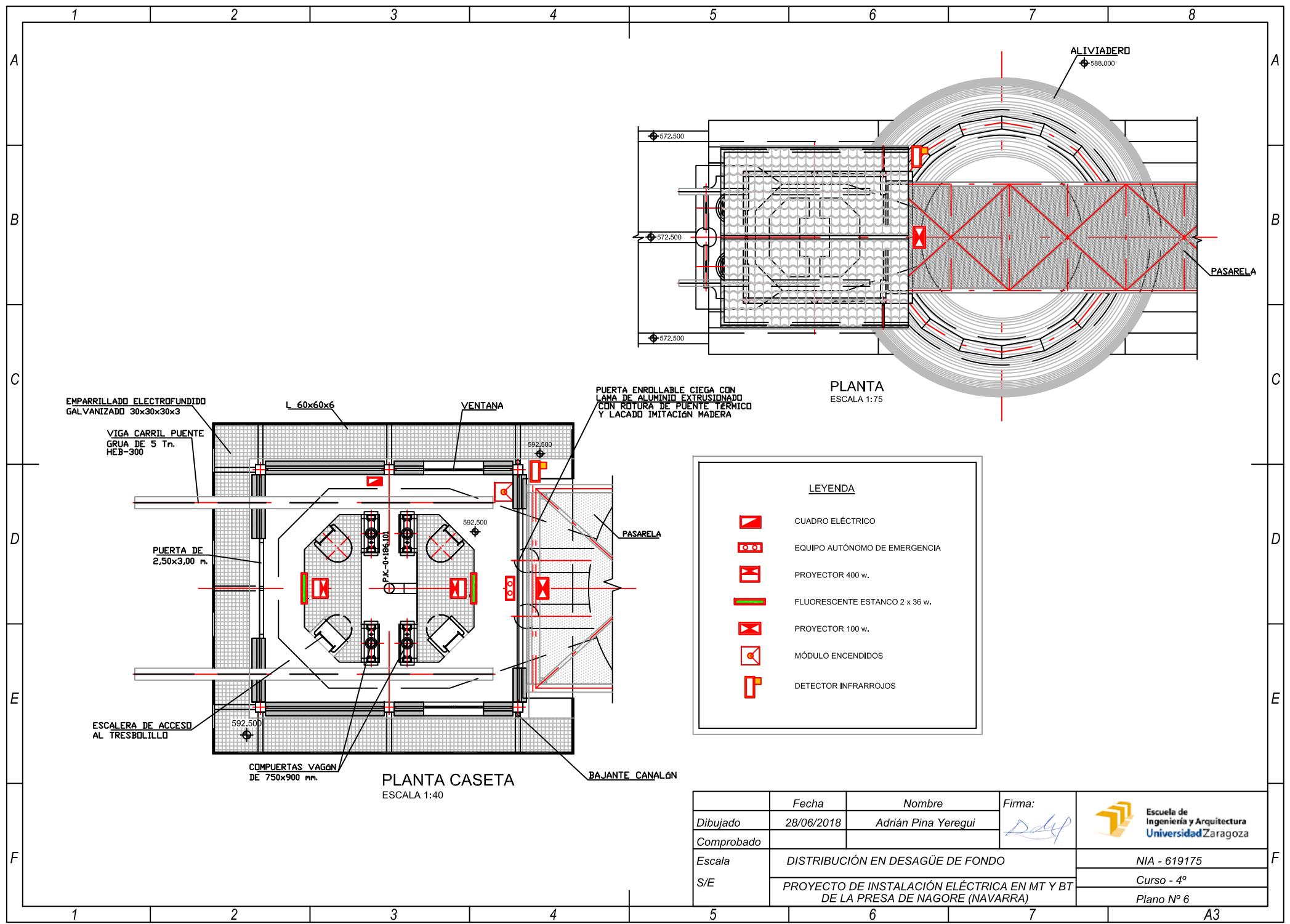
	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	28/06/2018	Adrián Pina Yeregui		
Comprobado				
Escala	EMPLAZAMIENTO			
S/E	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MT Y BT DE LA PRESA DE NAGORE (NAVARRA)			
				NIA - 619175
				Curso - 4º
				Plano N° 2

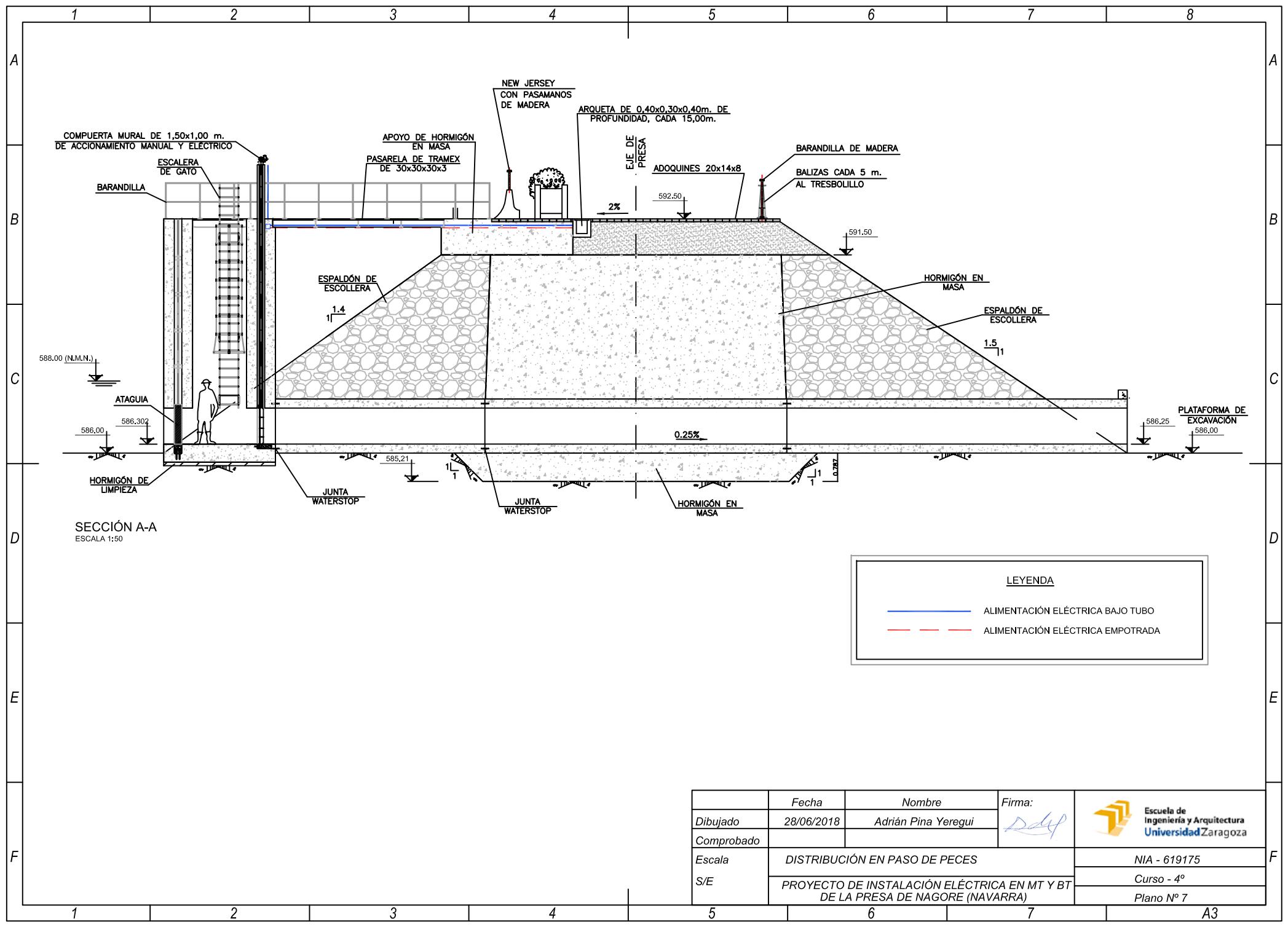
1 2 3 4 5 6 7 A3

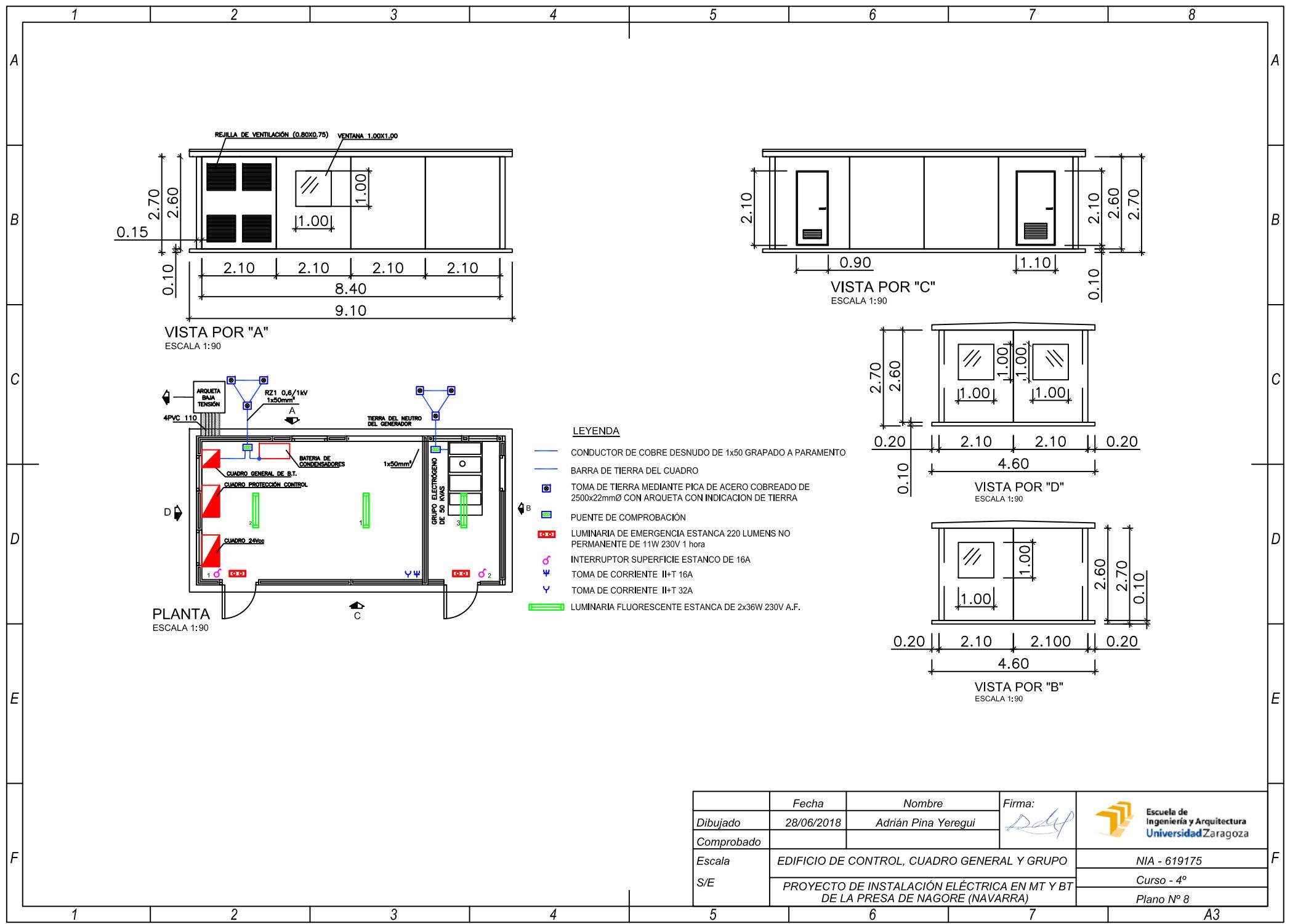


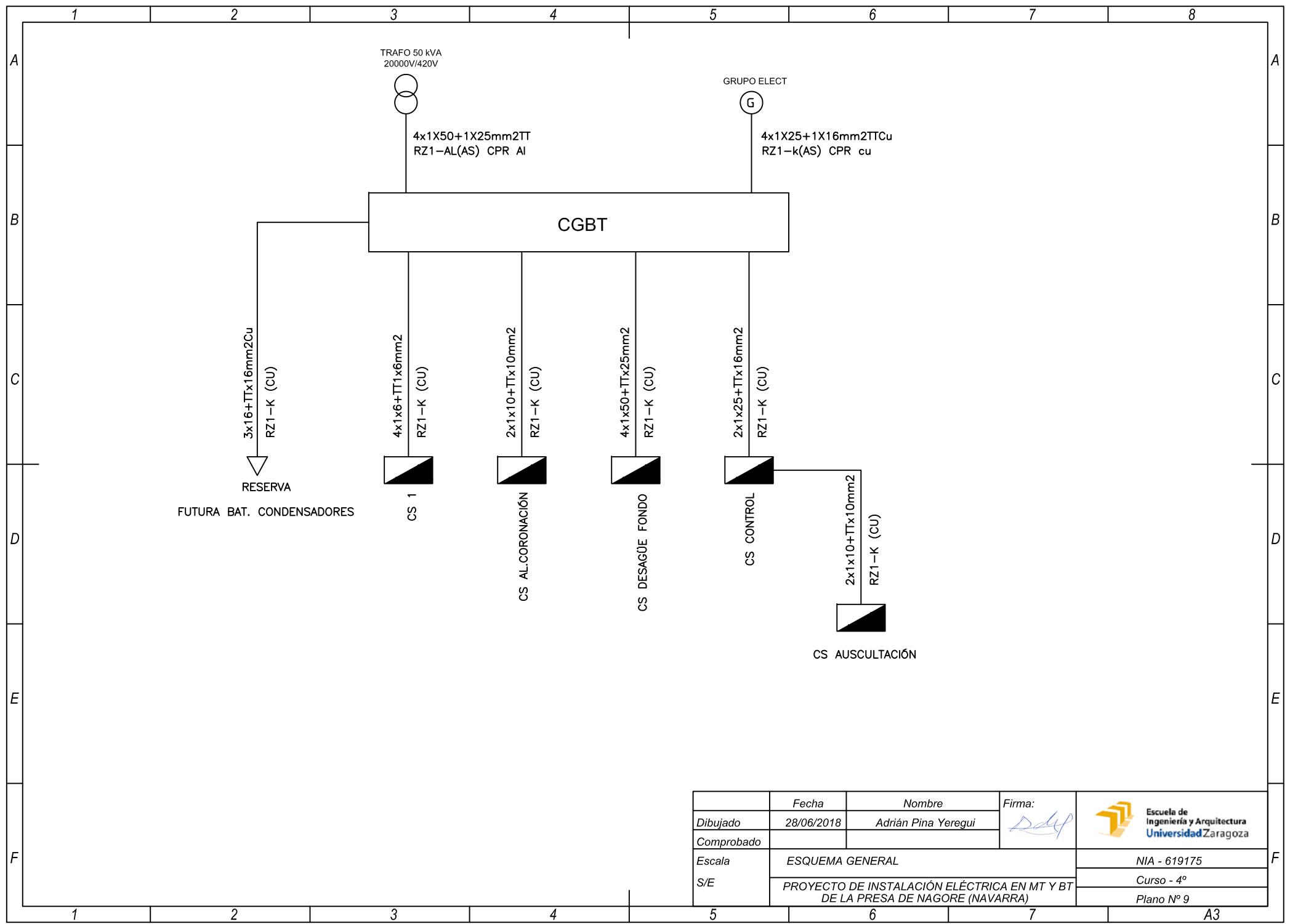












A

A

B

B

C

C

D

D

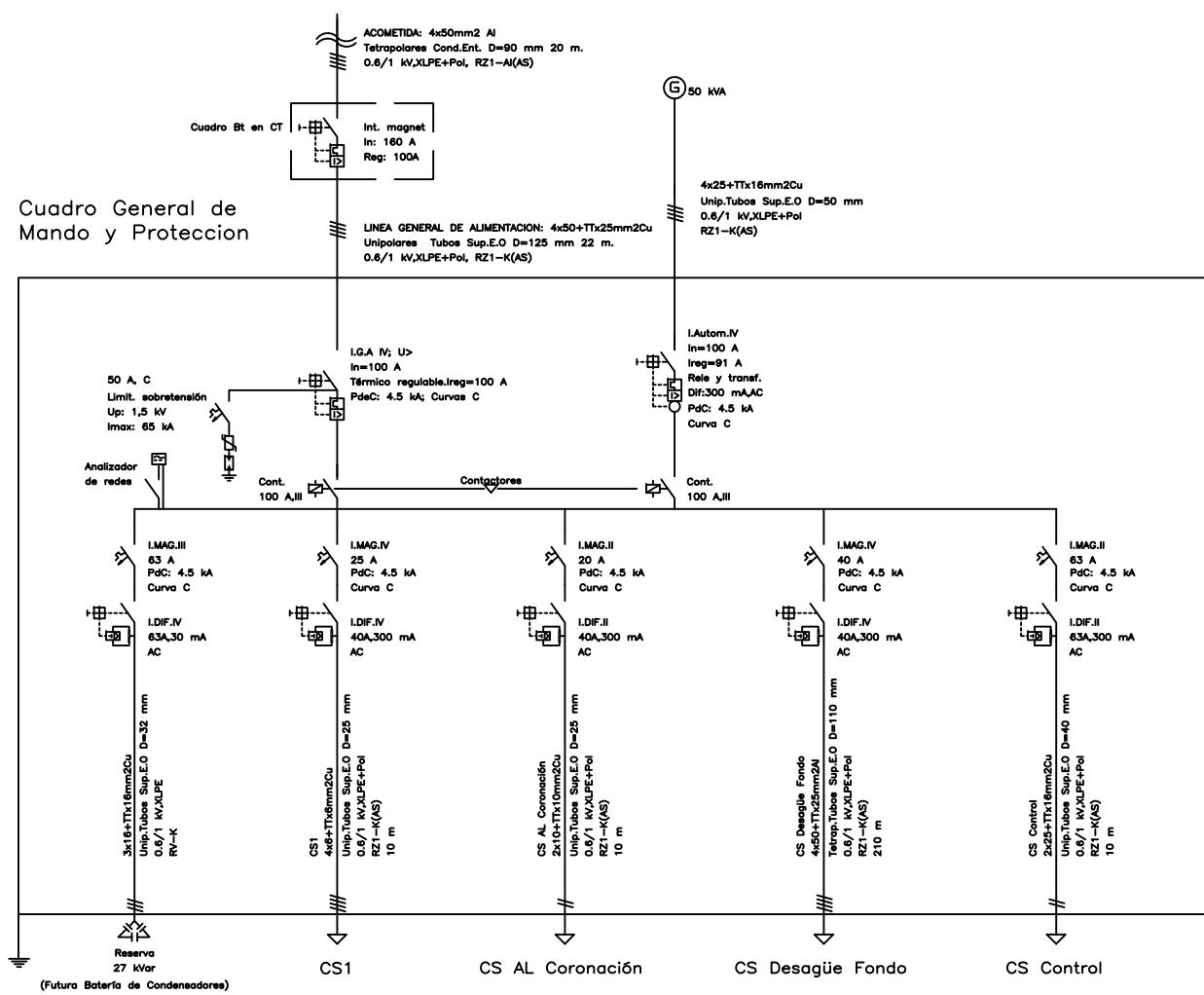
E

E

F

F

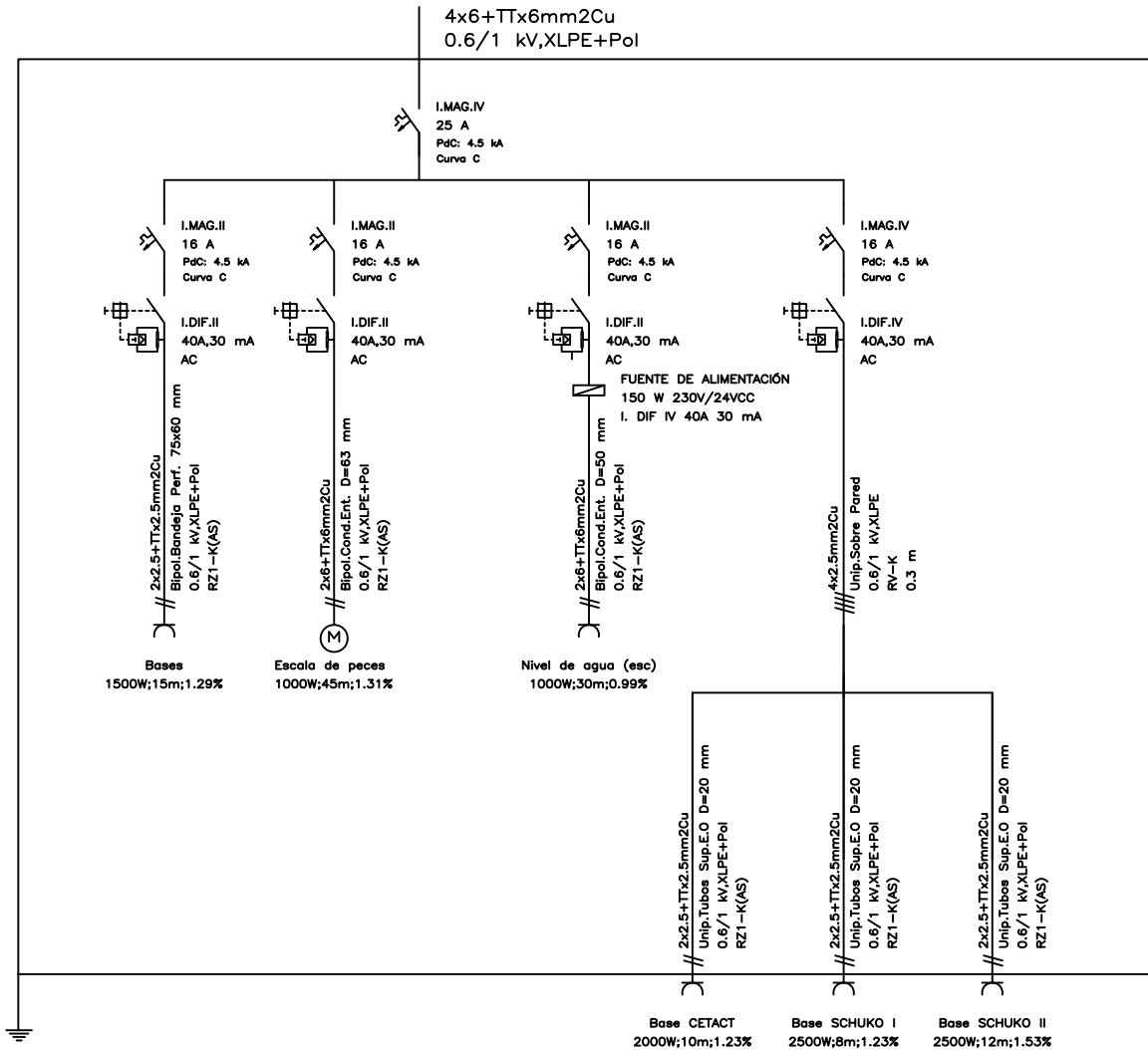
**Cuadro General de Mando y Protección**



	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	28/06/2018	Adrián Pina Yeregui	
Comprobado			
Escala	CUADRO GENERAL BAJA TENSIÓN		
S/E	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MT Y BT DE LA PRESA DE NAGORE (NAVARRA)		
	Plano N° 10		

A

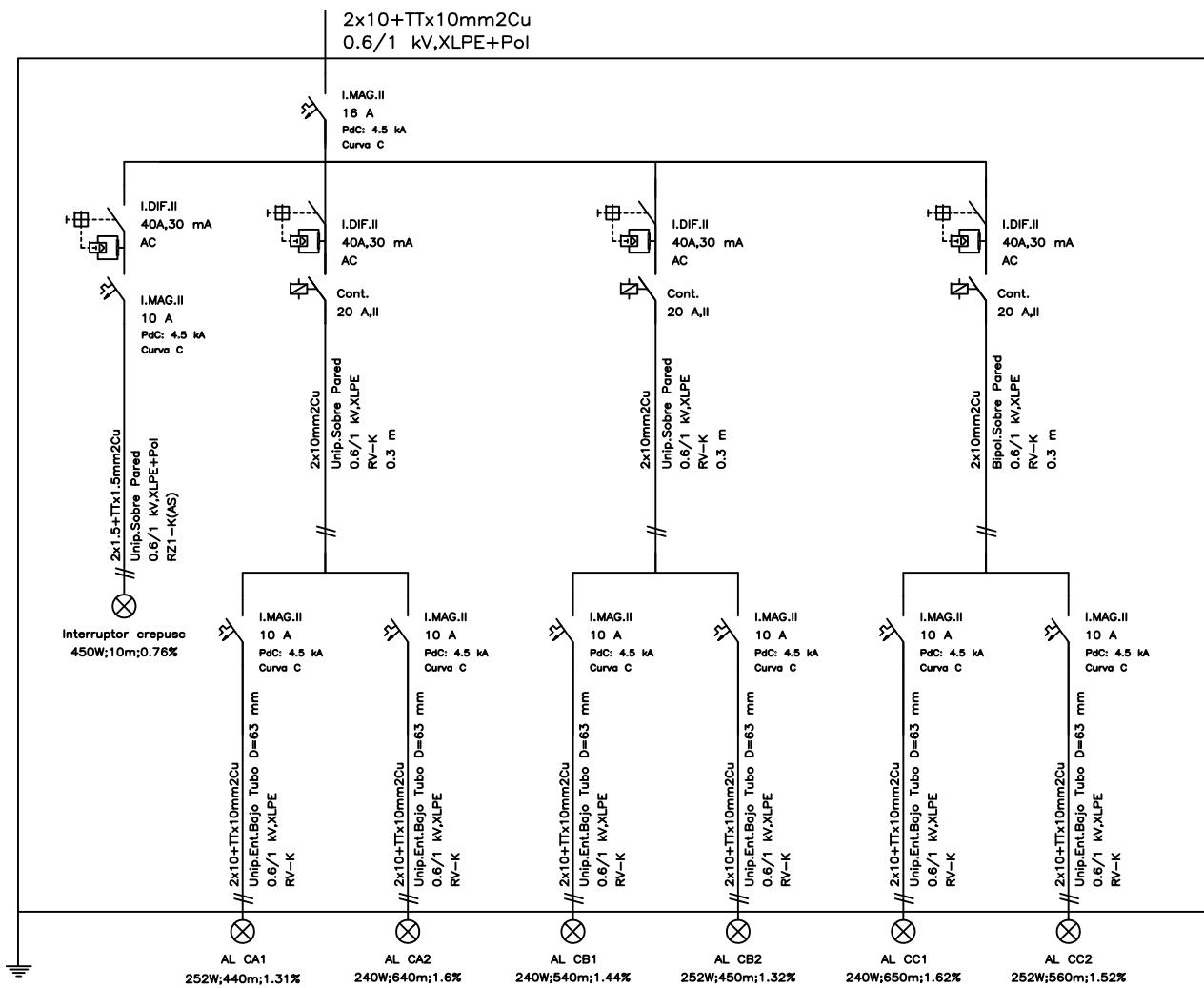
Cuadro de Mando  
y Protección  
CS1



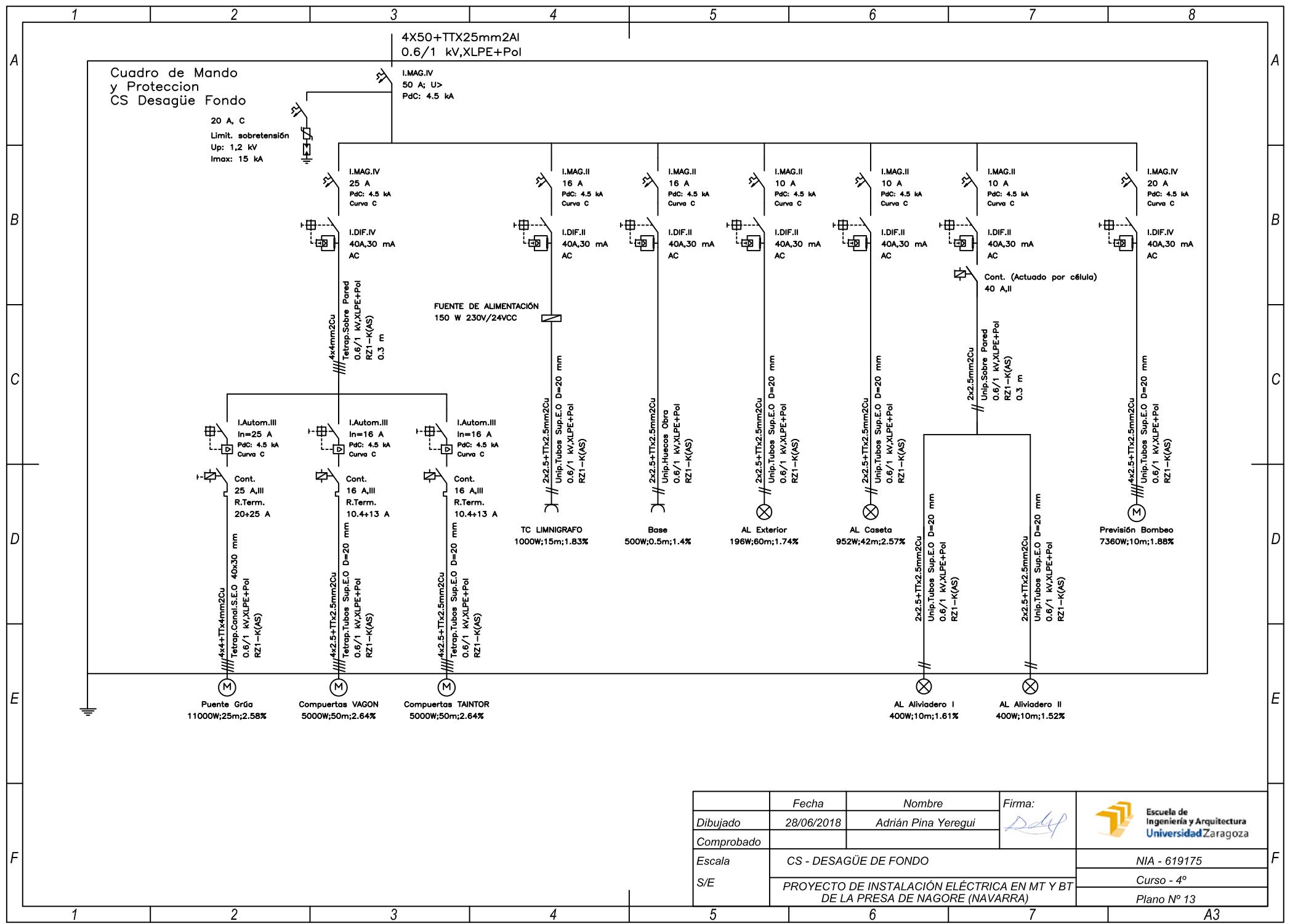
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	28/06/2018	Adrián Pina Yeregui		
Comprobado				
Escala	CUADRO SECUNDARIO 1			
S/E	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MT Y BT DE LA PRESA DE NAGORE (NAVARRA)			
				NIA - 619175
				Curso - 4º
				Plano N° 11

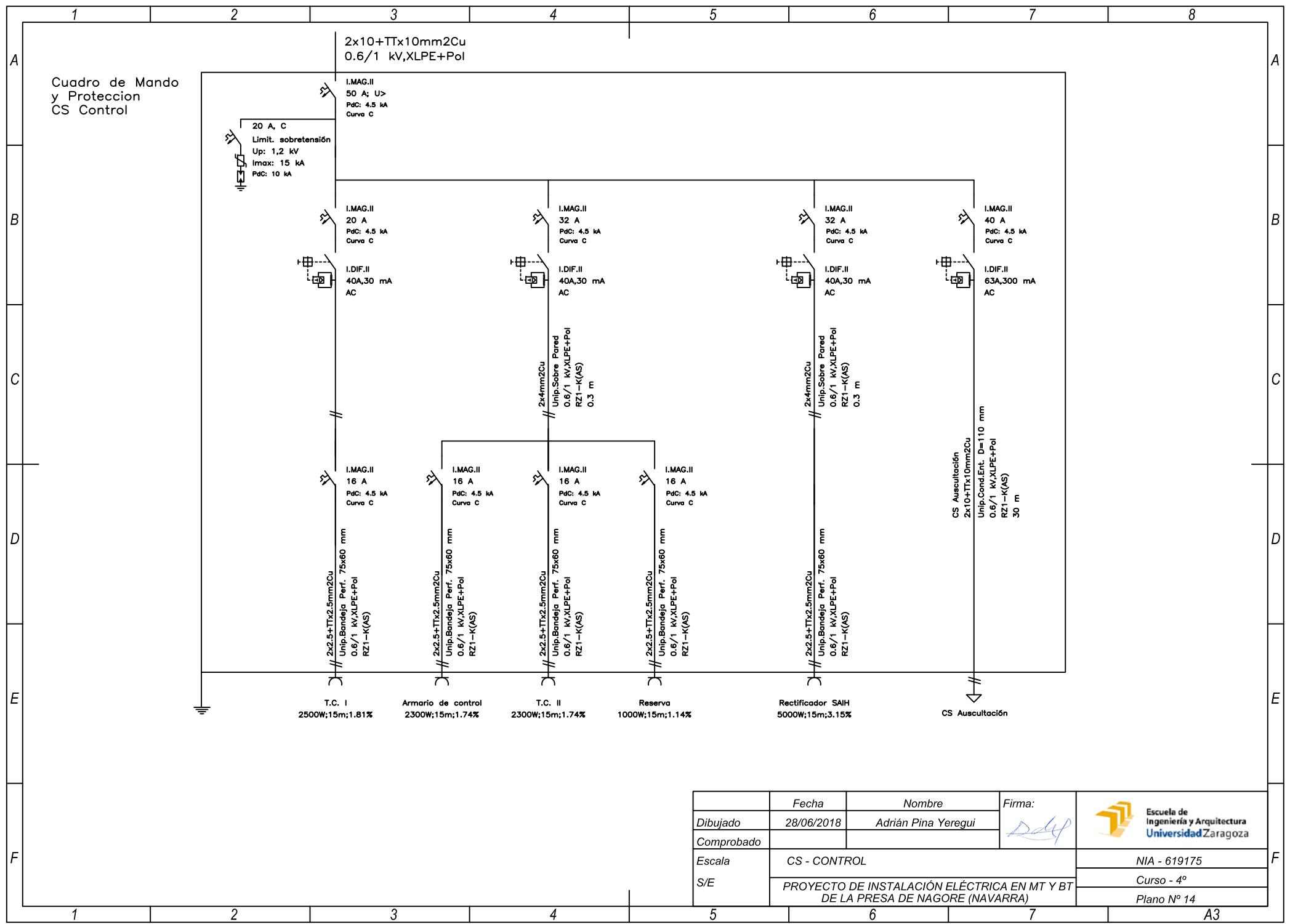
A

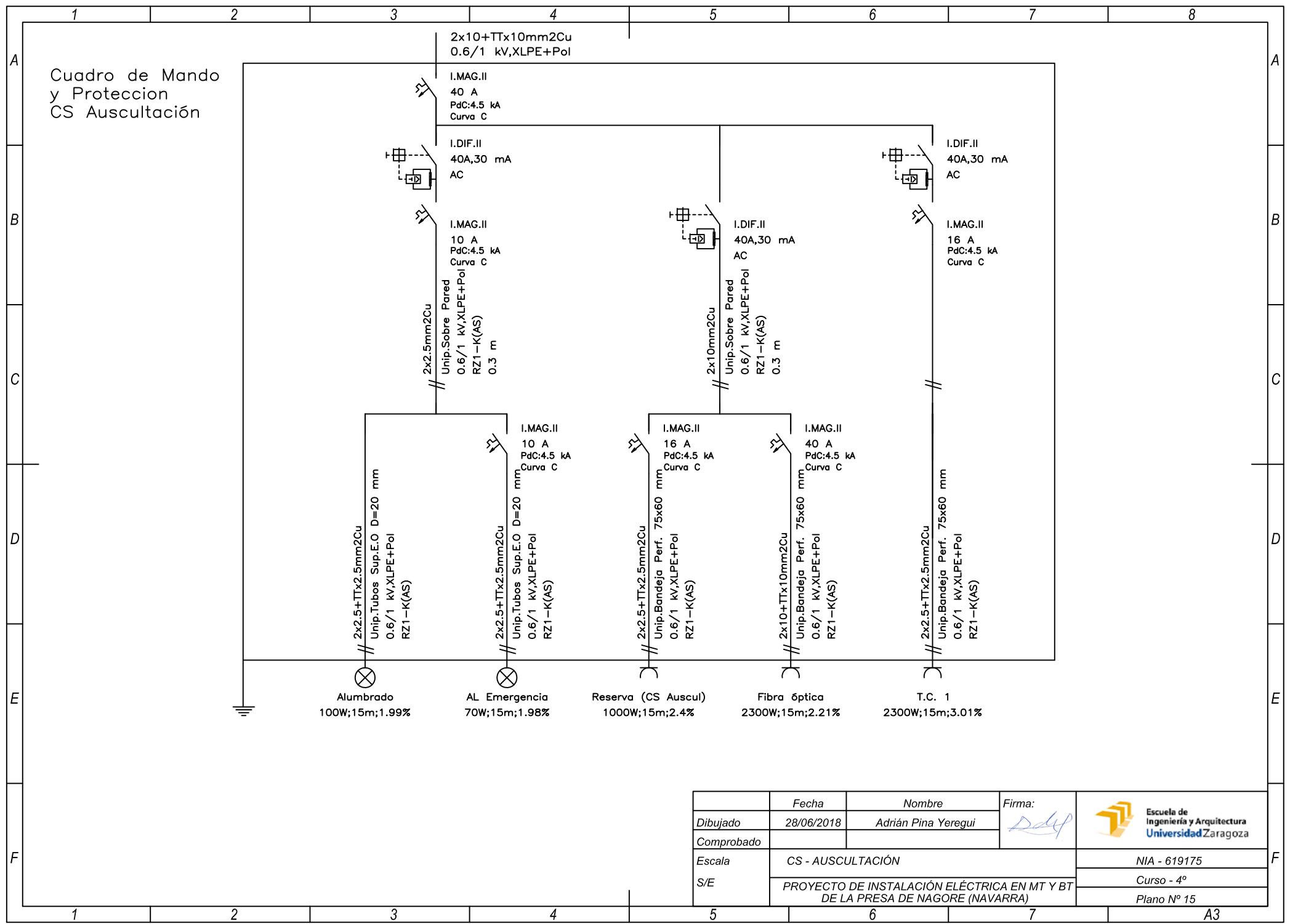
Cuadro de Mando  
y Protección  
CS AL Coronación



	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	28/06/2018	Adrián Pina Yeregui	
Comprobado			
Escala	CS - ALUMBRADO DE CORONACIÓN		
S/E	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MT Y BT DE LA PRESA DE NAGORE (NAVARRA)		
	Plano N° 12		







## PARTE B – PRESUPUESTO

Instalación Eléctrica en Media y Baja Tensión de la  
Presa de Nagore (Navarra)

Medium and Low Voltage Electrical Installation of  
Nagore's Dam (Navarra)

Autor

Adrián Pina Yeregui

Director

Antonio Joaquín Montañés Espinosa

Nº. CÓDIGO	UD	DESIGNACIÓN	MEDICIÓN PROYEC.	PRECIO UNITARIO	PRECIO EJEC. MAT.
01.	ud	<b>INSTALACIÓN BT PRESA</b>			
01.01	ud	GRUPO ELECTROGENO DE 50KVA	1,00	7.024,46	7.024,46
01.02	ud	CUADRO GENERAL DE PROTECCION MARCA ABB	1,00	3.147,26	3.147,26
01.03	ud	CUADRO PROTECCION ALUMBRADO CORONACION MARCA ABB	1,00	549,94	549,94
01.04	ud	CS-1 MARCA ABB	1,00	143,92	143,92
01.05	ud	CUADRO PROTECCION CS-CONTROL CA MARCA ABB	1,00	1.029,12	1.029,12
01.06	ud	CUADRO PROTECCION CS-DESAGÜE MARCA ABB	1,00	1.289,65	1.289,65
01.07	ud	PANEL DISYUNTORES MARCA ABB	1,00	217,21	217,21
01.08	ml	LINEA ENLACE 4(1x25) AL- BAJO TUBO D=110 INCLUSIVE	22,00	8,52	187,44
01.09	ml	LINEA ALIMENTACION SUBTERRANEA 4x50mm2 Cu+TT 1x25 BAJO TUBO D=160 INCLUSIVE	230,00	22,92	5.271,60
01.10	ml	LINEA ALIMENTACION SUBTERRANEA 4x25mm2 Cu+TT 1x16 BAJO TUBO D=110 INCLUSIVE	15,00	14,08	211,20
01.11	ml	LINEA ALIMENTACION SUBTERRANEA 2x10mm2 Cu+TT BAJO TUBO D=63 INCLUSIVE	3.280,00	3,76	12.332,80
01.12	ml	LINEA ALIMENTACION SUBTERRANEA 2x6mm2 Cu+TT BAJO TUBO D=63 INCLUSIVE	75,00	4,59	344,25
01.13	ml	CIRCUITO 3x16+TTx16mm2 RV 0,6/1KV BAJO TUBO RÍGIDO M40	15,00	12,88	193,20
01.14	ml	CIRCUITO 2x25+TTx16mm2 RV 0,6/1KV BAJO TUBO RÍGIDO M40	10,00	12,90	129,00
01.15	ml	CIRCUITO RZ1 0,6/1KV 2x10+TTx10mm2 BAJO TUBO	10,00	4,86	48,60
01.16	ml	CIRCUITO RZ1 0,6/1KV 2x6+TTx6mm2 BAJO TUBO	10,00	4,11	41,10
01.17	ml	CIRCUITO RZ1 0,6/1KV 4x4+TTx4mm2 BAJO TUBO	15,00	4,60	69,00
01.18	ml	CIRCUITO RZ1 0,6/1KV 4x2,5+TTx2,5mm2 BAJO TUBO	100,00	3,84	384,00
01.19	ml	CIRCUITO RZ1 0,6/1KV 2x2,5+TTx2,5mm2 BAJO TUBO	305,40	3,45	1.053,63
01.20	ml	CIRCUITO RZ1 0,6/1KV 2x2,5+TTx2,5mm2 EN BANDEJA	180,00	2,50	450,00
01.21	ud	PUESTO DE TRABAJO DOBLE ORDENADOR	4,00	56,20	224,80
01.22	ud	MODULO KAEDRA	2,00	80,37	160,74
01.23	ml	BANDEJA PVC 100x300 mm	50,00	35,73	1.786,50
01.24	ud	LUMINARIA ESTANCA IP65 IK 10, FLUORESCENTE 2x36W	2,00	35,43	70,86

<b>01.25</b>	<b>ud</b>	BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA DAISALUX NOVA N11 O SIMILAR	3,00	88,37	265,11
<b>01.26</b>	<b>ud</b>	PROYECTOR ESTANCO IP66 IK 09, HM 400W	2,00	114,40	228,80
<b>01.27</b>	<b>ud</b>	INSTALACION ELECTRICA SUBTERRANEA (LINEA DE TIERRA 1x16mm2)	3.344,00	1,63	5.450,72
<b>01.28</b>	<b>ud</b>	CAJA DE RAMIFICACION DE 241x180x95mm (12 PRENSAESTOPAS)	103,00	66,05	6.803,15
<b>01.29</b>	<b>ud</b>	TOMA DE TIERRA CON 2 PICAS 2 m Y DIAMETRO 14mm	13,00	72,33	940,29
<b>ALUMBRADO ALIVIADEROS</b>					
<b>01.30</b>	<b>ud</b>	Suministro y colocación de proyector led 160w marca <b>THREELINE PQM 160W2V</b>	2,00	390,79	781,58
<b>01.31</b>	<b>ud</b>	Suministro y colocación de caja metálica (aluminio) 100x100 incluso prensaestopas	4,00	81,35	325,40
<b>01.32</b>	<b>ud</b>	Suministro y colocación linea de alimentación a proyectores instalada con tubo de acero galvanizado 25mm diametro y linea de 3x2,5mm2 RZ1-K instalada sobre paramento de hormigón de aliviaderos.	2,00	228,86	457,72
<b>PROTECCIONES DE ALUMBRADO EN CUADRO DE ALIVIADEROS</b>					
<b>01.33</b>	<b>ud</b>	Suministro y colocación de interruptor magnetotérmico 2x10A incluso interruptor diferencial ABB 2x40/0,03, contactor 2x40A maniobrado por medio de celula fotoelectrica independiente del alumbrado exterior	1,00	544,67	544,67
<b>AMPLIACIÓN CUADRO DESAGÜE DE FONDO</b>					
<b>01.34</b>	<b>ud</b>	Fuente de alimentación 230V/24V monofásica de 150w	1,00	90,25	90,25
<b>01.35</b>	<b>ud</b>	Protección para línea bombeo de 10 C.V. compuesta por: - 1 magnetotérmico 4x20A - 1 diferencial 4x40A 300mA	1,00	249,27	249,27
<b>NUEVO CUADRO CASETA AUSCULTACIÓN</b>					
<b>01.36</b>	<b>ud</b>	Armario PL-65 con chasis Himmel: - 1 magnetotérmico 2x40A - 1 fuente de alimentación 150w - 1 diferencial 2x40A 30mA - 1 diferencial 2x63A 30mA clase A - 1 diferencia 2x40A 30mA - 2 magnetotérmicos 2x10A - 2 magnetotérmicos 2x16A	1,00	1.694,14	1.694,14

		- 1 magnetotérmico 2x40A - Accesorios de conexión			
		<b>INSTALACIÓN DE CASETA DE AUSCULTACIÓN</b>			
01.37	ud	Acometida desde cuadro mando y protección	1,00	495,47	495,47
01.38	ud	Instalación interior de la caseta compuesta por pantalla estanca 2x36w Led, 1 emergencia Led de 140lm y dos bases de enchufe estancas 2+T 16A. Incluida instalación de tubo, hilo y cajas estancas.	1,00	1.976,00	1.976,00
		<b>AMPLIACIÓN CUADRO CS-1</b>			
01.39	ud	Modificación de interruptor funcional de 2x20A a 4x25A	1,00	122,50	122,50
01.40	ud	Fuente de alimentación para circuito de "nivel de agua", "escalera de peces" 150w 230v/24v	1,00	90,25	90,25
01.41	ud	Circuito trifásico para base de enchufe compuesto por:- 1 magnetotérmico 4x16A- 1 diferencial 4x40A 300mA- 1 Caja estanca de 300x250- 1 base Cetact 3+N+T de 16A- 2 base Schuko de 2+T de 16A	1,00	428,08	428,08
		<b>COLOCACIÓN BASE ESTANCA EN ESCALERA DE PECES</b>			
	ud	Caja IDE estanca conteniendo: - 1 magnetotérmico 4x16A - 1 diferencial 4x40A 300mA - 1 base cetact 3+N+T 16A - 2 base schuko 2+T 16A	1,00	437,66	437,66
		<b>ALUMBRADO ZONA DE CASETAS</b>			
01.42	ud	Columna verde 8 metros	1,00	614,98	614,98
01.43	ud	Cruceta para dos proyectores	1,00	131,72	131,72
01.44	ud	Proyectores Led de 200w	2,00	454,15	908,30
01.45	ud	Instalación con cableado y cajas de protección en compuerta	1,00	241,00	241,00
		<b>TRANSMISIÓN DE ALARMAS DEL GRUPO ELECTRÓGENO</b>			
01.46	ud	El grupo electrógeno que se ha pedido para el suministro de emergencia de la	1,00	1.680,71	1.680,71

		presa de cola de Itoiz en Nagore lleva una serie de alarmas en una centralita de control, para llevar estas alarmas hasta el armario de conexión de SAIH, memoriamos las paritadas a realizar: - 45 m tubo RB de 40 mm ø - 150m cable RJ45 CAT6. - 6 conectores RJ45. - Conexión a centralita y comprobación de todas las alarmas.			
		<b>AMPLIACIÓN CUADRO DE CONTROL</b>			
<b>01.47</b>	<b>ud</b>	Magnetotérmico 2x40A	1,00	71,28	71,28
<b>01.48</b>	<b>ud</b>	Diferencial 2x63A 30mA	1,00	234,50	234,50
<b>01.49</b>	<b>ud</b>	Manguera 3x10 mm2 RZ1-K CPR	25,00	11,61	290,25
		<b>ALUMBRADO PASARELA</b>			
<b>01.50</b>	<b>ud</b>	Colocación chapa antiescalo apoyo de entronque y seccionamiento.	1,00	633,56	633,56
<b>01.51</b>	<b>ud</b>	Proyectores LED 120w	4,00	339,68	1.358,72
<b>01.52</b>	<b>ud</b>	Encendido desde cuadro de cámara de desagüe e interruptor exterior en cuadro de poliéster cerrado con llave: - 1 Armario PLM 43 con puerta PIP - 1 Magnetotérmico 2x16 - 1 Cerradura para armario	1,00	235,75	235,75
		<b>ALUMBRADO CORONACIÓN</b>			
<b>01.53</b>	<b>ud</b>	Luminarias Baliza ATP tipo Faro 65 E27	100,00	215,50	21.550,00
<b>01.54</b>	<b>ud</b>	Lámparas Led E-27 A60 mate 11w 6500K	100,00	9,80	980,00
		<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>			<b>68.841,01</b>

13 % gastos generales..... 8.949,33  
 6 % beneficio industrial..... 4.130,46  
 Suma..... 81.920,80  
 21% IVA..... 17.203,37  
**Presupuesto de ejecución por contrata..... 99.124,17**

Asciende el presente presupuesto a noventa y nueve mil ciento veinticuatro euros con diecisiete céntimos.

Zaragoza, Junio de 2018  
Ingeniero Técnico Industrial



Adrián Pina Yeregui