



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

RESUMEN

El presente TFM tiene como objeto el proyecto de la instalación de la infraestructura eléctrica para la implantación de una EDAR. Para ello, se deberá precisar el diseño de las siguientes infraestructuras:

- Línea Aérea de Media Tensión a 20 kV.

Por la necesidad de alimentar la instalación de la estación de depuración de aguas residuales de Monforte del Cid, se diseña una línea aérea conectada a una infraestructura de suministro eléctrico existente.

Consistirá en una línea aérea, de 1056,23 metros, alimentada desde la LAAT "LA-395 Monforte del Cid" mediante un vano flojo, hasta el Centro de Transformación "C.T. Edar MD". Esta línea cruzará la carretera CV-8471 y pasará junto a la carretera A7, cumpliendo las distancias de seguridad como las normativas pertinentes.

Primero de todo se decidirá el trazado desde el punto de conexión a la línea "LA-395 Monforte del Cid" hasta el punto de conexión con el centro de transformación "C.T. Edar MD" reduciendo el número de cruzamientos con carreteras, ríos barrancos, etc. A continuación, de fijarán las posiciones que deben ocupar los apoyos y sus características, se comprobarán que se verifiquen las distancias de seguridad y por último se comprobará que no se exceden los esfuerzos admisibles. Además se calculara la puesta a tierra de los apoyos según la clasificación de estos.

- Centro de Transformación de 400 kVA

Este centro de transformación alimentado desde la línea aérea diseñada de Media tensión a 20kV, suministra potencia a la EDAR con una potencia de 241,876 KW, por lo que el centro será de 400 kVA ya que una potencia de 250 kVA quedará muy justa y la siguiente más utilizada es la de 400 kVA.

Este centro de transformación será un centro interior prefabricado, con un transformador de tipo Aceite.

- Instalación eléctrica de una EDAR.

Consistirá en la instalación eléctrica de la estación de depuración de aguas residuales de Monforte del Cid de 241,876 kW. La instalación estará alimentada del Centro de Transformación "C.T. EDAR MD" de 400 kVA.

La instalación eléctrica consistirá en un Cuadro General de Baja Tensión, ocho subcuadros de pertenecientes a distintas secciones de la EDAR y un circuito de puesta a tierra.

Se ha dividido este TFM en diferentes subproyectos, tratando cada uno de ellos las partes enumeradas anteriormente.

En definitiva tendrá un coste total de XXX, dividiéndose entre los siguientes presupuestos:

- Línea aérea de Media Tensión:
- Centro de Transformación:
- Instalación Eléctrica de Baja Tensión:

Índice General

LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	1
INSTALACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PARA SUMINISTRO DE UNA EDAR.....	31
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA EDAR.....	52
CONCLUSIONES	130
PLIEGO DE CONDICIONES.....	131
PRESUPUESTO	165
PLANOS.....	176

LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

Índice de la LAMT

1.	MEMORIA, LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	4
1.1.	Resumen de características.....	4
1.1.1.	Titular	4
1.1.2.	Emplazamiento.....	4
1.1.3.	Situación (partida, paraje, calle.....)	4
1.1.4.	Tensión nominal en kV.	4
1.1.5.	Longitud en metros	4
1.1.6.	Nº de conductores y sección	4
1.1.7.	Punto entronque (inicio)	5
1.1.8.	Final línea.....	5
1.1.9.	Cruzamientos.....	5
1.2.	Objeto.....	6
1.3.	Reglamentación y normas técnicas consideradas.....	6
1.4.	Emplazamiento.....	6
1.5.	Plazo de ejecución	7
1.6.	Categoría de la línea y zona.....	8
1.7.	Potencia a transportar destino y uso de la energía transportada.	8
1.8.	Descripción de las instalaciones.....	8
1.8.1.	Trazado	8
1.8.2.	Cruzamientos y paralelismos.....	10
1.9.	Puesta a Tierra de Apoyos.....	11
2.	ANEXO DE CÁLCULOS	12
2.1.	Eléctricos	12
2.1.1.	Densidad máxima de corriente	12
2.1.2.	Reactancia	13
2.1.3.	Caída de tensión	14
2.1.4.	Pérdida de potencia	16
2.1.5.	Puesta a tierra de los Apoyos	16
2.1.6.	Otras características eléctricas.....	25
2.2.	Mecánicos.....	25

2.2.1.	Conductores.	25
2.2.2.	Distancias de seguridad.	25
2.2.3.	Tablas de tendido.	26
2.2.4.	Apoyos.	27
2.2.5.	Cimentaciones.	29
2.2.6.	Distancias de seguridad en cruzamientos, paralelismos y paso por zonas.	30

1. MEMORIA, LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

1.1. Resumen de características.

1.1.1. Titular

AJUNTAMENT DE MONFORTE DEL CID
C.I.F.: P-8525150-F
PLAÇA AJUNTAMENT, 1
35530 MONFORTE DEL CID (ALICANTE)

1.1.2. Emplazamiento.

El emplazamiento de la línea aérea de alta tensión objeto del presente proyecto pertenece al término municipal de MONFORTE DEL CID, (Alicante).

1.1.3. Situación (partida, paraje, calle...)

La línea aérea de media tensión objeto del presente proyecto discurrirá en todo su recorrido por el término municipal de MONFORTE DEL CID, (Alicante), junto a la autovía A7, para dar suministro eléctrico a la EDAR ubicada en el citado término.

Perteneciente a la partida Canta Lobos.

1.1.4. Tensión nominal en kV.

La tensión nominal de la línea será de 20 kV.

La tensión más elevada de la línea: 24 kV

La tensión más elevada es la mayor tensión (valor eficaz) que podría aparecer en algún punto de la línea durante el funcionamiento normal, por lo tanto es la que debe soportar los aislamientos y equipos y es un poco mayor a la tensión nominal.

1.1.5. Longitud en metros

La línea objeto del proyecto tiene las siguientes características.

- Longitud total de la línea aérea: 1.056,23 m.
- La línea discurre exclusivamente por término de MONFORTE DEL CID, (Alicante).

Esta será la longitud necesaria para poder conectar el C.T. de la EDAR a la línea aérea existente más próxima "LA-395 Monforte del Cid".

1.1.6. Nº de conductores y sección

El número de conductores por fase será UNO.

El conductor será cable desnudo de aluminio-acero LA-56 (47-AL1/8ST1A), de la Recomendación UNESA 3403 (spt.86), siendo el número de conductores de 3 y su sección de 54,6 mm².

Las características eléctricas del conductor son las siguientes:

- Sección del aluminio: 46,70 mm²
- Sección del acero: 7,79 mm²
- Sección total del conductor: 54,6 mm²
- Composición: 6+1 alambres
- Diámetro aparente del cable: 9,45 mm
- Carga de Rotura: 1640 daN
- Módulo de elasticidad: 7900 daN/ mm²
- Coeficiente de dilatación: $19,1 \cdot 10^{-6}$
- Peso: 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.
- Resistencia en c.c.: 0,6129 Ω /km

1.1.7. Punto entronque (inicio)

En punto de entronque es el punto donde se conectan las dos líneas aéreas, donde la nueva línea dará su inicio. El punto de inicio será el nuevo apoyo "P0" a instalar mediante un vano flojo al apoyo P-29587 de la línea aérea existente "LA-395 Monforte del Cid", del tipo LA-110, titularidad de Iberdrola Distribución Eléctrica, SAU.

El primer apoyo de la línea "P0", se encontrará a 17.73 m del apoyo de entronque de la línea existente.

1.1.8. Final línea

La línea aérea llegará hasta el apoyo "P8" al lado del cual quedará instalado el centro de transformación de intermedia de 400 kVA en un edificio prefabricado, que dará suministro eléctrico a la EDAR.

1.1.9. Cruzamientos

La línea aérea de media tensión que alimenta el C.T. cruzará a la carretera CV-8471 entre el apoyo "P4" y "P5", y dos paralelismos con la autovía A7 y la carretera CV-8471.

En el apartado 1.7.2., se expondrá con mayor detalle el cruzamiento exigido por la traza de la línea, con expresión de los datos que los identifican y que se ajustará en todo caso a lo contemplado en el REAL DECRETO 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLAT).

1.2. Objeto

Esta línea aérea de media tensión tendrá como misión el suministro de energía eléctrica a la denominada instalación eléctrica de la EDAR.

Las soluciones adoptadas en este proyecto serán debidamente justificadas en la memoria del mismo, quedándose reflejado sobre los planos y cálculos correspondientes, todos los aspectos de localización y constructivos necesarios para el buen entendimiento del proyecto.

Se decidirá el trazado (evitando el paso por edificios o zonas habitadas y reduciendo el número de cruzamientos por otras infraestructuras), se fijaran las posiciones que deben ocupar los apoyos y sus características, se comprobará que se verifiquen las distancias de seguridad y por último se comprobará que no se exceden los esfuerzos admisibles. Además se calculara la puesta a tierra de los apoyos para evitar los peligros que de seguridad al contacto o paso por estos.

1.3. Reglamentación y normas técnicas consideradas

El presente proyecto recogerá las características de los materiales, los cálculos que justificarán su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

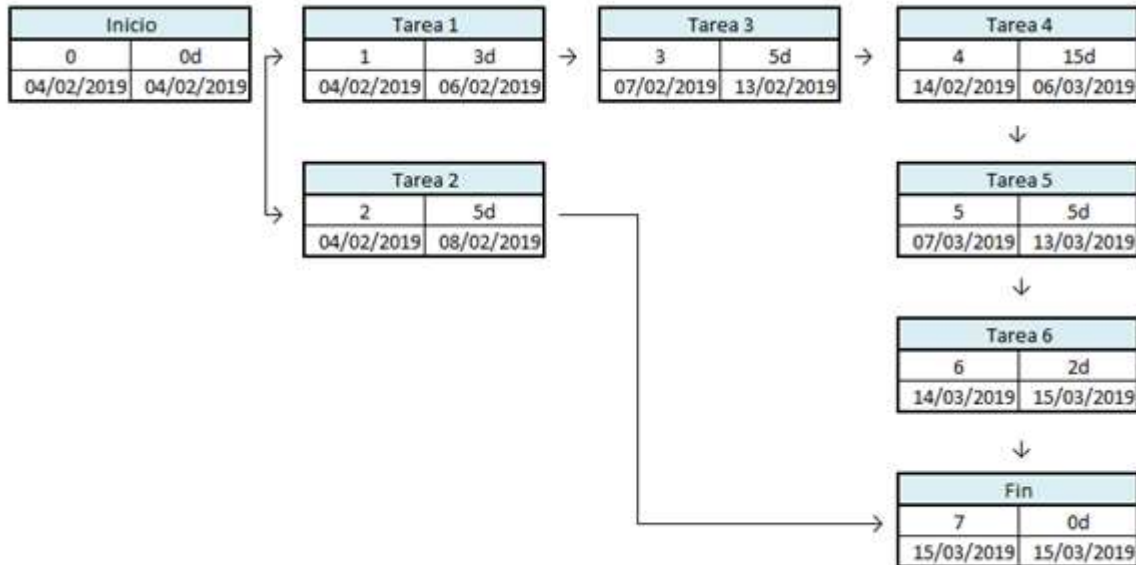
- Real Decreto 337-2014, del 9 de Junio, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.
- Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223-2008, del 19 de Marzo, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad de Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Manual Técnico de Distribución MT 2.23.35, Edición 3 del Febrero 2014, de Diseño de Puesta a Tierra en Apoyos de LAAT de Tensión Nominal igual o inferior a 20 kV, de Iberdrola Distribución Eléctrica.

1.4. Emplazamiento

La línea aérea de alta tensión objeto del presente proyecto quedará emplazada en su totalidad en el término municipal de MONFORTE DEL CID, (Alicante). Discurrirá en paralelo por la autovía A7 y cruzará la carretera nacional CV-8471.

1.5. Plazo de ejecución

Este proyecto tendrá un plazo de ejecución de 6 semanas.



Leyenda:

Nombre Tarea	
Nº tarea	Duración
Fecha inic.	Fecha fin

Esquema 1.1. Programa de ejecución Instalación de Alta tensión

Siendo las tareas que se muestran a continuación:

Tarea 1: Estudio sobre el terreno (replanteo in situ).

Tarea 2: Acopio de materiales.

Se irá reuniendo el material necesario para la realización de los trabajos.

Tarea 3: Excavación para las cimentaciones

Se hará la excavación necesaria para colocar las cimentaciones de los apoyos.

Tarea 4: Construcción de las cimentaciones con hormigón, puestas a tierra y base del apoyo.

Tarea 5: Tendido de los conductores.

Se hará el tendido de los conductores desnudos.

Tarea 6: Puesta en servicio.

Se podrá en marcha la instalación y se hará las comprobaciones necesarias.

Tarea 7: Fin.

1.6. Categoría de la línea y zona

La línea aérea de media tensión objeto del presente proyecto quedará emplazada en la provincia de Alicante, en el término municipal de MONFORTE DEL CID, a menos de los 500 m sobre el nivel del mar. Según el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas:

- Zona A para $h < 500$ m
- Zona B para $500 \text{ m} \leq h \leq 1000\text{m}$
- Zona C para $1000 \text{ m} < h$

Como h es la altura del terreno sobre el nivel del mal, obtendremos que la línea aérea pertenece a la Zona A.

En cuanto a la categoría, para líneas aéreas, el Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión establece cuatro categorías:

- 3ª Categoría $1 < U \leq 30$ kV
- 2ª Categoría $30 < U \leq 66$ kV
- 1ª Categoría $66 < U \leq 220$ kV
- Categoría especial $U \geq 220$ kV

En este caso, la línea aérea de 20 kV objeto de este proyecto vendrá clasificada como 3ª categoría.

1.7. Potencia a transportar destino y uso de la energía transportada.

La potencia a transportar será la necesaria para dar servicio a la Estación Depuradora de Aguas Residuales. Esta instalación necesitará de 241.876 kW, por lo que se transportará dicha potencia por la línea aérea.

1.8. Descripción de las instalaciones

1.8.1. Trazado

La línea de media tensión objeto del presente proyecto tendrá su inicio en el nuevo apoyo "P0" a instalar mediante un vano flojo al apoyo P-29587 de la línea aérea existente "LA-395 Monforte del Cid" de titularidad de Iberdrola Distribución Eléctrica, SAU. Discurrirá en toda su longitud por el término municipal de Monforte del Cid junto a la autovía A7, hasta llegar al apoyo "P8" cerca de donde quedará instalado el centro de transformación de intemperie "C.T. EDAR MC" que dará suministro eléctrico a la EDAR.

En la tabla 1 se podrá observar los apoyos que se adoptarán y sus características. Además en la tabla 2 se podrá observar las crucetas que se adoptarán en la instalación para que sean capaces de soportar los esfuerzos (horizontales, cargas verticales).

La longitud total de la línea aérea será de 1036,61 m y la distancia media entre los apoyos será de unos 129,58 m.

Como se ha indicado, la línea discurrirá en su totalidad por término de MONFORTE DEL CID (Alicante).

Apoyo	Tipo	Constitución	Designación	Coefic. Segur.	Angulo gr.sex.	Altura Total (m)
1	Fin Línea	Celosia recto	C-2000-10	N		10
2	Alin. Susp.	Celosia recto	C-500-12	N		12
3	Alin. Susp.	Celosia recto	C-500-16	N		16
4	Ang. Amare	Celosia recto	C-3000-16	R	123°	16
5	Alin. Susp.	Celosia recto	C-500-18	R		18
6	Alin. Susp.	Celosia recto	C-500-16	N		16
7	Alin. Amarre	Celosia recto	C-500-12	N		12
8	Alin. Susp.	Celosia recto	C-500-16	N		16
9	Fin Línea	Celosia recto	C-2000-14	N		14

Tabla 1.1. Apoyos Adoptados

Apoyo	Tipo	Montaje	D. Cond. Cruceta (m)	Peso (daN)
1	Fin Línea	Horizontal Atir.	1	50
2	Alin. Susp.	Tresbolillo Atir.	2,33	75
3	Alin. Susp.	Tresbolillo Atir.	2,33	75
4	Ang. Amare	Tresbolillo Atir.	2,33	75
5	Alin. Susp.	Tresbolillo Atir.	2,33	75
6	Alin. Susp.	Tresbolillo Atir.	2,33	75
7	Alin. Amarre	Tresbolillo Atir.	2,33	75
8	Alin. Susp.	Tresbolillo Atir.	2,33	75
9	Fin Línea	Horizontal Atir.	1,5	65

Tabla 1.2. Crucetas adoptadas.

1.8.2. Cruzamientos y paralelismos.

Los cruzamientos y paralelismos que se tendrán a lo largo de esta línea se podrá observar en la tabla 4. Esta línea cruzará únicamente un cruce con la carretera CV-8471 entre el apoyo P4 y P5. Además, se tendrá en cuenta dos paralelismos, uno con la autovía A7 y el otro con la carretera no convencional CV-8471.

Según el Reglamento de líneas de Alta tensión, los cruzamientos con carreteras o ferrocarriles sin electrificar (valor no aplicable a líneas de categoría especial) deberán tener en cuenta:

$$7 \leq d \leq 6,3 + Del \text{ m}$$

Y para paralelismos con autopistas y similares $d \geq 50 \text{ m}$

Siendo:

Del = distancia de aislamiento entre fases y elementos a potencial de tierra.

Dpp = distancia de aislamiento para prevenir una descarga entre conductores de fase.

Información que se completa con el punto 5.2 de la ITC-LAT-07.

Tensión más elevada de la red U_0 (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
3,6	0,08	0,10
7,2	0,09	0,10
12	0,12	0,15
17,5	0,16	0,20
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72,5	0,70	0,80
123	1,00	1,15
145	1,20	1,40
170	1,30	1,50
245	1,70	2,00
420	2,80	3,20

Tabla 1.3: ITC-LAT-07 tabla 15. Distancia de Aislamiento

Como se puede comprobar en los planos, la distancia a la autovía A7 es de 86.44 m superior a los 50 metros exigidos y mayor que $1,5 \cdot h$, siendo h la altura del apoyo. En cuanto a la carretera convencional CV-8471 la distancia del apoyo más cercano, P5, a la carretera será de 41.48 m, superior a los $27 \text{ m} = 1,5 \cdot h$.

En cuanto al cruzamiento, la distancia de la línea a la carretera CV-8471 será de 9.45 m, superior a los 7 metros mínimos exigidos.

Cruzamiento	Distancia mínima	Distancia Real
Carretera CV-8471	7 metros	9.45 metros

Paralelismos	Distancia mínima	Distancia Real
Autovía A7	50 metros	86.44 metros
Carretera CV-87471	27 metros	41.48 metros

Tabla 1.4: Cruzamientos y Paralelismos

1.9. Puesta a Tierra de Apoyos

Los sistemas de puesta a tierra en apoyos deberán resistir los esfuerzos mecánicos y de corrosión, resistir desde un punto de vista térmico la corriente de falta más elevada y garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante la falta a tierra en los sistemas de puesta a tierra.

Según establece la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión se instalará apoyos no frecuentados, ya que estarán situados en lugares donde el acceso al público es poco frecuente, a diferencia del último apoyo que será apoyo frecuentado con calzado, ya que está muy cerca de la EDAR y podrá haber personal de esta a los alrededores con calzado.

Para los apoyos no frecuentados, que serán los correspondientes a los apoyos desde el P1 hasta el P8, se colocará una puesta a tierra con dos picas, la cual se puede observar en el apartado 2.1.5., cuya resistencia será $97,6 \Omega$ que cumple la MT 2.23.35, de febrero de 2014, de Iberdrola Distribución, ya que esta es menor que los 230Ω . Por otro lado en el apoyo frecuentado con calzado correspondiente al apoyo P8, se colocará una puesta a tierra cuya resistencia será de $43,6 \Omega$.

Apoyo	Tipo	Resistencia a tierra (Ω)
1	No frecuentado	97,6
2	No frecuentado	97,6
3	No frecuentado	97,6
4	No frecuentado	97,6
5	No frecuentado	97,6
6	No frecuentado	97,6
7	No frecuentado	97,6
8	No frecuentado	97,6
9	Frecuentado con calzado	43,6

Tabla 1.5: Puesta a Tierra Apoyos

2. ANEXO DE CÁLCULOS

2.1. Eléctricos

2.1.1. Densidad máxima de corriente

El conductor será de aluminio-acero LA-56 (47-AL1/8-ST1A).

La densidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deducirá del apartado 4.2 de la ITC-LAT 07 del RLAT.

De la tabla 11 del apartado indicado, interpolando entre la sección inferior y superior a la del conductor en estudio, se tendrá que para conductores de aluminio la densidad de corriente será:

Sección nominal mm ²	Densidad de corriente A/mm ²		
	Cobre	Aluminio	Aleación de aluminio
10	8,75		
15	7,60	6,00	5,60
25	6,35	5,00	4,65
35	5,75	4,55	4,25
50	5,10	4,00	3,70
70	4,50	3,55	3,30
95	4,05	3,20	3,00
125	3,70	2,90	2,70
160	3,40	2,70	2,50
200	3,20	2,50	2,30
250	2,90	2,30	2,15
300	2,75	2,15	2,00
400	2,50	1,95	1,80
500	2,30	1,80	1,70
600	2,10	1,65	1,55

Tabla 1.6: Densidad de corriente máxima de los conductores en régimen permanente. Tabla 11 de ITC-LAT 07 del RLAT.

$$\sigma_{Al} = 3,897 \text{ A/mm}^2$$

Teniendo presente la composición del cable, que es 6+1, el coeficiente de reducción (CR) a aplicar será de 0,937, con lo que la intensidad nominal del cable será:

$$\sigma_{Al-ac} = \sigma_{Al} * CR = 3,897 * 0,937 = 3,651 \text{ A/mm}^2$$

Por lo tanto la intensidad máxima admisible es:

$$I_{M\acute{a}x} = \sigma_{Al-ac} * S = 3,651 * 54,6 = 199,35 \text{ A}$$

La potencia que puede transportar la línea está limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente y por la caída de tensión, que no deberá exceder del 5%.

La máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima es:

$$P_{M\acute{a}x.} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{M\acute{a}x.} \cdot \text{Cos}\varphi$$

Siendo:

$$I_{M\acute{a}x} = 199,35 \text{ A}$$

Se tiene que, para un factor de potencia del 0,90, la potencia máxima que puede transportar la línea para una tensión nominal de 20 kV es de 6,215 kW, cosa que este valor está muy por encima de la potencia que transportará.

2.1.2. Reactancia

La reactancia aparente kilométrica de la línea se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

Y sustituyendo L_x , coeficiente de autoinducción, por la expresión:

$$L_x = (0,5 + 4,605 \log (D/r)) \cdot 10^{-4} \text{ H/Km}$$

Llegamos a:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot (0,5 + 4,605 \log (D/r)) \cdot 10^{-4} \Omega /\text{km}$$

Donde

X = Reactancia aparente en ohmios por kilómetro.

$\pi = 3,1415$

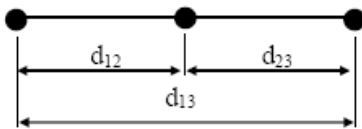
$f = 50 \text{ Hz}$

D = Separación media geométrica entre conductores en milímetros

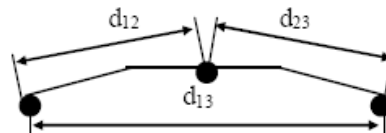
r = Radio del conductor en milímetros = 4,169 mm

El valor de D , se determina a partir de las distancias d_1 , d_2 y d_3 entre conductores que proporcionan las crucetas elegidas, representadas en planos, y cuyo esquema es:

Crucetas rectas o bóveda para apoyos de celosía



Crucetas bóveda para postes



$$D = \sqrt[3]{d_{13} \cdot d_{23} \cdot d_{13}}$$

En este caso de estudio, las crucetas serán las denominadas en tresbolillo, como se puede observar en la figura 1.

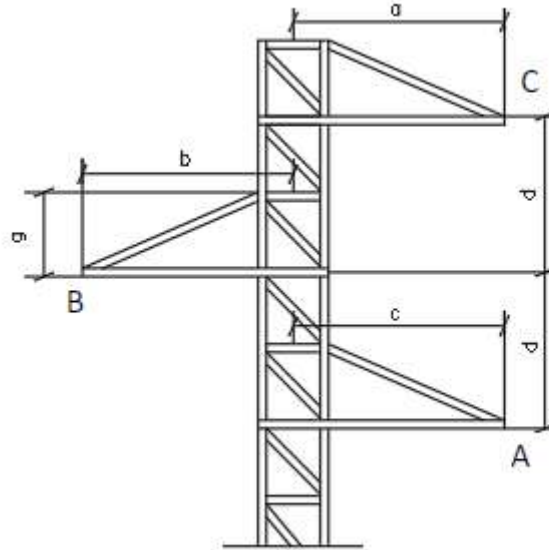


Figura 1.1: Cruceta tresbolillo

Siendo:

$$a=b=1\text{m}$$

$$c=1,25\text{ m}$$

$$d=1,2\text{ m}$$

$$g=0,6\text{ m}$$

$$d_{ab} = \sqrt{(b + c)^2 + d^2} = 2,55\text{ m}$$

$$d_{bc} = \sqrt{(b + a)^2 + d^2} = 2,33\text{ m}$$

$$d_{ac} = \sqrt{(c - a)^2 + (2d)^2} = 2,413\text{ m}$$

Por lo que, $D = \sqrt[3]{d_{ab} * d_{bc} * d_{ac}} = 2,43\text{ m}$

Así se calcula una reactancia en ohmios por kilómetros de:

$$X = 2 * \pi * f * (0,5 + 4,605 \log (D/r)) * 10^{-4} = 0,4158\ \Omega/\text{km}$$

2.1.3. Caída de tensión

La caída de tensión es la diferencia entre los valores eficaces de la tensión trifásica al principio de la línea y la del final de línea.

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea (despreciando la influencia de la capacidad) viene dado por la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} I * (R \cos \phi + X \sin \phi) * L$$

Donde:

ΔU = Caída de Tensión compuesta, expresada en V.

I = Intensidad de la línea A = 9.0527 A

X = Reactancia unitaria por fase y por Ω/km = 0,4158 Ω/km

R = Resistencia unitaria por fase y por Ω/km = 0,6129 Ω/km

Cos ϕ = (Ángulo de desfase) = 0.8

L = Longitud de la línea en km = 1,05633 km

Por lo que es:

$$\Delta U = 12,253 \text{ V}$$

Teniendo en cuenta que:

$$I = P / \sqrt{3} * U \cos \phi = 8.7279 \text{ A}$$

Donde:

P = Potencia Transportada en kW (241.876 kW)

U = Tensión compuesta de la línea en kV=20 kV

La caída de tensión en % de la tensión compuesta es:

$$\Delta U \% = \frac{PL}{10U^2 \cos \phi} (R \cos \phi + X \sin \phi) = \frac{PL}{10U^2} (R + X \tan \phi)$$

Donde U% es:

$$\Delta U \% = 0,059 \%$$

El margen de variación máximo reglamentados son de $\pm 7\%$.

2.1.4. Pérdida de potencia

Para el cálculo de la pérdida de potencia, se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta P\% = (P * L * R) / (10 * U^2 * \cos^2 \phi)$$

Siendo:

P = Potencia Transportada en kW (241.876 kW)

L = Longitud de la línea en km

R = Resistencia eléctrica en kΩ/km

U = Tensión compuesta de la línea en kV

Cos φ = (Ángulo de desfase)

Por tanto la pérdida de potencia porcentual será de 0,06117 %

2.1.5. Puesta a tierra de los Apoyos

La línea aérea de media tensión objeto de este proyecto tiene 9 apoyos, de los cuales los 8 primeros serán no frecuentados y el último será frecuentado con calzado. A fin de proteger a las personas ante un fallo a tierra se calculará la toma de tierra adecuadas para esta instalación. Atendiendo a la MT 2.23.35, de febrero de 2014, de Iberdrola Distribución.

Resistividad del terreno (ρ) = 400 Ωm

Apoyo no frecuentado

Se supondrá una distribución de picas de la tabla 5 de la MT 2.23.35., ya que los valores de la resistencia de puesta a tierra se pueden obtener multiplicando el coeficiente K_r , por el valor de la resistividad del terreno en Ωm. El valor de resistencia obtenido no podrá superar en ningún caso los 230 Ω tal y como se muestra en la tabla 7.

Electrodo	K_r $\left(\frac{\Omega}{\Omega.m}\right)$
Configuración básica (1 pica)	0,604
Variante con 2 picas	0,244
Variante con 3 picas	0,167

Tabla 1.7. Tabla 5 de la MT 2.23.35

Tensión nominal de la red U_n (kV)	Máximo valor de la resistencia de puesta a tierra, $R_{m\acute{a}x}$ (Ω)
13,2	150
15	175
20	230

Tabla 1.8. Valores máximos de la resistencia a tierra en apoyos no frecuentados de la Mt 2.23.35
Se tomará una configuración de electrodo con 2 picas, tal y como se muestra en la Figura 1.2.

$$R = kr * \rho = 0.244 * 400 = 97,6 \Omega$$

Este valor será inferior a los 230 Ω de la tabla 8, por lo que la puesta a tierra del apoyo será adecuada. A continuación, se tendrá que comprobar que el tiempo de actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra nunca superara los 10 segundos.

Según la compañía distribuidora (Iberdrola Distribución) la intensidad en caso de defecto franco a tierra está limitada a 500 A. Así pues, haciendo el cálculo con defecto a tierra se podrá calcular la X_n correspondiente.

$$I = \frac{1.1 U_n}{\sqrt{3} X_n}$$

$$500 A = \frac{1.1 * 20000}{\sqrt{3} X_n} \rightarrow X_n = \frac{1.1 * 20000}{\sqrt{3} * 500} = 25,4 \Omega$$

Para el cálculo de las intensidades máximas de las corrientes de defecto a tierra, se utilizará el circuito equivalente de Thevenin de la Figura 1.3. Así se obtendrá la siguiente formula.

$$I = \frac{(1.1 * 20000)}{\sqrt{3} * \sqrt{X_n^2 + R^2}} = \frac{(1.1 * 20000)}{\sqrt{3} * \sqrt{25.4^2 + 97.6^2}} = 125,94 A$$

La característica de actuación de las protecciones instaladas en las líneas aéreas de Iberdrola de tensión nominal igual o inferior a 20 kV, garantiza la actuación de las protecciones en un tiempo t, inferior al determinado por la relación siguiente:

$$I * t = 400$$

Por lo que se tendrá un tiempo de actuación de las protecciones de 3,17 segundos, cumpliéndose un valor menor de los 10 segundos comentados anteriormente.

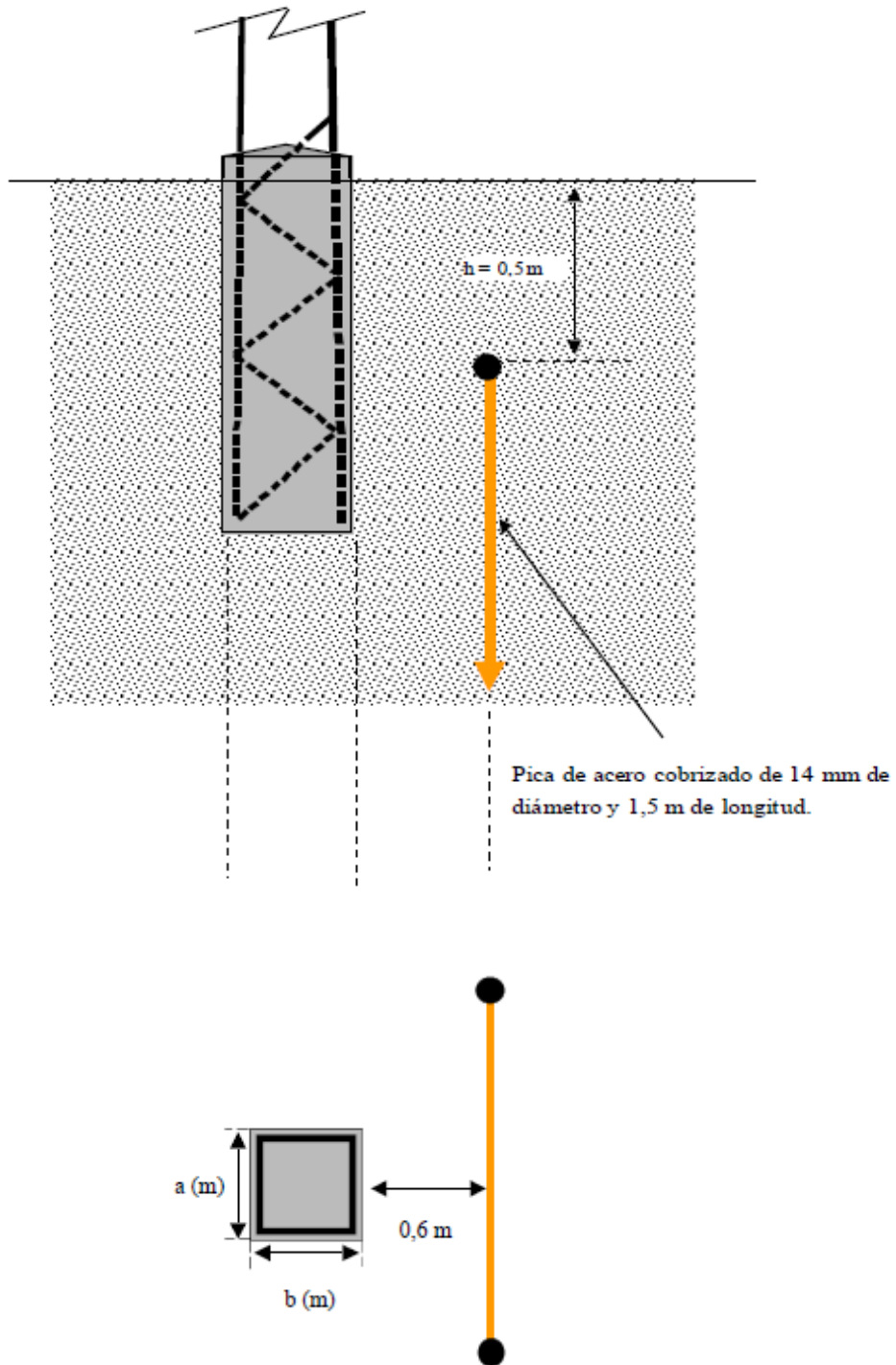


Figura 1.2. Configuración electrodo puesta a tierra para apoyos no frecuentados por MT2.23.35

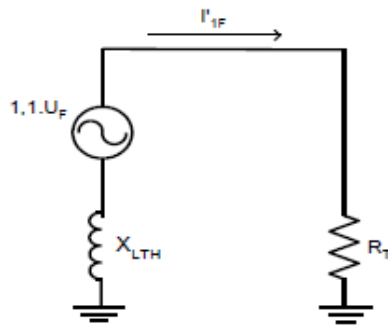


Figura 1.3. Equivalente de Thevenin para el cálculo de la intensidad máxima de defecto a tierra de la presente MT 2.23.35

Apoyo frecuentado con calzado

Se asignará un electrodo a partir de la cimentación del apoyo. Por lo que en el apoyo estudio de este apartado se designará un electrodo CPT-LA-34/0.5 con una K_r igual a 0,109 y una K_c igual a 0.034, tal y como se puede observar en la Figura 1.4, Figura 1.5 y Figura 1.6 sacadas respectivamente de la tabla 2 y 6 de la MT 2.23.35.

Dimensiones de la cimentación a (m) x b (m)	Dimensiones del electrodo (m)	Designación del electrodo
0,6 x 0,6	2,6 x 2,6	CPT-LA-26 / 0,5
0,8 x 0,8	2,8 x 2,8	CPT-LA-28 / 0,5
1 x 1	3 x 3	CPT-LA-30 / 0,5
1,2 x 1,2	3,2 x 3,2	CPT-LA-32 / 0,5
1,4 x 1,4	3,4 x 3,4	CPT-LA-34 / 0,5
1,6 x 1,6	3,6 x 3,6	CPT-LA-36 / 0,5
1,8 x 1,8	3,8 x 3,8	CPT-LA-38 / 0,5
2 x 2	4 x 4	CPT-LA-40 / 0,5
2,2 x 2,2	4,2 x 4,2	CPT-LA-42 / 0,5
2,4 x 2,4	4,4 x 4,4	CPT-LA-44 / 0,5
2,6 x 2,6	4,6 x 4,6	CPT-LA-46 / 0,5
2,8 x 2,8	4,8 x 4,8	CPT-LA-48 / 0,5
3 x 3	5 x 5	CPT-LA-50 / 0,5

Figura 1.4: Tipos de electrodos utilizados en líneas aéreas con apoyos frecuentados por la MT 2.23.35.

Designación del electrodo	K_r $\left(\frac{\Omega}{\Omega.m}\right)$
CPT-LA-26 / 0,5	0,128
CPT-LA-28 / 0,5	0,123
CPT-LA-30 / 0,5	0,118
CPT-LA-32 / 0,5	0,113
CPT-LA-34 / 0,5	0,109
CPT-LA-36 / 0,5	0,105
CPT-LA-38 / 0,5	0,102
CPT-LA-40 / 0,5	0,098
CPT-LA-42 / 0,5	0,095
CPT-LA-44 / 0,5	0,092
CPT-LA-46 / 0,5	0,089
CPT-LA-48 / 0,5	0,087
CPT-LA-50 / 0,5	0,084

Figura 1.5. Coeficiente de resistencia a tierra por la MT 2.23.35 para apoyos frecuentados con calzado.

Designación del electrodo	K_c $\left(\frac{V}{(\Omega.m).A}\right)$
CPT-LA-26 / 0,5	0,037
CPT-LA-28 / 0,5	0,036
CPT-LA-30 / 0,5	0,036
CPT-LA-32 / 0,5	0,035
CPT-LA-34 / 0,5	0,034
CPT-LA-36 / 0,5	0,034
CPT-LA-38 / 0,5	0,033
CPT-LA-40 / 0,5	0,032
CPT-LA-42 / 0,5	0,031
CPT-LA-44 / 0,5	0,031
CPT-LA-46 / 0,5	0,030
CPT-LA-48 / 0,5	0,029
CPT-LA-50 / 0,5	0,029

Figura 1.6. Coeficiente de tensión de contacto por la MT 2.23.35 para apoyos frecuentados con calzado.

La resistencia de puesta a tierra que presentará el electrodo, en ningún caso deberá ser superior a 50 Ω , lo cual es adecuada ya que en este caso la puesta de tierra tendrá un valor de 43,6 Ω , que se justifica a continuación.

$$R = kr * \rho = 0.109 * 400 = 43,6 \Omega$$

Como en el apartado de puesta a tierra para apoyos no frecuentados, la X_n será igual a 25,4 Ω por la misma fórmula utilizada. A continuación, se calculará la intensidad de defecto a tierra en esta situación de apoyo frecuentado con calzado.

$$I = \frac{(1.1 * 20000)}{\sqrt{3} * \sqrt{X_n^2 + R^2}} = \frac{(1.1 * 20000)}{\sqrt{3} * \sqrt{25.4^2 + 43,6^2}} = 251,723 A$$

Así pues, el tiempo de actuación de las protecciones será:

$$t = \frac{400}{I} = 1.589 \text{ s}$$

Este tiempo será adecuado al ser menor que los 10 segundos exigidos, pero además se deberá comprobar que las tensiones de paso y de contacto sean inferiores a los valores aplicables admisibles.

Se calculará la tensión de contacto máxima para posteriormente comprobar que la tensión máxima aplicada no será superior a esta.

$$U_c = kc * \rho * I = 0.034 * 400 * 251.723 = 3423,43 \text{ V}$$

Duración de la corriente de falta, t_F (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
0.60	185
0.70	165
0.80	146
0.9	126
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Tabla 1.9. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada en función de la duración de la corriente de falta.

Se interpolará para obtener el valor de la tensión de contacto aplicada para una duración de corriente de falta de 1,589 segundos.

$$V_{c \text{ ap ad}} = 96,987 \text{ V}$$

$$V_{p \text{ ap ad}} = V_{c \text{ ap ad}} * 10 = 969,87 \text{ V}$$

$$V_{ca} = V_{c \text{ ap ad}} * \left(1 + \frac{\frac{Ral}{2} + \frac{3 * \rho_s}{2}}{Rh} \right)$$

Siendo R_h la resistencia cuerpo humano= 1000 Ω y R_{al} igual a la resistencia de la suela del calzado = 2000 Ω

$$\begin{aligned} \rho_s &= \text{resistividad corregida del pavimento en contacto con los pies} = Cs * \rho_p \\ &= 0.6667 * 3000 = 2000 \end{aligned}$$

$$\rho_p = \text{resistividad del pavimento} = 3000 \Omega m(\text{hormigón})$$

$$C_s = 1 - 0.09 \left(\frac{1 + \frac{\rho}{\rho_p}}{2 * h_s + 0.106} \right) = 1 - 0.09 \left(\frac{1 + \frac{400}{3000}}{2 * 0.1 + 0.106} \right) = 0.6667$$

Entonces:

$$V_{ca} = V_{c \text{ ap ad}} * \left(1 + \frac{\frac{R_{al}}{2} + \frac{3 * \rho_s}{2}}{R_h} \right) = 484.94 \text{ V} < 3423,43 \text{ V}$$

Como se observa, no cumple las tensiones de contacto por lo que habrá que colocar un mallazo para eliminar estas tensiones como se observa en la Figura 1.7.

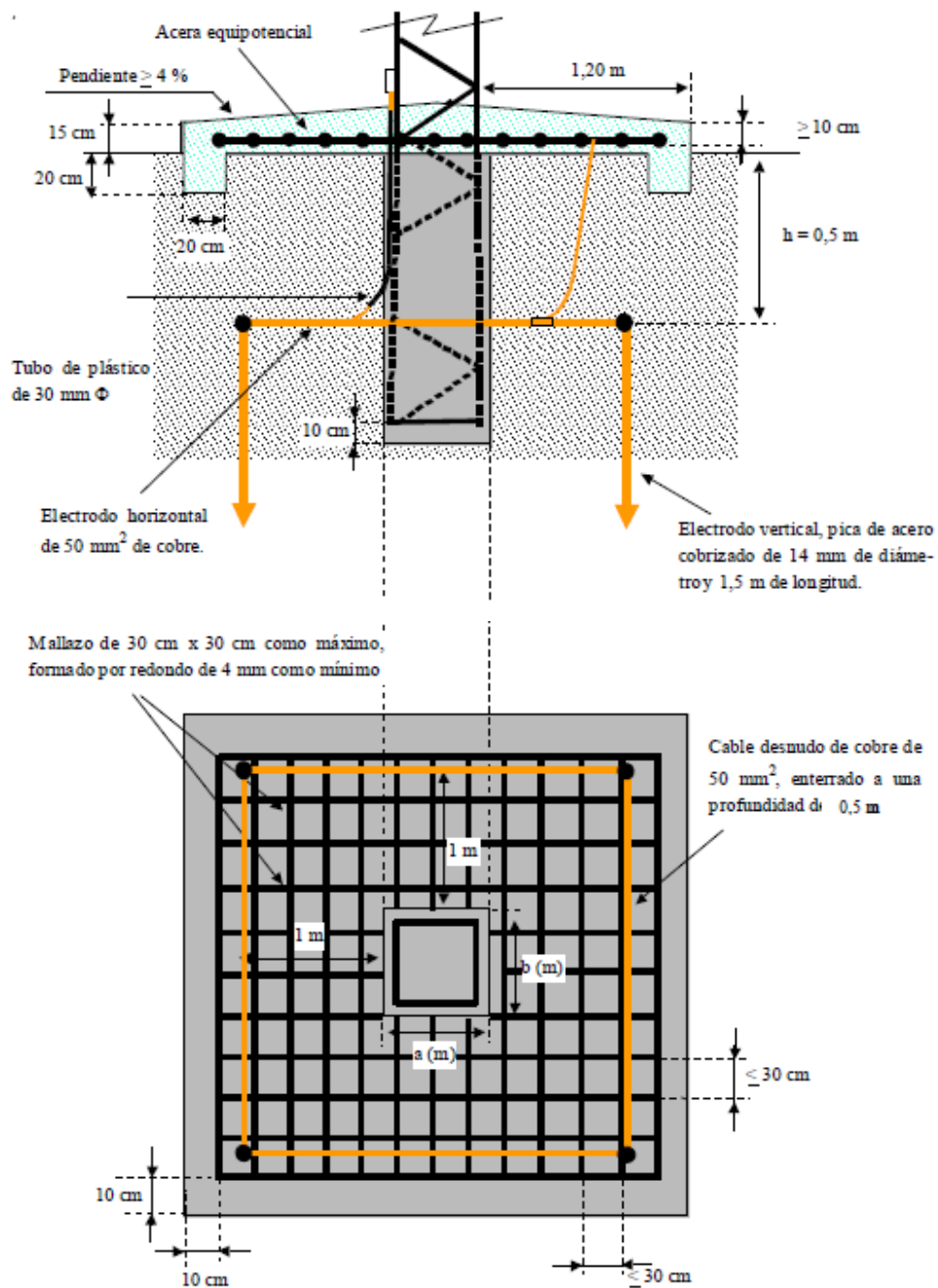


Figura 1.7. Acera de hormigón con mallazo equipotencial para apoyo frecuentado con calzado.

Para comprobar que cumple la seguridad con mallazo, hará falta calcular la tensión soportada de paso con dos pies dentro del terreno y con un pie en la acera y otro en el terreno. Para ellos de las Figuras 8 y 9, se obtendrá los coeficientes de tensión de paso. Siendo estas de 0,022 y 0,062 respectivamente.

Designación del electrodo	K_p $\left(\frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot A} \right)$
CPT-LA-26 / 0,5	0,028
CPT-LA-28 / 0,5	0,026
CPT-LA-30 / 0,5	0,024
CPT-LA-32 / 0,5	0,023
CPT-LA-34 / 0,5	0,022
CPT-LA-36 / 0,5	0,021
CPT-LA-38 / 0,5	0,020
CPT-LA-40 / 0,5	0,020
CPT-LA-42 / 0,5	0,019
CPT-LA-44 / 0,5	0,018
CPT-LA-46 / 0,5	0,018
CPT-LA-48 / 0,5	0,017
CPT-LA-50 / 0,5	0,016

Figura 1.8. Coeficiente de tensión de paso por la MT 2.23.35 para apoyos frecuentados con calzado con los dos pies en el terreno

Designación del electrodo	K_p $\left(\frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot A} \right)$
CPT-LA-26 / 0,5	0,076
CPT-LA-28 / 0,5	0,072
CPT-LA-30 / 0,5	0,068
CPT-LA-32 / 0,5	0,065
CPT-LA-34 / 0,5	0,062
CPT-LA-36 / 0,5	0,06
CPT-LA-38 / 0,5	0,057
CPT-LA-40 / 0,5	0,055
CPT-LA-42 / 0,5	0,053
CPT-LA-44 / 0,5	0,051
CPT-LA-46 / 0,5	0,049
CPT-LA-48 / 0,5	0,048
CPT-LA-50 / 0,5	0,046

Figura 1.9. Coeficiente de tensión de paso por la MT 2.23.35 para apoyos frecuentados con calzado con un pie en la acera y otro en el terreno.

Por lo que la máxima tensión admisible con los dos pies en el terreno y con un pie en el terreno y otro en la acera será las que se muestran a continuación.

Dos pies en el terreno:

$$U_{p, max} = k_p * \rho * I = 0.022 * 400 * 251.723 = 2215,16 V$$

Un pie en el terreno y otro en acera:

$$U_{p, acc, max} = k_p * \rho * I = 0.062 * 400 * 251.723 = 6242,73 V$$

Para comprobar que cumple la seguridad al colocar el mallazo estos valores deberán ser más pequeños que los admisibles.

$$Vp_{ad(dos\ pies\ terreno)} = Vp_{ap\ ad} * \left(1 + \frac{2Ral + 2 * 3 * \rho s}{Rh}\right) = 7177,04 V > 2215,16 V$$

$$Vp_{acc\ ad(terr-acera)} = Vp_{ap\ ad} * \left(1 + \frac{2Ral + 3 * \rho s + 3 * \rho s^*}{Rh}\right) = 11832,41 V > 6242,73 V$$

Siendo:

ρs^* = resistividad corregida de hormigón = 2000 Ωm

2.1.6. Otras características eléctricas

La intensidad de cortocircuito se calcula mediante la fórmula:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{1.73 * V_p}$$

Donde

S_{cc} = potencia de cortocircuito de la red en MVA (350 MVA según la compañía suministradora).

V_p = tensión de servicio en kV

I_{ccp} = corriente de cortocircuito en kA

La intensidad de cortocircuito es de 10,1 kA.

2.2. Mecánicos

2.2.1. Conductores.

El cálculo mecánico de los conductores puede consultarse en el anexo de cálculos de presente proyecto.

2.2.2. Distancias de seguridad.

Según el apartado 5 de la ITC-LAT-07, se deben cumplir las siguientes distancias mínimas de seguridad:

- Distancias al terreno:

$$6 m \leq d \leq 5,3 + Del\ m$$

- Distancia entre conductores de la misma línea:

$$ds \geq k\sqrt{F + L} + k' D_{pp}\ m$$

Siendo:

ds = separación en m

F = Flecha máxima en m

L= Longitud de la cadena de suspensión en m (para amarre o puntos fijos L=0).

k' = 0,85 para categoría especial y 0,75 para el resto.

Ángulo de oscilación de los cables con el viento	U > 30 kV	3ª categoría U ≤ 30 kV
>65°	0,7	0,65
Entre 40° y 65°	0,65	0,6
<40°	0,6	0,55

Tabla 1.10: Valores de k. Libro de apuntes de líneas y redes de alta tensión Tabla 3.3.

$$\text{Ángulo de oscilación} = \arctg\left(\frac{F_v}{P}\right)$$

Fv= fuerza debida al viento (máxima presión considerada en los cálculos.

P = peso propio del conductor.

Esta distancia puede reducirse en disposiciones de conductores en vertical o triángulo. Para la distancia vertical debe tomarse la situación de máxima flecha producida por el hielo o por una temperatura elevada de los conductores y admitir un ángulo de oscilación 0°.

- Distancia entre conductores y apoyos:

$$0,2 m \leq d \leq Del m$$

El cálculo de las distancias de seguridad puede consultarse en el anexo de cálculos de presente proyecto.

2.2.3. Tablas de tendido.

Las tablas de tendido son aquellas que expresan para cada vano de tendido, su flecha en cada condición de las estudiadas.

Estas condiciones estarán calculadas para el conductor de la línea aérea que corresponderá al LA-56 (47-al1/8-ST1A).

Vano	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	0°C		5°C		10°C		15°C		20°C	
				T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
1-2	30	8,2	127,56	185,2	0,12	175,8	0,12	167,5	0,13	160,1	0,13	153,4	0,14
2-3	134,13	-11,06	127,56	185,2	2,25	175,8	2,38	167,5	2,49	160,1	2,61	153,4	2,72
3-4	134,13	-7,36	127,56	185,2	2,25	175,8	2,37	167,5	2,49	160,1	2,6	153,4	2,72
4-5	147,67	1,21	147,67	242,8	2,08	229,3	2,2	217,2	2,32	206,4	2,44	196,8	2,56
5-6	147,67	-4,07	147,67	242,8	2,08	229,3	2,2	217,2	2,32	206,4	2,44	196,8	2,56
6-7	147,67	-14,29	147,67	242,8	2,09	229,3	2,21	217,2	2,33	206,4	2,46	196,8	2,58
7-8	147,67	5,67	147,67	247,4	2,04	233,4	2,16	220,9	2,29	209,7	2,41	199,7	2,53
8-9	147,67	-0,19	147,67	247,4	2,04	233,4	2,16	220,9	2,28	209,7	2,41	199,7	2,53

Vano	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	25°C		30°C		35°C		40°C		45°C	
				T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
1-2	30	8,2	127,56	147,4	0,15	142	0,15	137,1	0,16	132,6	0,16	128,5	0,17
2-3	134,13	-11,06	127,56	147,4	2,83	142	2,94	137,1	3,05	132,6	3,15	128,5	3,25
3-4	134,13	-7,36	127,56	147,4	2,83	142	2,94	137,1	3,04	132,6	3,14	128,5	3,25
4-5	147,67	1,21	147,67	188,1	2,68	180,3	2,8	173,3	2,91	166,9	3,02	161,1	3,13
5-6	147,67	-4,07	147,67	188,1	2,68	180,3	2,8	173,3	2,91	166,9	3,02	161,1	3,13
6-7	147,67	-14,29	147,67	188,1	2,69	180,3	2,81	173,3	2,92	166,9	3,04	161,1	3,15
7-8	147,67	5,67	147,67	190,8	2,65	182,7	2,76	175,5	2,88	168,9	2,99	162,9	3,1
8-9	147,67	-0,19	147,67	190,8	2,64	182,7	2,76	175,5	2,87	168,9	2,99	162,9	3,1

Tabla 1.11. Tablas de tendido.

Las tablas de tendido, además pueden consultarse en el anexo de cálculos del presente proyecto.

2.2.4. Apoyos.

Sobre los cables se considera esfuerzos debidos a variación de temperatura, presencia de hielo y viento. Por este motivo se deberá estudiar diferentes hipótesis desfavorables para ver que tensiones será capaz de soportar el apoyo.

En el caso que nos ocupa, según el Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión se establecerá una zona A, donde la altura sobre el nivel del mar no superará los 500 metros, por lo que se aplicará las hipótesis más desfavorables siendo estas a -5°C, viento de 120 km/h, además de considerarse el peso de los cables, accesorios y cualquier otra carga permanente que pueda existir.

No se considerará la hipótesis 2ª de presencia de hielo ya que a la altura sobre el mar a la que se encontrará la línea aérea no nieva. Además, la hipótesis 4ª de rotura de conductores solo se considerará en el principio y final de línea.

Apoyo	Tipo	Angulo relativo	Hipótesis 1ª (Viento) (-5:A)°C+V			
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)
1	Fin Línea		-90,7	38,6	1.348,40	
2	Alin. Susp.		210	120,3		
3	Alin. Susp.		78,2	203,2		
4	Ang. Am.	61,5°	81,3	1.434,60	203,2	
5	Alin. Susp.		115	227		
6	Alin. Susp.		132	222,7		
7	Alin. Am		44,3	230,1		
8	Alin. Susp.		117,2	222,2		
9	Fin Línea		55,4	137,9	1.628,30	

Apoyo	Tipo	Angulo relativo	Hipótesis 3ª (Desequilibrio de tracciones) (-5:A)°C+V				Hipótesis 4ª (Rotura de conductores) (-5:A)°C+V				Dist.Lt (m)	Dist.Min. Cond. (m)
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)		
1	Fin Línea						-55,4			299,6	1,5	0,46
2	Alin. Susp.		210		84,7							1,46
3	Alin. Susp.		78,2		90,9							1,46
4	Ang. Am.	61,5°	81,3	1.229,9	203,2							1,38
5	Alin. Susp.		115		111,2							1,47
6	Alin. Susp.		132		108,8							1,47
7	Alin. Am		44,3		203,3							1,38
8	Alin. Susp.		117,2		109,8							1,46
9	Fin Línea						41,9			542,8	1,5	1,37

Tabla 1.12. Tabla de Hipótesis.

El cálculo mecánico de los apoyos puede consultarse en el anexo de cálculos de presente proyecto.

2.2.5. Cimentaciones.

Los apoyos deben soportar grandes esfuerzos por lo que estos esfuerzos transmitidos al apoyo deben ser compensados, en último lugar, por la cimentación del apoyo.

Apoyo	Tipo	Esf.Uti Punta (daN)	Alt. Libre Apoyo (m)	Mom. Producido por el conductor (daN.m)	Esf.Vie. Apoyos (daN)	Alt. Vie. Apoyos (m)	Mom. Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)
1	Fin Línea	2.000	8,2	16.400	271,6	3,81	1.033,80	17.433,80
2	A.lin, Susp.	500	10,75	5.375	318,6	4,84	1.540,80	6.915,80
3	A.lin, Susp.	500	14,7	7.350	442,3	6,41	2.835,20	10.185,20
4	Ang, Am.	3.000	13,85	41.550	517,9	6,07	3.144,80	44.694,80
5	A.lin, Susp.	500	16,6	8.300	528,5	7,19	3.800,20	12.100,20
6	A.lin, Susp.	500	14,7	7.350	442,3	6,41	2.835,20	10.185,20
7	A.lin, Am	500	10,75	5.375	318,6	4,84	1.540,80	6.915,80
8	A.lin, Susp.	500	14,7	7.350	442,3	6,41	2.835,20	10.185,20
9	Fin Línea	2.000	12,1	24.200	412,3	5,38	2.217,10	26.417,10

Tabla 1.13. Esfuerzos soportados por los apoyos.

Apoyo	Tipo	Ancho Cimentación A (m)	Alto Cimentación H(m)	MONOBLOQUE	
				Coefic. Comp (daN/m ³)	Mom.Absorbido por la cimen. (daN.m)
1	Fin Línea	1,07	2,05	10	28.956,78
2	A.lin, Susp.	1,2	1,5	10	11.443
3	A.lin, Susp.	1,44	1,55	10	16.958,71
4	Ang, Am.	1,46	2,4	10	75.365,81
5	A.lin, Susp.	1,49	1,65	10	21.666,14
6	A.lin, Susp.	1,44	1,55	10	16.958,71
7	A.lin, Am	1,2	1,5	10	11.443
8	A.lin, Susp.	1,44	1,55	10	16.958,71
9	Fin Línea	1,3	2,15	10	43.734,68

Tabla 1.14. Tabla de Cimentación.

El cálculo de las cimentaciones de los apoyos puede consultarse en el anexo de cálculos del presente proyecto.

2.2.6. Distancias de seguridad en cruzamientos, paralelismos y paso por zonas.

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesiten efectuar Cruzamientos o Paralelismos, éstos se ajustarán a lo establecido en el apdo. 5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

Se considerarán las siguientes distancias de seguridad a cruzamiento y paralelismos:

- Cruzamientos:

Con los conductores de otra línea eléctrica, siendo siempre la de mayor tensión por arriba, incluidas líneas de telecomunicaciones.

$$d \geq D_{add} + D_{pp} \text{ m}$$

$D_{add}=2,5$ m para líneas hasta 66 kV (1,88 m para líneas hasta 30 kV si la distancia de cruce al apoyo de la línea superior no excede de 25 m.)

- Paralelismos:

En los planos del presente proyecto podrán consultarse las distancias de seguridad en cruzamientos, paralelismos y paso por zonas, que cumplirán con lo dispuesto en el apartado 5 de la ITC-LAT 07 del REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

INSTALACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PARA SUMINISTRO DE UNA EDAR

Índice del Centro de Transformación

3.	MEMORIA, INSTALACIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	34
3.1.	Resumen de características.....	34
3.1.1.	Titular	34
3.1.2.	Emplazamiento.....	34
3.1.3.	Situación (partida, paraje, calle...).....	34
3.1.4.	Actividad a la que se destina la energía transformada.	34
3.1.5.	Potencia unitaria de cada transformador y potencia total en kVA.....	34
3.1.6.	Tipo de centro (caseta, poste intemperie, prefabricado, etc.).....	34
3.1.7.	Tipo de Transformador (seco, aceite, etc.) y volumen del dieléctrico.....	35
3.1.8.	Presupuesto total	35
3.2.	Objeto.....	35
3.3.	Reglamentación y normas técnicas consideradas.....	35
3.4.	Emplazamiento.....	35
3.5.	Plazo de ejecución.....	36
3.6.	Características Generales del Centro de Transformación. Tipo de Centro, número y Potencia de Transformación en kVA. Dieléctrico de cada Transformador. Tensión kV.....	37
3.7.	Descripción de la Instalación.....	37
3.7.1.	Obra Civil.....	37
3.7.2.	Instalación eléctrica.....	39
3.7.3.	Puesta a Tierra.....	41
3.7.4.	Instalaciones secundarias.....	41
4.	ANEXO DE CÁLCULOS	43
4.1.	Intensidad de Alta Tensión.....	43
4.2.	Intensidad de Baja Tensión.....	43
4.3.	Cortocircuitos.....	44
4.4.	Selección de las Protecciones de Alta y Baja Tensión.....	44
4.5.	Ajustes del dispositivo térmico o de los relés.....	45
4.6.	Dimensionado de la ventilación del C.T.....	46
4.7.	Dimensiones del pozo apagafuegos.....	46
4.8.	Cálculo de las puestas a tierra.....	46

4.8.1.	Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.....	46
4.8.2.	Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.....	48
4.8.3.	Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.....	49
4.8.4.	Cálculo de las tensiones aplicadas.	49
4.8.5.	Investigación de tensiones transferibles al exterior	51

3. MEMÓRIA, INSTALACIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.1. Resumen de características.

3.1.1. Titular

AJUNTAMENT DE MONFORTE DEL CID

C.I.F.: P-8535150-F

PLAÇA AJUNTAMENT, 1

35530 MONFORTE DEL CID (ALICANTE)

3.1.2. Emplazamiento.

El emplazamiento del Centro de Transformación perteneciente a la Estación Depuradora de Aguas Residuales objeto del presente proyecto pertenecerá al término municipal de MONFORTE DEL CID (Alicante).

3.1.3. Situación (partida, paraje, calle...)

El Centro de Transformación objeto del presente proyecto estará situada en la partida Canta Lobos en el término municipal de MONFORTE DEL CID (Alicante), junto a la calle del Mar.

3.1.4. Actividad a la que se destina la energía transformada.

El Centro de Transformación tiene como misión modificar los parámetros de la potencia eléctrica (tensión y corriente) y de proporcionar un medio de interconexión entre la línea aérea de distribución y la instalación eléctrica. La energía transformada se destinará a alimentar la instalación de una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) perteneciente a Monforte del Cid.

3.1.5. Potencia unitaria de cada transformador y potencia total en kVA.

La potencia instalada en la Estación Depuradora de Aguas Residuales será de 242.277 kW, por lo que se optará por la colocación en el Centro de un único transformador.

- Potencia unitaria (nº transformadores x potencia): 1 x 400 kVA (TRANSFORMADOR 1)
- Potencia total: 400 kVA

3.1.6. Tipo de centro (caseta, poste intemperie, prefabricado, etc.).

El Centro de transformación de interior estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a la finalidad de dar suministro a la potencia que demanda la EDAR.

Atendiendo a su posición relativa respecto a la línea de alimentación será un Centro de Transformación entroncado a una línea aérea.

El tipo de Centro de Transformación será "Edificio Prefabricado", de hormigón compacto tipo EHC-3T1D. Este centro tendrá 3 puertas peatonales, una de mayores dimensiones para poder introducir el transformador, otra para la parte de abonado y otra para la parte de compañía. Todos estas partes deberán estar separadas por vallas.

El centro estará compuesto por una celda de Entrada, una celda de Protección y otra de Medida.

3.1.7. Tipo de Transformador (seco, aceite, etc.) y volumen del dieléctrico.

El transformador que se colocará será del tipo ACEITE de 400 kVA, con el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural, con los volúmenes de dieléctrico que se podrá observar en la tabla 1:

Transformador	Volumen del transformador (litros)
400 kVA	480

Tabla 2.1. Volúmenes de aceite transformadores.

Siendo el volumen total de 480 litros.

Las características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428 y a las normas particulares de la compañía suministradora.

3.1.8. Presupuesto total

El presupuesto total de la instalación es de 62.690,15 €

3.2. Objeto

El Centro de Transformación a instalar tendrá como objetivo dar potencia a la denominada instalación eléctrica de la Estación Depuradora de Aguas Residuales, modificando los parámetros de la potencia eléctrica (tensión y corriente) para poder servir de conexión entre la línea de distribución y la EDAR. Además de garantizar la seguridad de este Centro.

Se diseñará tanto la estructura del centro como cada una de las partes internas que componen el centro.

3.3. Reglamentación y normas técnicas consideradas

El proyecto del Centro de Transformación recogerá las características de los materiales, los cálculos que justificarán su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

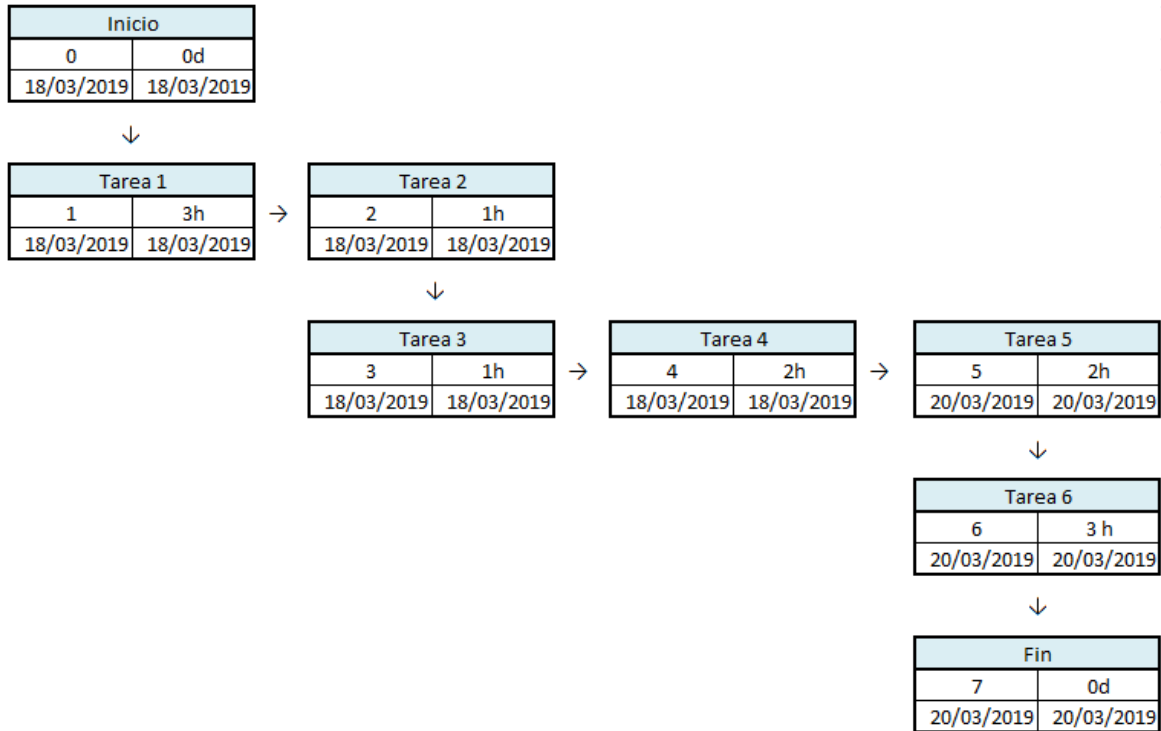
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión aprobada por Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo de 2014.
- Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de IBERDROLA.
- Especificaciones técnicas de Iberdrola NI 50.42.11 "Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta prefabricadas, con dieléctrico de SF6, para CT".

3.4. Emplazamiento

El Centro de Transformación de la EDAR objeto del presente proyecto quedará emplazada en su totalidad en el término municipal de MONFORTE DEL CID, (Alicante) en la partida de Canta Lobos.

3.5. Plazo de ejecución.

Este proyecto tendrá un plazo de ejecución de 3 días, tal y como se puede observar en el siguiente diagrama PERT.



Leyenda:

Nombre Tarea	
Nº tarea	Duración
Fecha inic.	Fecha fin

Esquema 2.1. Programa de ejecución del Centro de Transformación.

Siendo las tareas que se muestran a continuación:

Tarea 1: Excavación perimetral

Tarea 2: Instalación de Puesta a Tierra

Tarea 3: Relleno de la excavación

Tarea 4: Nivelación del terreno

Se nivelará el terreno para la posterior colocación del edificio prefabricado.

Tarea 5: Descarga y colocación del Centro de Transformación

Se descargará el edificio prefabricado sobre el terreno anteriormente alineado.

Tarea 6: Realización de las conexiones eléctricas.

Se harán las conexiones necesarias a la línea aérea y a la instalación eléctrica de baja tensión para poder suministrar correctamente energía a la instalación final.

Tarea 7: Fin.

3.6. Características Generales del Centro de Transformación. Tipo de Centro, número y Potencia de Transformación en kVA. Dieléctrico de cada Transformador. Tensión kV.

El Centro de Transformación de nueva implantación, será de tipo interior y se emplearán para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálicas según norma UNE-EN 62271-200.

Será una máquina trifásica reductora de tensión, ya que la finalidad de este centro será reducir la tensión de la línea de 20 kV a 420 V de la instalación eléctrica de la Estación Depuradora de Aguas Residuales. Tendrá un grupo de conexión Dyn11.

La acometida al mismo será subterránea, que alimentará al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV mediante la línea aérea estudiada y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

Las características generales del centro de transformación son:

Tipo de centro	Transformador Nº	Potencia	Tipo	Volumen de dieléctrico	Tensión
Edificio prefabricado	TRAFO 1	400 kVA	ACEITE	480 Litros	24 kV

Tabla 2.2. Características Generales Centro de Transformación.

Las celdas a emplear serán de la serie SM6, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

3.7. Descripción de la Instalación.

3.7.1. Obra Civil.

LOCAL

El Centro estará ubicado en el interior de una caseta independiente únicamente a esta finalidad, con las siguientes características:

- Construcción: Prefabricado de hormigón.
- Dimensiones (Largo x Ancho x Alto): 3760x2500x2535 mm
- Puertas peatonales: 3 puertas (2 de acceso y una puerta para el transformador)

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón compacto modelo EHC. Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica lo que permitirá una cómoda y fácil instalación.

MATERIAL

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) será de hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas

de resistencia característica (superior 250 kg/cm² a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

EQUIPOTENCIALIDAD

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Según se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, dentro del hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 Ohmios (RU 1303A).

Los elementos metálicos unidos al sistema equipotencial no serán accesibles desde el exterior.

IMPERMEABILIDAD

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y acumulaciones de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

GRADOS DE PROTECCIÓN

Los grados de protección hace referencia a la preparación de estos materiales a la penetración de líquidos.

Serán conformes a la UNE 20324/89 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

ENVOLVENTE

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en la fábrica.

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

SUELOS

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se tapan con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

CUBA DE RECOGIDA DE ACEITE

La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del hormigón. Estará diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base.

En la parte superior irá dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

PUERTAS Y REJILLAS DE VENTILACIÓN

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán diseñadas para que se puedan abatir 180º hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90º con un retenedor metálico.

3.7.2. Instalación eléctrica

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 20 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 350 MVA, según los datos proporcionados por la Compañía suministradora.

CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

Características generales de las celdas.

- 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.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400-630 A.
- Intensidad asignada en interruptor automa: 400-630 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles: 200 A.
- Intensidad nominal admisible 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.

El grado de protección de la envolvente será IP2X / IK08.

El poder de corte de la aparamenta será de 400 A eficaces en las funciones de línea y de 16 kA en las funciones de protección (ya se consiga por fusible o por interruptor automático).

El poder de cierre de todos los interruptores será de 40 kA cresta.

Todas las funciones (tanto las de línea como las de protección) incorporarán un seccionador de puesta a tierra de 40 kA cresta de poder de cierre.

Deberá existir una señalización positiva de la posición de los interruptores y seccionadores de puesta a tierra. Además, el seccionador de puesta a tierra deberá ser directamente visible a través de visores transparentes.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

Celda de línea

Dimensiones (anchura, profundidad y altura): 375 x 940 x 1600 mm

- Juego de barra tripolar de 400 A
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6
- Indicadores de presencia de tensión
- Manto CIT manual
- Embarrado de puesta a tierra
- Bornes para conexión de cable

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².

Celda de protección con interruptores-fusibles combinados

Dimensiones (anchura, profundidad y altura): 375 x 940 x 1600 mm

- Juego de barra tripolar de 400 A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA, que estará equipado con bobina de apertura a emisión a 220 V y 50 Hz.
- Manto CIT manual de acumulación de energía
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica tipo MESA CF (DIN 43625), de 24kV, y calibre 25 A.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Relé autoalimentado a partir de 5A de fase para la protección indirecta de sobrecarga y homopolar, asociado a la celda de protección. Se asociará a tres toroidales, que provocará la apertura del interruptor cuando se detecte una sobrecarga o una corriente homopolar superior o igual al umbral de sensibilidad preseleccionado y después de la temporización definida.
- Enclavamiento por cerradura tipo C4 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda QM no se ha cerrado previamente.

Celda de medida

Dimensiones (anchura, profundidad y altura): 700 x 1038 x 1600 mm

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 16 kA.
- Entrada y salida por cable seco.

- 3 Transformadores de intensidad de relación 5-10/ 5 A 10VA CL. 0.5S, Ith= 200 In, gama extendida al 150% y aislamiento 24 kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación 22000:V3/110:V3 10VA CL. 0.2, potencia a contratar de 250 kW, Ft= 1,9 y aislamiento 24 kV.

3.7.3. Puesta a Tierra

Tierra de protección:

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, construyendo el colector de tierras de protección.

Tierra de servicio:

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja de los transformadores del equipo de medida.

3.7.4. Instalaciones secundarias

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. Este nivel mínimo será de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos, 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.

Además, se dispondrá de un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

Protección contra incendios

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

Ventilación

La ventilación del centro de transformación se realizará mediante las rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, colocándolas a distinto nivel.

Estas rejas 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.

Medidas de seguridad y señalización

Respecto a la seguridad de las celdas tipo SM6:

- Solo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra solo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables con el panel delantero retirado, pero no será posible cerrar el interruptor.

4. ANEXO DE CÁLCULOS

4.1. Intensidad de Alta Tensión.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria (I_p) viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo: S = Potencia del transformador en kVA = 400 kVA.

U = Tensión compuesta primaria en kV = 20 kV.

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Así pues, tendremos:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U} = \frac{400}{\sqrt{3} * 20} = 11,55 \text{ A}$$

Transformador	I_p (A)
400 kVA	11.55

Tabla 2.3. Intensidad de Alta Tensión

4.2. Intensidad de Baja Tensión.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo: S = Potencia del transformador en kVA.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro = 930 W

W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos = 4600 W

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kV = 0,4 kV.

I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

Así pues se obtendrá:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Transformador	Pérdidas totales (kW)	I_s (A)
400 kVA	5.03	569.37

Tabla 2.4. Intensidad en baja tensión.

4.3. Cortocircuitos.

Según la compañía Suministradora, para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determinará una potencia de cortocircuito de 350 MVA.

Cálculo de las corrientes de cortocircuito.

Se utilizará las siguientes expresiones:

- **Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:**

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo: S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.=350 MVA

U = Tensión primaria en kV.=20 kV

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

Transformador	I_{ccp} (kA)
400 kVA	10,1

Tabla 2.5. Intensidad primaria de c.c.

- **Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:**

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo: S = Potencia de transformador en kVA.=400 kVA

U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador= 4%

U_s = Tensión secundaria en carga en V.= 400 V

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

Transformador	U_{cc} (%)	I_{ccs} (kA)
400 kVA	4	14,43

Tabla 2.6. Intensidad secundaria de c.c.

4.4. Selección de las Protecciones de Alta y Baja Tensión.

Alta tensión

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De cualquier forma, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del

transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0.1 segundos es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

En función de la potencia del transformador a proteger, la intensidad nominal de los fusibles tendrá un valor u otro.

Transformador	Intensidad nominal del fusible de A.T (A)
400 kVA	25

Tabla 2.7. Fusible de A.T.

Baja tensión

Los elementos de protección de las salidas de Baja Tensión del C.T. será objeto de estudio en el proyecto eléctrico de Baja Tensión de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR).

4.5. Ajustes del dispositivo térmico o de los relés.

El dispositivo térmico se ajustará como máximo conforma a los siguientes valores de temperatura, tomando como temperatura máxima ambiente -40°C.

- Transformadores en baño de aceite o silicona:

Alarma 90 °C

Disparo 100 °C

- Transformadores encapsulados aislamiento seco clase térmica F:

Alarma 140°C.

Disparo 150°C.

Los relés de sobreintensidad si los hubiese, se ajustarían conforme a los siguientes valores y tiempos de actuación, procurando mantener la selectividad con las protecciones aguas arriba y aguas abajo.

- Relé de sobreintensidad de fase (50-51):

Intensidad de arranque un 40 % por encima de la intensidad primaria.

Curva Inversa según IEC, con índice de tiempo o factor K = 0.1.

Disparo Instantáneo por encima del valor de la corriente de inserción de los transformadores y del valor de la intensidad debida a un cortocircuito en el lado de baja tensión, y por debajo de la corriente de cortocircuito primaria. Por lo general se ajustará a 22 veces la intensidad nominal para potencias hasta 1000 kVA, y a 18 veces para potencias superiores.

- Relé de sobreintensidad de fase (50N-51N):

Intensidad de arranque al 40 % de la intensidad de arranque de fase para potencias hasta 1000 kVA y al 20 % para potencias superiores.

Curva Inversa según IEC, con índice de tiempo o factor $K = 0.1$.

Disparo Instantáneo ajustado a 4 veces la intensidad de arranque de tierra.

4.6. Dimensionado de la ventilación del C.T.

Las rejillas de la ventilación del edificio prefabricado estarán diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador.

Esta manera más eficiente de disponer las rejillas de la ventilación, es a diferentes alturas ya que así se fuerza la ventilación.

Todas las rejillas de ventilación vendrán provistas de una tela metálica mosquitero.

4.7. Dimensiones del pozo apagafuegos

El foso de recogida de aceite tendrá que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de agentes refrigerantes que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total.

Por lo que el volumen mínimo del foso deberá ser de 480 litros que son los litros de aceite que contiene el transformador que se colocará de 400 kVA.

Así pues, no habrá ningún problema ya que el prefabricado tendrá un foso de recogida de aceite de 760 litros por transformador.

4.8. Cálculo de las puestas a tierra.

El terreno donde se instalará el Centro de Transformación tendrá una resistividad eléctrica del terreno de $400 \Omega m$.

4.8.1. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

TIERRA DE PROTECCIÓN

Al sistema de tierra de protección se le conectarán las partes metálicas de la instalación que no estén a tensión normalmente pero puedan estarlo a causa de averías. Así pues, se pondrán a tierra los elementos indicados en el punto 6.1 de la ITC-RAT 13, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas, carcasas de los transformadores, etc.

Para el cálculo de esta protección se necesitará los siguientes parámetros de cálculo de tierras de UNESA.

UNESA	$K_r (\Omega/\Omega m)$	$K_p (V/(\Omega m A))$
40-30/5/42	0.1	0.0231

Tabla 2.8. Parámetros de cálculo de tierra.

Estos parámetros y las siguientes formulas se utilizarán 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).

$$Rt = Kr * \rho$$

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

$$Ud = Id * Rt$$

Siendo: $\rho = 400 \Omega m$
 $Kr = 0.1 \Omega/\Omega m$
 $Usmax = 20000 V$

Rt (Ω)	Id (A)	Ud (V)
40	243,69	9747,8

Tabla 2.9. Puesta a tierra.

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que las tensiones máximas de defecto calculado, por lo que deberá ser como mínimo de 9747,8 Voltios. Así se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro y no afecten a la red de Baja Tensión.

Así mismo se deberá comprobar que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 A, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

Se adoptará la siguiente configuración para la tierra de protección:

- Estará constituida por 4 picas de disposición rectangular unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.
- Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. La longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 14 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.

Esta configuración podrá verse en el plano número 5.

TIERRA DE SERVICIO

A este sistema se conectarán el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida, indicados en el punto 6.2 de la ITC-RAT 13.

Para el cálculo de esta protección se necesitará los siguientes parámetros de cálculo de tierras de UNESA.

UNESA	Kr ($\Omega/\Omega\text{m}$)	Kp ($\text{V}/(\Omega \text{ m A})$)
5/62	0.073	0.012

Tabla 2.10. Parámetros de cálculo de protección.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37Ω , ya que con esto 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 ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios puesto que $37 \Omega * 0.650 \text{ A} = 24 \text{ V}$.

Así tenemos una resistencia a tierra de 29.2Ω .

$$R_t = K_r * \rho = 0.073 * 400 = 29.2 \Omega$$

Por lo que está protegida contra contacto indirectos.

Se adoptará la siguiente configuración para la tierra de protección:

- Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección.
- Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. 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.

A fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión, existirá una separación mínima entre las picas de tierra de protección y las picas de la tierra de servicio de 15.52 m, esta distancia estará justificada en el apartado 2.8.5.

Esta distribución se podrá observar en el plano número 5.

4.8.2. 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.

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:

$$U_p = k_p * \rho * I_d = 0,0231 * 400 * 243,69 = 2251,7 \text{ V}$$

4.8.3. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

En el piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado que 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 a tensión, de forma eventual, esté 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.

El edificio prefabricado de hormigón EHC estará constituido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

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:

$$U_{p \text{ acceso}} = U_d = R_t * I_d = 40 * 243,59 = 9747,8 V$$

4.8.4. Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada que se puede aceptar (en voltios), será conforme a la tabla 1 de la ITC-RAT-13 de instalaciones de puesta a tierra que se observa a continuación:

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Tabla 2.11. Tabla 1 de la ITC-RAT-13. Valores admisibles de la tensión de contacto en función de la duración de la corriente de falta.

La compañía eléctrica suministradora proporciona un valor de tiempo de duración de corriente de falta de 0.5 seg. Por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano será de 204 V.

$$U_{ca} = 204 \text{ V}$$

Emplearemos las expresiones que se mostrarán a continuación para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior.

$$U_p(\text{exterior}) = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2Ra1 + 6\rho}{1000} \right)$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2Ra1 + 6\rho + 3\rho h}{1000} \right)$$

Siendo: U_{ca} = Tensión de contacto aplicada = 204 V

$Ra1$ = Resistencia del calzado = 2000 Ωm

ρ = resistividad del terreno = 400 Ωm

ρh = resistividad del hormigón = 3000 Ωm

Por lo que calculando obtendremos:

$$U_p(\text{exterior}) = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2Ra1 + 6\rho}{1000} \right) = 15096 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2Ra1 + 6\rho + 3\rho h}{1000} \right) = 31008 \text{ V}$$

Así pues, deberemos comprobar que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles.

En el exterior:

$$U_p = 2251.7 \text{ V} < 15096 \text{ V} = U_p \text{ (exterior)}$$

En el acceso al C.T.:

$$U_d = 9747.8 \text{ V} < 31008 \text{ V} = U_p \text{ (acceso)}$$

Por lo que quedará comprobado que los valores de tensión máximos admisibles será mayor que los valores que realmente podrá haber tanto en el exterior como en el acceso al Centro de Transformación.

4.8.5. Investigación de tensiones transferibles al exterior

Existirá una distancia de separación mínima $D_{\text{mín}}$ entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, con la finalidad de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto.

Esta distancia viene determinada como:

$$D_{\text{mín}} = \frac{\rho * I_d}{2000 * \pi} = 15.52 \text{ m}$$

Siendo:

$$\rho = 400 \text{ } \Omega \text{ m}$$

$$I_d = 243.69 \text{ A}$$

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA EDAR

Índice Instalación EDAR

5.	MEMORIA, INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	55
5.1.	Resumen de características.....	55
5.1.1.	Titular	55
5.1.2.	Emplazamiento.....	55
5.1.3.	Situación (partida, paraje, calle...).....	55
5.1.4.	Tipo de industria o actividad.	55
5.1.5.	Potencia instalada en kW.	55
5.1.6.	Potencia máxima admisible en kW	55
5.1.7.	Tensión simple y compuesta en V	55
5.1.8.	Presupuesto total.	55
5.2.	Objeto.....	56
5.3.	Emplazamiento.....	56
5.4.	Reglamentación y normas técnicas consideradas.....	56
5.5.	Clasificación y características de la instalación	56
5.5.1.	Sistema de alimentación. Tensiones de alimentación.	56
5.5.2.	Clasificación. Según riesgo de las dependencias de la industria, delimitando cada zona y justificando la clasificación adoptada.....	57
5.5.3.	Características de la instalación.	57
5.6.	Programa de necesidades.	65
5.7.	Descripción de la instalación.	66
5.7.1.	Instalaciones de enlace	66
5.7.2.	Instalaciones receptoras fuerza y alumbrado.	66
5.7.3.	Puesta a tierra	71
5.7.4.	Equipos de corrección de energía reactiva	72
5.8.	Programa de ejecución.....	73
6.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	75
6.1.	Tensión Nominal y Caída de Tensión Máxima Admisible.....	75
6.2.	Procedimiento de cálculo utilizado	75
6.3.	Potencia prevista de cálculo.....	76
6.4.	Cálculos luminotécnicos	79

6.4.1.	Eficiencia energética en la instalación de alumbrado exterior.	109
6.4.2.	Niveles de iluminación requeridos.	109
6.4.3.	Niveles de iluminación obtenidos.	109
6.4.4.	Eficiencia energética de la instalación.....	109
6.4.5.	Clasificación energética de la instalación	110
6.5.	Cálculos eléctricos: alumbrado y fuerza motriz	111
6.6.	Cálculo de protecciones a instalar en las diferentes líneas generales y derivadas.....	120
6.7.	Cálculo del sistema de protección contra contactos indirectos.....	127
6.8.	Cálculo de Batería de condensadores	127

5. MEMORIA, INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

5.1. Resumen de características.

5.1.1. Titular

AJUNTAMENT DE MONFORTE DEL CID

C.I.F.: P-8525150-F

PLAÇA AJUNTAMENT, 1

35530 MONFORTE DEL CID (ALICANTE)

5.1.2. Emplazamiento.

El emplazamiento de la instalación eléctrica de baja tensión de la estación depuradora de aguas residuales objeto del presente proyecto pertenece al término municipal de MONFORTE DEL CID, (Alicante).

5.1.3. Situación (partida, paraje, calle...)

La instalación eléctrica de baja tensión de la estación depuradora de aguas residuales objeto del presente proyecto está situada en la partida Canta Lobos en el término municipal de MONFORTE DEL CID, (Alicante),

5.1.4. Tipo de industria o actividad.

La actividad de la presente instalación será la de suministro eléctrico y distribución de la instalación eléctrica de una “Estación Depuradora de Aguas Residuales” (EDAR).

5.1.5. Potencia instalada en kW.

La potencia instalada para poder satisfacer todas las necesidades de la Estación Depuradora de Aguas Residuales objeto de estudio será de 242,277 kW.

La potencia instalada vendrá dada por toda la maquinaria necesaria para dar servicio a la EDAR, la circuitería de alumbrado exterior y el alumbrado interior de los edificios.

5.1.6. Potencia máxima admisible en kW

El interruptor automático general de la instalación será de 630 A por lo que la potencia máxima admisible de la instalación será de 348 kW, muy superior a la máxima potencia que puede darse en la instalación eléctrica de la EDAR de 242,277 kW.

5.1.7. Tensión simple y compuesta en V

-Tensión simple entre fases y neutro: 230 V

-Tensión compuesta entre fases: 400 V

5.1.8. Presupuesto total.

El presupuesto total de la instalación eléctrica de baja tensión de la EDAR es de 92.371,24 €.

5.2. Objeto

Esta instalación eléctrica de baja tensión tendrá como objetivo dar servicio a la denominada instalación eléctrica de la EDAR.

Las soluciones adoptadas en este proyecto estarán debidamente justificadas en la memoria del mismo, habiendo quedado reflejado sobre los planos correspondientes, todos los aspectos de localización y constructivos necesarios para el buen fin de las obras de instalación.

Se diseñará la instalación y se analizará las potencias de cada equipo necesario para dar servicio a la estación depuradora de aguas residuales, así como los factores de potencia y los rendimientos de los motores necesarios.

Constará de un Cuadro General de Baja Tensión y ocho subcuadros que serán capaces de dar suministro a todos los equipos de la EDAR. Y para no tener pérdidas por potencia reactiva a causa de toda la maquinaria instalada se colocará una batería de condensadores.

5.3. Emplazamiento

La instalación eléctrica de la EDAR objeto del presente proyecto quedará emplazada en su totalidad en el término municipal de MONFORTE DEL CID, (Alicante) en la partida de Canta Lobos.

5.4. Reglamentación y normas técnicas consideradas

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT.
- 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 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.
- 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.
- Recomendaciones UNESA.

5.5. Clasificación y características de la instalación

5.5.1. Sistema de alimentación. Tensiones de alimentación.

El suministro principal se hará a una tensión de 400/230 V y 50 Hz mediante el Centro de Transformación de 400kVA, directamente al Cuadro General de Baja Tensión, que se situará en el Edificio de Control.

5.5.2. Clasificación. Según riesgo de las dependencias de la industria, delimitando cada zona y justificando la clasificación adoptada.

Al ser una Estación Depuradora de Aguas Residuales y al situarse a la intemperie, la instalación quedará clasificada como “Locales mojados”.

Tal y como muestra la ITC-BT 30, los locales o emplazamientos mojados son aquellos en que los suelos techos y paredes estén o puedan estar impregnados de humedad y donde se vean aparecer, aunque sólo sea temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien estar cubiertos con vaho durante largos períodos. Considerándose así las fábricas de apresto, tintorerías, instalaciones a la intemperie, etc.

En estos locales se considerará una tensión de contacto máxima de 24 V ante cualquier fallo eléctrico.

5.5.3. Características de la instalación.

Instalación

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que procedan.

Tipo de conductores

Los conductores que se utilizarán en la instalación serán de los siguientes tipos:

-Para la acometida desde el C.T “EDAR MC” al cuadro General será de tipo 0.6/1 kV de tensión de trabajo, aislamiento de designación RZ1-K(AS) de la sección determinada en cálculos.

-Para las acometidas a subcuadros/máquinas se utilizará cable del tipo RZ1 0.6/1 kV de Cobre, de sección adecuada y perfectamente identificados.

-Para la instalación interior (luminarias y TC) en las zonas interiores, se utilizarán cables del tipo H07Z 450/750 V, de las secciones adecuadas a cada receptor/carga y perfectamente identificados.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3% para alumbrado y del 5% para los demás usos.

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 para varios circuitos.

Los conductores se marcarán con la letra, fase y circuito, tanto a la entrada, como a la salida de los interruptores automáticos de cualquier aparato de corte y en las cajas y arquetas de conexión, con el fin de ser inidentificables en cualquier momento.

Canalizaciones fijas

Las canalizaciones, según la ITC-30, serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a que no tenga efectos perjudiciales a las proyecciones de agua en todas direcciones (IPX4). Las canalizaciones prefabricadas tendrán el mismo grado de protección IPX4.

Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750 V o 0,6/1 kV, y discurrirán por el interior de tubos y/o canales.

La bandeja empleada en canalizaciones vistas y canalizaciones por pared/techo se realizará con acero galvanizado ciega/ranurada sin tapa o con tubo PVC rígido, para cada una de las derivaciones desde la bandeja a equipos.

Las canalizaciones tendrán unas dimensiones tales que permita alojar los conductores de la instalación, manteniendo una reserva de espacio del orden del 30% para futuras ampliaciones o modificaciones.

Canalizaciones	Lugar
Enterrado (D)	Exteriores
Unipolares o Multipolares. Sobre pared (C)	Interiores
Por pared/techo (B1)	Interiores

Tabla 3.1. Tipo de canalizaciones existentes.

En el apartado 1.7.2 se podrá ver el tipo de canalización correspondiente a cada circuito de la instalación eléctrica.

Luminarias

Las luminarias que se emplearán en la instalación serán aquellas que cumplan con la iluminancia mínima exigida.

Por tanto, para el alumbrado exterior se instalarán 11 luminarias de 53 W dispuestas en columna a 6 metros del suelo alrededor de todo el vial dispuesto por toda la Estación Depuradora de Aguas Residuales.

Para la iluminación interior de los edificios que forman la EDAR, se dispondrá de 14 proyectores de 70 W en el edificio de Pretratamiento y 41 Luminarias LED de 24 W en el edificio de Control.

Además, se dispondrán luminarias de emergencia autónomas de 160 lúmenes, conectadas de forma directa a los proyectores cercanos para asegurar su función en caso de fallo de la instalación. Estas luces de emergencia deberán situarse al menos a 2 metros sobre el suelo y además se dispondrán una por cada puerta de salida.

Ubicación	Potencia por Luminaria (W)	Unidades	Luminaria
Sala de Pretratamiento	70	14	LAMP 8401523 FLSH-4 SYM HIT
Sala de Control	24	41	LED KUADRATA
Exterior	53	11	BENITO ILLIO2443 ELIUM 24LED

Tabla 3.2. Tabla de Luminarias de la EDAR

Tomas de corriente

Todas las bases de tomas de corriente deberán estar previstas de un contacto de tierra que debe estar conectado al conductor de equipotencialidad.

Las tomas de corriente que se instalen en el suelo irán dentro de envolventes protegidas contra la penetración del agua.

Aparatos de maniobra y protección

Todos los circuitos podrán desconectarse de la alimentación por medio de interruptores (o magnetotérmicos) de corte omnipolar, con separación entre contactos de 4 mm.

Se colocarán interruptores adecuados (pueden ser los propios interruptores automáticos, interruptores diferenciales, magnetotérmicos o interruptores manuales) de corte omnipolar que permitan la conexión y desconexión en carga de:

- La instalación receptora completa (excepto pequeños servicios permanentes).
- Cualquier receptor (para los pequeños receptores se podrán utilizar las clavijas de toma de corriente de 16 A de intensidad nominal).
- Circuitos de mando y control.
- Las instalaciones a la intemperie.
- Los circuitos con origen en cuadros de distribución.
- Los cuadros secundarios.

En las líneas que van a los cuadros secundarios, al tratarse de circuitos largos donde el principio y final están situados en diferentes edificios, se colocará un interruptor de corte en carga.

Circuito	I. Magnetotérmico	Poder de Corte (kA)	Corte en Carga
CG-1	10 A (II)	15	---
CG-2	10 A (II)	15	---
CCM1	50 A (IV)	15	50 A (IV)
C.1.1	32 A (IV)	4,5	---

Circuito	I. Magnetotérmico	Poder de Corte (kA)	Corte en Carga
C1.1.1	16 A (IV)	4,5	---
C1.1.2	16 A (IV)	4,5	---
C1.1.3	16 A (IV)	4,5	---
C1.2	20 A (IV)	4,5	---
C1.2.1	16 A (IV)	4,5	---
C1.2.2	16 A (IV)	4,5	---
C1.2.3	16 A (IV)	4,5	---
C1.2.4	16 A (IV)	4,5	---
CCM2	50 A (IV)	15	50 A (IV)
C.2.1	25 A (IV)	4,5	---
C2.1.1	16 A (IV)	4,5	---
C2.1.2	16 A (IV)	4,5	---
C2.1.3	16 A (IV)	4,5	---
C.2.2	32 A (IV)	4,5	---
C2.2.1	16 A (IV)	4,5	---
C2.2.2	16 A (IV)	4,5	---
C2.2.3	16 A (IV)	4,5	---
CCM3	100 A (IV)	15	80 A (IV)
C.3.1	50 A (IV)	4,5	---
C3.1.1	20 A (IV)	4,5	---
C3.1.2	20 A (IV)	4,5	---
C3.1.3	20 A (IV)	4,5	---

Circuito	I. Magnetotérmico	Poder de Corte (kA)	Corte en Carga
C3.1.4	16 A (IV)	4,5	---
C.3.2	16 A (IV)	4,5	---
C3.2.1	16 A (IV)	4,5	---
C3.2.2	16 A (IV)	4,5	---
C3.2.3	16 A (IV)	4,5	---
C.3.3	16 A (IV)	4,5	---
C3.3.1	16 A (IV)	4,5	---
C3.3.2	16 A (IV)	4,5	---
C3.3.3	16 A (IV)	4,5	---
CCM4	32 A (IV)	15	---
C.4.1	32 A (IV)	4,5	---
C4.1.1	16 A (IV)	4,5	---
C4.1.2	16 A (IV)	4,5	---
C4.1.3	16 A (IV)	4,5	---
CCM5	40 A (IV)	15	40 A (IV)
C.5.1	32 A (IV)	4,5	---
C5.1.1	16 A (IV)	4,5	---
C5.1.2	16 A (IV)	4,5	---
C5.1.3	16 A (IV)	4,5	---
C.5.2	16 A (IV)	4,5	---
C5.2.1	16 A (IV)	4,5	---
C5.2.2	16 A (IV)	4,5	---

Circuito	I. Magnetotérmico	Poder de Corte (kA)	Corte en Carga
C5.2.3	16 A (IV)	4,5	---
CCM6	160 A (IV)	15	160 A (IV)
C.6.1	20 A (IV)	10	---
C6.1.1	16 A (IV)	10	---
C6.1.2	16 A (IV)	10	---
C6.1.3	16 A (IV)	10	---
C6.1.4	16 A (IV)	10	---
C.6.2	100 A (IV)	10	---
C6.2.1	16 A (IV)	10	---
C6.2.2	63 A (IV)	10	---
C.6.3	100 A (IV)	10	---
C6.3.1	16 A (IV)	10	---
C6.3.2	63 A (IV)	10	---
CCM7	63 A (IV)	15	63 A (IV)
C.7.1	40 A (IV)	4,5	---
C7.1.1	16 A (IV)	4,5	---
C7.1.2	16 A (IV)	4,5	---
C7.1.3	16 A (IV)	4,5	---
C.7.2	32 A (IV)	4,5	---
C7.2.1	16 A (IV)	4,5	---
C7.2.2	16 A (IV)	4,5	---
C7.2.3	16 A (IV)	4,5	---

Circuito	I. Magnetotérmico	Poder de Corte (kA)	Corte en Carga
C7.2.4	16 A (IV)	4,5	---
CCM8	50 A (IV)	15	50 A (IV)
C.8.1	10 A (IV)	4,5	---
C.8.2	40 A (IV)	4,5	---
C8.2.1	32 A (IV)	4,5	---
C8.2.2	16 A (IV)	4,5	---
C8.2.3	16 A (IV)	4,5	---
C8.2.4	16 A (IV)	4,5	---

Tabla 3.3. Valores Interruptores Automáticos, Poder de corte e Interruptores de corte en carga

Sistemas de protección contra contactos indirectos

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 en este caso a 24 V por tratarse de un local húmedo.

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.

Diferenciales	
Circuito	Dimensiones
Línea Global	630 A 1000 mA (IV)
CG-1	25 A 30 mA (II)
CG-2	25 A 300 Ma (II)
CCM1	----
C.1.1	40 A 300 mA (IV)

C1.2	25 A 300 mA (IV)
CCM2	----
C.2.1	25 A 300 mA (IV)
C.2.2	40 A 300 mA (IV)
CCM3	----
C.3.1	63 A 300 mA (IV)
C.3.2	25 A 300 mA (IV)
C.3.3	25 A 300 mA (IV)
CCM4	----
C.4.1	40 A 300 mA (IV)
CCM5	----
C.5.1	40 A 300 mA (IV)
C.5.2	25 A 300 mA (IV)
CCM6	----
C.6.1	25 A 300 mA (IV)
C.6.2	100 A 300 mA (IV)
C.6.3	100 A 300 mA (IV)
CCM7	----
C.7.1	40 A 300 mA (IV)
C.7.2	40 A 300 mA (IV)
CCM8	----
C.8.1	25 A 30 mA (IV)
C.8.2	40 A 300 mA (IV)

Tabla 3.4. Valores Interruptores Diferenciales

Explicación esquema TT diferenciales y puesta a tierra

El sistema de protección que se instalará frente a los contactos indirectos será el de puesta a tierra de las masas y empleo de interruptores diferenciales, teniendo en cuenta que la alimentación de corriente se realizará desde las redes en las que el punto neutro está directamente unido a tierra.

Los interruptores diferenciales provocarán la ruptura automática de la instalación, cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor al menos igual a la sensibilidad del aparato.

El valor mínimo de la intensidad de defecto a partir del cual el interruptor debe abrir automáticamente en un tiempo conveniente (inferior a 5 segundos) la instalación a proteger, determinará el valor máximo que tendrá la sensibilidad del aparato de forma que la máxima tensión de contacto sea inferior a 50 V en locales secos y en este caso a 24 V ya que será un local húmedo.

Las pantallas metálicas de alumbrado, llevarán el conductor a tierra atornillado a su chasis y bancada metálica. Además de este circuito de tierra, se usarán los interruptores diferenciales que abren un circuito cuando la corriente de defecto llegue a un límite preestablecido.

En la cabecera de las líneas de alumbrado y otros usos se colocarán interruptores automáticos diferenciales instantáneos de clase AC de 30 mA o de 300 mA de sensibilidad de disparo ante una corriente de defecto.

En la cabecera de las líneas de fuerza se colocarán interruptores automáticos diferenciales instantáneos de clase AC de 30mA o 300 mA o selectivos en sensibilidad y tiempo de 30mA de sensibilidad de disparo ante una corriente de defecto.

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Se instalarán protecciones en los cuadros eléctricos contra sobrecargas y cortocircuitos. Estas serán del tipo:

- Magnetotérmicos con poder de corte y calibre adecuado a la carga correspondiente.

Estas protecciones se podrán ver en la tabla 3.3 del apartado de aparatos de maniobra y protección, donde se verá los poderes de corte.

5.6. Programa de necesidades.

La potencia de la instalación será: 242,277 kW

- Potencia Instalada de alumbrado: 2,547 kW
- Potencia Instalada de Fuerza: 239,73 kW
- Potencia Máxima Admisible: 348 kW

5.7. Descripción de la instalación.

5.7.1. Instalaciones de enlace

La instalación eléctrica de baja tensión de la EDAR vendrá alimentada de una línea aérea de Alta Tensión a través de un centro de transformación de 400 kV de 20000/400 V.

Este centro de transformación estará ubicado en un edificio prefabricado al lado del último apoyo de la instalación aérea de alta tensión que dará suministro al mismo. La localización se podrá observar en el plano número 6.

No existirá instalación de enlace, ya que la instalación de baja tensión tiene su origen en la salida del centro de transformación.

5.7.2. Instalaciones receptoras fuerza y alumbrado.

Alumbrado

El sistema de alumbrado exterior y del edificio de pretratamiento se diseñará con el programa Dialux y en cuanto al edificio de control se utilizará otro método manual por medio de fórmulas, todo esto estará en base a la distribución y a sus niveles luminosos recomendados por la UNE 12464.

En el edificio de pretratamiento se considerará una luminosidad en el plano de trabajo de 50 lux por ser actividad ocasional de tareas bastas.

Por otra parte, en el alumbrado exterior por ser iluminación de orientación de estancia temporal se considerará una luminosidad media de 20 lux.

Y en cuanto al edificio de control se considerará una luminosidad en el plano de trabajo de 500 lux ya que se trata de un edificio de oficinas.

En los planos se podrá ver la ubicación de cada luminaria y en la tabla 3.2 del apartado 5.5.3 se podrá observar los detalles de cada luminaria a emplear en la instalación de alumbrado de la EDAR.

Línea de distribución

La línea de distribución es la parte del sistema de suministro eléctrico cuya función será el suministro de energía e irá desde el centro de transformación hasta el cuadro general de protección ubicado en la sala de control.

Circuito	Métod. de inst.	Long (m)	I _b (A)	Sección mm ² Cu	I _z (A)	Fusible (A)
Línea distribución	D	49	453.3	2(4x120)	479.84	500

Tabla 3.5. Características de la línea de distribución

La protección frente a sobrecargas se realizará con el interruptor automático que se situará en el cuadro general. El fusible que se situará aguas arriba de línea de distribución únicamente protegerá

contra cortocircuitos. El valor de la intensidad nominal del fusible deberá ser mayor que la intensidad de la línea. El valor de este fusible se calculará en el apartado 2.6, cortocircuitos.

Cuadro general

El cuadro general estará ubicado en la entrada de la sala de control y estará compuesto por dos líneas de alumbrado (una de alumbrado interior de la sala de control CG-1 y una de alumbrado exterior CG-2), y 8 líneas a unos cuadros secundarios que se podrán ver en el plano número 8.1. En la siguiente tabla se podrán ver las características de la línea general y de los circuitos que componen el cuadro general de protección.

Circuito	Méto d. de inst.	Long. (m)	I_B (A)	Sección mm²Cu	I₂ (A)	P de Corte (kA)	Ø Tubo (mm)	Curvas válidas
Línea Global	C	0,3	453,3	2(4x95)	482	15	---	630
CG-1	B1	30	7,7	2x2.5+TTx2.5	26,5	15	20	10; B,C,D
CG-2	D	351	4,56	2x10+TTx10	85,9	15	63	10;B,C
CCM1	D	25,5	43,98	4x10+TTx10	53,38	15	63	50;B,C,D
CCM2	D	60	42,99	4x10+TTx10	53,38	15	63	50;B,C
CCM3	D	49	64,62	4x16+TTx16	78,23	15	63	100;B,C
CCM4	D	99	25,21	4x6+TTx6	40,5	15	50	32;B
CCM5	D	37	34,31	4x10+TTx10	49,82	15	63	40;B,C,D
CCM6	D	57	148,54	4x95+TTx50	173,53	15	140	160;B,C,D
CCM7	D	74	61,66	4x16+TTx16	64,43	15	63	63;B,C
CCM8	D	85	41,07	4x16+TTx16	64,43	15	63	50;B,C

Tabla 3.6. Características de las líneas del cuadro General

Cuadros secundarios

Los cuadros secundarios estarán ubicados en hornacinas cerca de los puntos a los que abastecen de energía. Los diferentes cuadros secundarios de la instalación se podrán observar en los del planos 8.2 al 8.5.

A continuación, se muestra una tabla con las características de los circuitos que componen los cuadros secundarios.

Circuito	Método de inst.	Long. (m)	I _B (A)	Sección mm ² Cu	I _z (A)	P de Corte (kA)	Ø Tubo (mm)	Curvas válidas
CCM1								
C.1.1	C	0,3	27,56	4x4	34	4,5	---	32
C1.1.1	D	26	11,47	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C
C1.1.2	D	22	11,47	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C,D
C1.1.3	D	18	11,47	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C,D
C1.2	C	0,3	18,22	4x2.5	26	4,5	---	20
C1.2.1	D	13,3	9,99	4x2.5+TTx2.5	28,69	4,5	32	16;B,C,D
C1.2.2	D	9	9,99	4x2.5+TTx2.5	28,69	4,5	32	16;B,C,D
C1.2.3	D	23	1,6	4x2.5+TTx2.5	28,69	4,5	32	16;B,C,D
C1.2.4	D	23	1,6	4x2.5+TTx2.5	28,69	4,5	32	16;B,C,D
CCM2								
C.2.1	C	0,3	20,07	4x2,5	26	4,5	---	25
C2.1.1	D	22	11,47	4x2.5+TTx2.5	28,69	4,5	32	16;B,C
C2.1.2	D	18	11,47	4x2.5+TTx2.5	28,69	4,5	32	16;B,C
C2.1.3	D	25	1,6	4x2.5+TTx2.5	33,75	4,5	32	16;B,C
C.2.2	C	0,3	25,03	4x4	34	4,5	---	32
C2.2.1	D	14	11,47	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C,D
C2.2.2	D	10	9,99	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C,D
C2.2.3	D	7	9,99	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C,D
CCM3								
C.3.1	C	0,3	46,69	4x10	60	4,5	---	50

C3.1.1	D	20,5	18,31	4x2.5+TTx2.5	23,62	4,5	32	20;B,C
C3.1.2	D	16,5	18,31	4x2.5+TTx2.5	23,62	4,5	32	20;B,C
C3.1.3	D	13	18,31	4x2.5+TTx2.5	23,62	4,5	32	20;B,C,D
C3.1.4	D	9	3,84	4x2.5+TTx2.5	23,62	4,5	32	16;B,C,D
C.3.2	C	0,3	4,72	4x2,5	26	4,5	---	16
C3.2.1	D	18	3,84	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C,D
C3.2.2	D	15	1,21	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C,D
C3.2.3	D	15	1,21	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C,D
C.3.3	C	0,3	15,29	4x2,5	26	4,5	---	16
C3.3.1	D	17	7,65	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C,D
C3.3.2	D	17	7,65	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C,D
C3.3.3	D	20	3,84	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C,D
CCM4								
C.4.1	C	0,3	25,21	4x4	34	4,5	---	32
C4.1.1	D	11	10,74	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C
C4.1.2	D	7	10,74	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C
C4.1.3	D	3	10,74	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C
CCM5								
C.5.1	C	0,3	25,21	4x6	36	4,5	---	32
C5.1.1	D	29	10,49	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C
C5.1.2	D	24	10,49	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C
C5.1.3	D	20	10,49	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16;B,C,D
C.5.2	C	0,3	11,03	4x2,5	26	4,5	---	16
C5.2.1	D	16	10,49	4x2.5+TTx2.5	33,75	4,5	32	16;B,C,D

C5.2.2	D	10	1,21	4x2.5+TTx2.5	28,69	4,5	32	16:B,C,D
C5.2.3	D	8	1,21	4x2.5+TTx2.5	28,69	4,5	32	16:B,C,D
CCM6								
C.6.1	C	0,3	17,59	4x2,5	26	10	---	20
C6.1.1	D	2	2,78	4x2.5+TTx2.5	33,75	10	32	16:B,C,D
C6.1.2	D	3	7,4	4x2.5+TTx2.5	33,75	10	32	16:B,C,D
C6.1.3	D	10	4,94	4x2.5+TTx2.5	33,75	10	32	16:B,C,D
C6.1.4	D	20	7,4	4x2.5+TTx2.5	33,75	10	32	16:B,C,D
C.6.2	C	0,3	72,4	4x16	81	10	---	100
C6.2.1	D	9	13,11	4x2.5+TTx2.5	28,69	10	32	16:B,C,D
C6.2.2	D	11	59,71	4x16+TTx16	78,23	10	63	63:B,C,D
C.6.3	C	0,3	72,4	4x16	81	10	---	100
C6.3.1	D	6	13,11	4x2.5+TTx2.5	28,69	10	32	16:B,C,D
C6.3.2	D	9	59,71	4x16+TTx16	78,23	10	63	63:B,C,D
CCM7								
C.7.1	C	0,3	34,6	4x6	44	4,5	---	40
C7.1.1	D	6	14,07	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16:B,C,D
C7.1.2	D	11	14,07	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16:B,C,D
C7.1.3	D	15,5	14,07	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,5	32	16:B,C,D
C.7.2	C	0,3	28,87	4x4	34	4,5	---	32
C7.2.1	D	13	9,99	4x2.5+TTx2.5	23,62	4,5	32	16:B,C,D
C7.2.2	D	8	9,99	4x2.5+TTx2.5	23,62	4,5	32	16:B,C,D
C7.2.3	D	5	9,99	4x2.5+TTx2.5	23,62	4,5	32	16:B,C,D
C7.2.4	D	14	7,4	4x2.5+TTx2.5	23,62	4,5	32	16:B,C,D

CCM8								
C8.1	B1	20	7,67	2x4+TTx4	36	4,5	20	10;B,C,D
C.8.2	C	0,3	37,89	4x6	44	4,5	---	40
C8.2.1	B1	20	27,06	4x4+TTx4	36,89	4,5	25	32;B,C
C8.2.2	B1	15	3,61	4x2.5+TTx2.5	27,37	4,5	20	16;B,C,D
C8.2.3	B1	10	3,61	4x2.5+TTx2.5	27,37	4,5	20	16;B,C,D
C8.2.4	B1	13	3,61	4x2.5+TTx2.5	27,37	4,5	20	16;B,C,D

Tabla 3.7. Características de las líneas de los cuadros secundarios

5.7.3. Puesta a tierra

La instalación eléctrica seguirá una distribución TT, siendo el más utilizado en la mayoría de plantas industriales con centro de transformación propio.

Las puestas a tierra se establecerán 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 supondrá 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 deberán 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 sollicitaciones 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.

La protección con esquemas de distribución TT, al producirse un fallo de aislamiento, como se puede ver en la figura 3.1, circula una corriente de defecto I_d' donde el bucle de defecto incluye la fase averiada, de puesta a tierra de las masas y la puesta a tierra del neutro del transformador de

distribución. Como la impedancia de los cables y del secundario del transformador es muy inferior a las resistencias de las puestas a tierra, en caso de defecto franco (con resistencia de defecto nula) se tiene aproximadamente:

$$I_d = \frac{U_{fn}}{R_A + R_B}$$

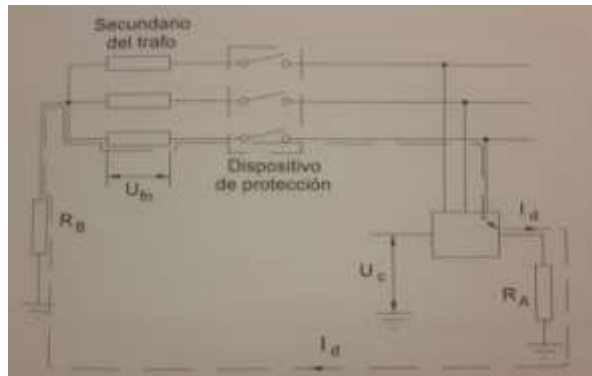


Figura 3.1: Bucle de defecto con esquema TT. Libro de Tecnología eléctrica

Por lo que la máxima tensión de contacto que puede aparecer será de:

$$U_{c \text{ máx}} = R_A * I_d = U_{fn} * \frac{R_A}{R_A + R_B}$$

Para la toma de tierra se utilizará un conductor desnudo de cobre de longitud 40 metros, con una sección de 25 mm². Y para los conductores de protección se utilizará un conductor desnudo de 16 mm². Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

Sección (mm ² Cu)	Long (m)
25	40

Tabla 3.8. Toma de tierra

5.7.4. Equipos de corrección de energía reactiva

La Potencia Reactiva es la energía necesaria para crear y mantener los campos magnéticos adecuados para el funcionamiento de los motores. Esta potencia hace que la intensidad que circula por la instalación sea mayor que la necesaria para el trabajo útil demandado, esto puede causar pérdidas en los conductores, sobrecargas de transformadores y generadores, y aumento de la caída de tensión.

Para reducir estos efectos se colocará una batería de condensadores centralizada que reducirá las intensidades que circulan a causa de la potencia reactiva. Esto se podrá observar en el esquema unifilar del plano número 8.1.

La instalación tendrá: Potencia Instalada: 242,277 kW y Cos φ = 0,8

Así tenemos que la potencia reactiva a compensar será:

$$Q = P \times \text{tg } \varphi = P \times \text{tg} (\arccos (\cos \varphi)) = 242.277 \times \text{tg} (\arccos (0.8)) = 181,708 \text{ kVAr}$$

Por lo que la Batería de condensadores será de 5 módulos (1:2:2) y 400V de 181,708 kVAr.

Estos módulos se irán conectando y desconectando automáticamente en función de la demanda de potencia reactiva de la instalación.

Esta caja de condensadores estará conectada al cuadro general de baja tensión mediante un circuito trifásico más el conductor de protección. Los conductores de fase serán de XLPE ya que se usan para secciones de cable grandes puesto que estos tendrán una sección de $3 \times 120 \text{ mm}^2$ y estarán protegidos con un magneto de 320 A. En cuanto al conductor de protección será de 60 mm^2 .

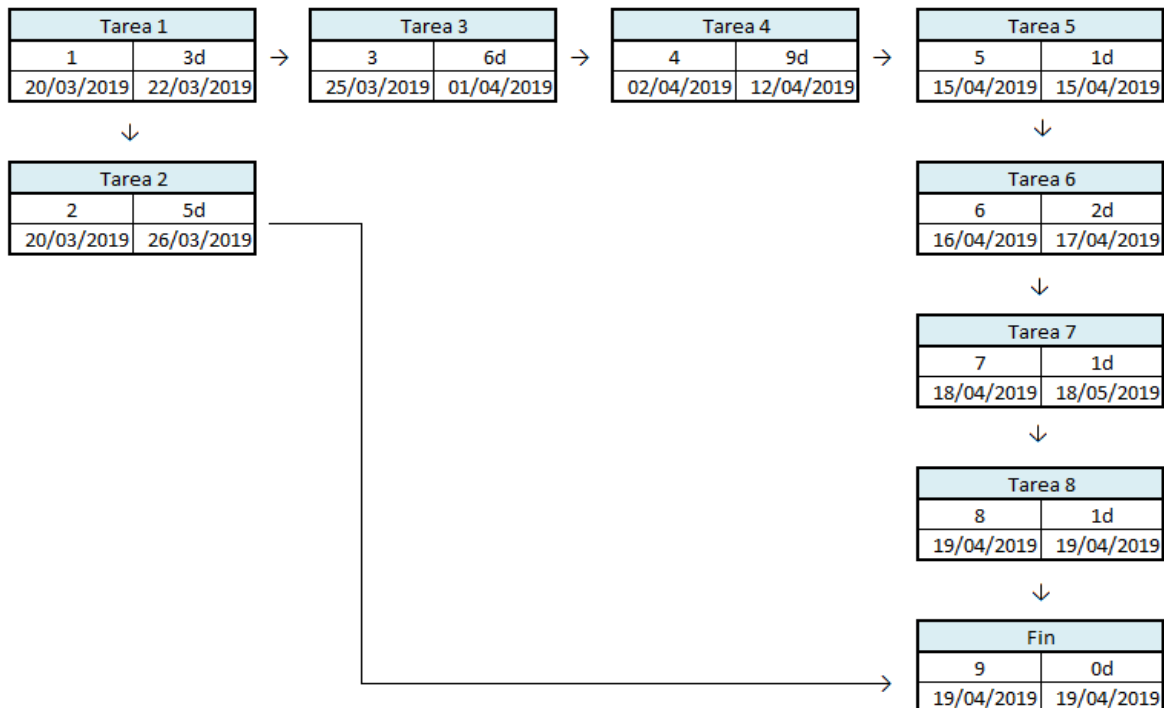
Conductores de Fase			
Intensidad (A)	Sección (mm ²)	Magneto térmico (A)	Aislante
263	3x120	320 A	XLPE

Conductor de Protección	Sección (mm ²)
	60

Tabla 3.9. Características Batería de condensadores

5.8. Programa de ejecución

Este proyecto tendrá un plazo de ejecución de 1 mes, tal y como se puede observar en el siguiente diagrama PERT:



Esquema 3.1. Programa de ejecución Instalación de Baja tensión

Siendo las tareas que se muestran a continuación:

Tarea 1: Estudio sobre el terreno (replanteo in situ).

Tarea 2: Acopio de materiales.

Se irá reuniendo el material necesario para la realización de los trabajos.

Tarea 3: Excavación

Se realizará la excavación para a posteriori colocarán la instalación subterránea.

Tarea 4: Cableado y canalizaciones.

Se colocará las canalizaciones y cableado eléctrico que se podrán observar en los planos.

Tarea 5: Toma de tierra

Se instalará la toma de tierra por la canalización correspondiente, tal y como se podrá observar en los planos.

Tarea 6: Colocación de Hornacinas

Se instalarán siete hornacinas con su cuadro secundario correspondiente en los lugares que se indicarán en los planos.

Tarea 7: Mecanismos.

Se instalarán los mecanismos necesarios en los cuadros para la protección y suministro eléctrico.

Tarea 8: Canalizaciones interiores.

Se instalará las canalizaciones y el cableado interior de los edificios.

Tarea 9: Fin.

6. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

6.1. Tensión Nominal y Caída de Tensión Máxima Admisible.

La red que se proyectará será trifásica con neutro con tensiones de servicio de 400/230 V.

En el estudio de la red de distribución de baja tensión se habrán tenido en cuenta una caída máxima de tensión admisible de un 5% en circuitos de usos varios, y de un 3 % en circuitos de alumbrado, según la instrucción ITC-BT-19, y una intensidad máxima admisible de acuerdo con ITC-BT-07.

El cálculo de las caídas de tensión e intensidades será realizado con la potencia instantánea en cada caso.

Las potencias estimadas de consumo se detallarán exhaustivamente en la memoria del presente proyecto.

6.2. Procedimiento de cálculo utilizado

Estudio de cargas

Para el cálculo de las distintas intensidades de corriente que circulan por los distintos tramos, se utilizará la expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\phi}$$

Siendo:

I = Intensidad de corriente del tramo en A.

P = Potencia del tramo en W.

V = Tensión de servicio = 400 V.

Cos ϕ = Factor de potencia

Para el estudio de carga de motores, los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deberán 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.

Además, para el cálculo de la potencia absorbida por los motores se tendrá en cuenta el rendimiento de estos.

Los distintos valores de corriente se reflejarán en las hojas adjuntas, en las tablas de cálculos eléctricos.

Caída de Tensión

Para el cálculo de las distintas caídas de tensión por tramo se utilizará las siguientes expresiones.

Para circuitos trifásicos:

$$\Delta U = \frac{Rf * P + Xf * Q}{Un}$$

Para circuitos monofásicos:

$$\Delta U = 2 * \frac{Rf * P + Xf * Q}{U_{fase - neutro}}$$

Siendo:

Un = Tensión nominal

ΔU = Caída de tensión del tramo.

P = Potencia del tramo en metros.

Q =Potencia Reactiva.

6.3. Potencia prevista de cálculo

La potencia instalada según la ITC-BT-44 y la ITC-BT-47 del R.D. 842/2002 será de 250.876 kW, con un coeficiente de simultaneidad de 1.

A continuación, se indicará la potencia instalada en cada uno de los cuadros eléctricos:

CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT)

ALUMBRADO EDIFICIO DE CONTROL (CG-1)	984 W
ALUMBRADO EXTERIOR (CG-2)	583 W

SUBCUADRO RECIRCULACIÓN Y PURGA DE FANGOS A (CCM-1)

BOMBA RECIRCULACIÓN FANGOS (C1.1.1)	1	4700 W
BOMBA RECIRCULACIÓN FANGOS (C.1.1.2)	2	4700 W
BOMBA RECIRCULACIÓN FANGOS (C.1.1.3)	3	4700 W
BOMBA PURGA FANGOS 1 (C.1.2.1)		4000 W
BOMBA PURGA FANGOS 2 (C1.2.2)		4000 W
PUENTE DECANTADOR 18m 1 (C1.2.3)		550 W
PUENTE DECANTADOR 18m 2 (C1.2.4)		550 W

SUBCUADRO RECIRCULACIÓN Y PURGA DE FANGOS B (CCM-2)

BOMBA (C2.1.1)	RECIRCULACIÓN	FANGOS	1	4700 W
BOMBA (C2.1.2)	RECIRCULACIÓN	FANGOS	2	4700 W
PUENTE DECANTADOR 25m (C2.1.3)				550 W
BOMBA (C2.2.1)	RECIRCULACIÓN	FANGOS	3	4700 W
BOMBA PURGA FANGOS 1 (C2.2.2)				4000 W
BOMBA PURGA FANGOS 2 (C2.2.3)				4000 W

SUBCUADRO SALA CONTACTO CLORO (CCM-3)

BOMBA (C3.1.1)	IMPULSADORA	AGUA	REGEN.1	7500 W
BOMBA (C3.1.2)	IMPULSADORA	AGUA	REGEN.2	7500 W
BOMBA REGEN.3(C3.1.3)	IMPULSADORA	AGUA		7500 W
BOMBA ELEVACIÓN AGUA REGEN. (C3.1.4)				1500 W
BOMBA CARGA NaCl (C3.2.1)				1500 W
BOMBA DOSIFICADORA NaCl 1 (C3.2.2)				370 W
BOMBA DOSIFICADORA NaCl 2 (C3.2.3)				370 W
TAMBOR FILTRACIÓN 1 (C3.3.1)				3100 W
TAMBOR FILTRACIÓN 2 (C3.3.2)				3100 W
REACTOR UV (C3.3.3)				1500 W

SUBCUADRO ACELERADOR DE CORRIENTE (CCM-4)

ACELERADOR DE CORRIENTE 1 (C4.1.1)				4300 W
ACELERADOR DE CORRIENTE 2 (C4.1.2)				4300 W
ACELERADOR DE CORRIENTE 3 (C4.1.3)				4300 W

SUBCUADRO REACTOR BIOLÓGICO (CCM-5)

ACELERADOR DE CORRIENTE 1 (5.1.1)	4300 W
ACELERADOR DE CORRIENTE 2 (5.1.2)	4300 W
ACELERADOR DE CORRIENTE 3 (5.1.3)	4300 W
ACELERADOR DE CORRIENTE 4 (5.2.1)	4300 W
ESPESADOR 1 (5.2.2)	370 W
ESPESADOR 1 (5.2.3)	370 W

SUBCUADRO SECADO FANGOS (CCM-6)

EQUIPO PREPARACIÓN POLIELECTROLITO (C6.1.1)	1000 W
PUENTE GRUA (C6.1.2)	3000 W
TOLVA (C6.1.3)	2000 W
DESODORIZACIÓN (C6.1.4)	3000 W
BOMBA FANGOS A (C6.2.1)	5500 W
CENTRIFUGA A (C6.2.2)	27700 W
BOMBA FANGOS B (C6.3.1)	5500 W
CENTRIFUGA B (C6.3.2)	27700 W

SUBCUADRO BOMBEO DE VACIADO (CCM-7)

BOMBA CABECERA 1 (C7.1.1)	5900 W
BOMBA CABECERA 2 (C7.1.2)	5900 W
BOMBA CABECERA 3 (C7.1.3)	5900 W
BOMBA VACIADO 1 (C7.2.1)	4000 W
BOMBA VACIADO 2 (C7.2.2)	4000 W
BOMBA VACIADO 3 (C7.2.3)	4000 W
DESODORIZACIÓN (C7.2.4)	3000 W

SUBCUADRO EDIF. PRETRATAMIENTO Y SALA DE SOPLADORES (CCM-8)

ALUMBRADO INTERIOR (C8.1)	980 W
SOPLADORES (C8.2.1)	15000 W
VARIOS (C8.2.2)	2000 W
VARIOS (C8.2.3)	2000 W
RESERVA (C8.2.4)	2000 W

TOTAL.....242,277 W

6.4. Cálculos luminotécnicos

Sala de control

En la sala de control se hará el estudio luminotécnico mediante la siguiente fórmula donde calcularemos el número de luminarias a utilizar, teniendo en cuenta que se utilizará una luminaria LED CUADRADA de 24 W.

$$n = \frac{E_{med} A}{U_h \eta m \phi_{Lamp}}$$

Siendo:

E_{med} = Iluminancia media (oficinas) = 500 lux

U_h = Factor de utilización = 0,88

A = área del plano de trabajo = 104,5 m²

η = Rendimiento de la Luminaria = 0,90

m = factor de mantenimiento (valor medio) = 0,7

ϕ_{Lamp} = Flujo por lámpara = 2300 lum

La instalación se deberá diseñar de tal forma que, en la peor situación, justo antes de producirse la limpieza, la iluminancia del local sea la mínima requerida.

$$n = \frac{E_{med} A}{U_h \eta m \phi_{Lamp}} = \frac{500 * 104.5}{0.88 * 0.9 * 0.7 * 2300}$$

$$n = 41 \text{ luminarias}$$

Se colocará un total de 41 luminarias distribuidas uniformemente por todas las salas del edificio de control. Estas luminarias serán plafones empotrados de 24 W con unas medidas de 30x30 cm por luminaria. Así la máxima potencia del edificio será de un total de 984 W.

Luminaria	Flujo luminoso (lm)	Potencia (W)	Unidades	Potencia total (W)
Luminaria LED	2300	24	41	984

Tabla 3.10. Características luminaria de sala de control

Sala de pre-tratamiento

Se colocarán 14 luminarias de 70 W en la sala de pre-tratamiento. Esto se calculará con el programa Dialux.

Las luminarias de interior que se colocarán en el edificio de pretratamiento de la EDAR será la que se muestra en la tabla 3.10.

Luminaria	Flujo luminoso (lm)	Potencia (W)	Unidades
LAMPARA	4183	70	11

Tabla 3.11. Características luminaria de sala pretratamiento.

Alumbrado exterior

La instalación de alumbrado exterior cumplirá con lo dispuesto en la ITC-BT 09 “Instalaciones de Alumbrado Exterior” del Real Decreto 842/2002.

Cumplirá que:

- Su dimensionamiento se realizará considerando una potencia aparente mínima de VA de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas, con un factor de potencia en cada punto mayor a 0,90 y una caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la misma menos del 3%.
- Las líneas de alimentación de los puntos de luz estarán protegidas individualmente con corte omipolar, en el interior de los cuadros de protección ubicados en la base de cada poste de iluminación, cuyas envoltentes proporcionarán un grado de protección mínima de IP55 e IK10.
- Los circuitos de alumbrado estarán separados de los circuitos de los otros equipos.

A continuación, se mostrará los cálculos en Dialux tanto de la sala de pre-tratamiento como del alumbrado exterior.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

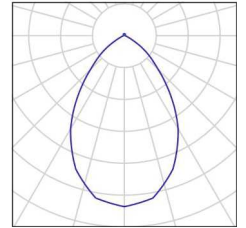
Índice

SALA PRETRATAMIENTO	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
LAMP 8401523 FLASH-4 SYM. HIT-DE 70W	
Hoja de datos de luminarias	4
SALA PRETRATAMIENTO	
Resumen	5
Lista de luminarias	6
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	7
Rendering (procesado) en 3D	8
Superficies del local	
Plano útil	
Isolíneas (E)	9
Gama de grises (E)	10
Gráfico de valores (E)	11
Superficie de cálculo 1	
Isolíneas (E, perpendicular)	12
Gama de grises (E, perpendicular)	13
Gráfico de valores (E, perpendicular)	14
Superficie de cálculo 2	
Isolíneas (E, perpendicular)	15
Gama de grises (E, perpendicular)	16
Gráfico de valores (E, perpendicular)	17
Superficie de cálculo 3	
Isolíneas (E, perpendicular)	18
Gama de grises (E, perpendicular)	19
Gráfico de valores (E, perpendicular)	20
Superficie de cálculo 4	
Isolíneas (E, perpendicular)	21
Gama de grises (E, perpendicular)	22
Gráfico de valores (E, perpendicular)	23

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA PRETRATAMIENTO / Lista de luminarias

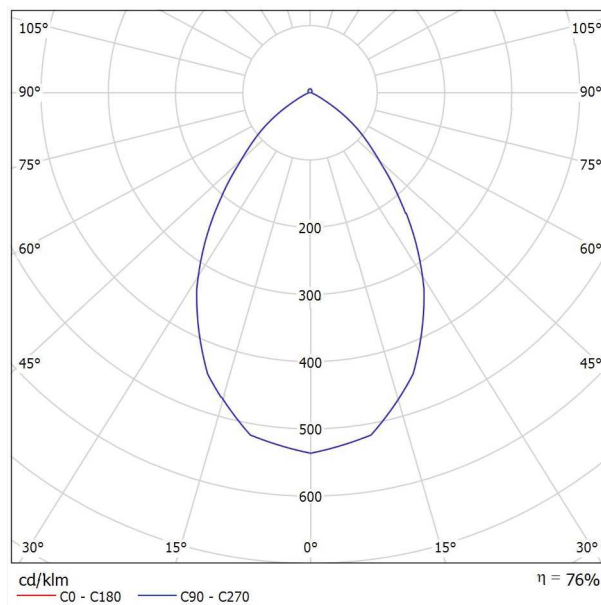
14 Pieza LAMP 8401523 FLASH-4 SYM. HIT-DE 70W
N° de artículo: 8401523
Flujo luminoso (Luminaria): 4183 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5500 lm
Potencia de las luminarias: 84.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 97
Código CIE Flux: 75 96 99 97 76
Lámpara: 1 x HIT-DE 70W/942 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

LAMP 8401523 FLASH-4 SYM. HIT-DE 70W / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



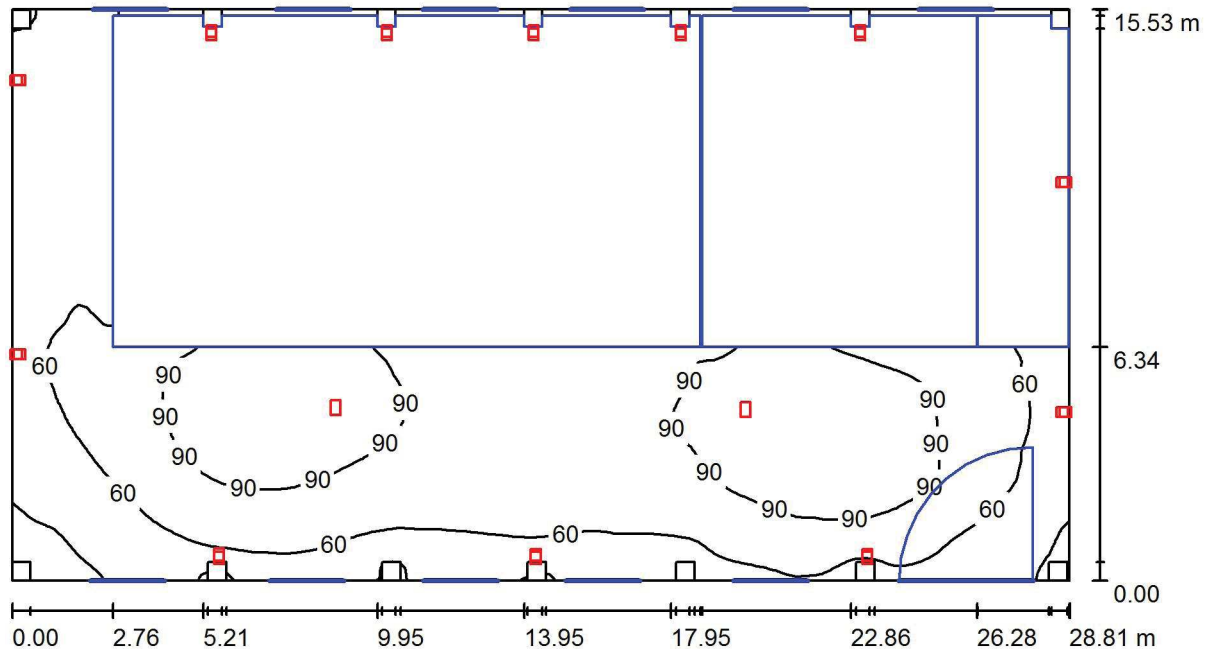
Clasificación luminarias según CIE: 97
Código CIE Flux: 75 96 99 97 76

Proyector industrial de superficie con reflector simétrico modelo FLASH de la marca LAMP, fabricado en inyección de aluminio pintado en color gris metalizado, con cristal de protección y lira de soporte, con gomas de protección consiguiendo un grado de protección IP 65 para una HIT-DE 70W.

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA PRETRATAMIENTO / Resumen



Altura del local: 8.960 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:206

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]
Plano útil	/	69
Suelo	20	30
Techo	70	20
Paredes (15)	50	23

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

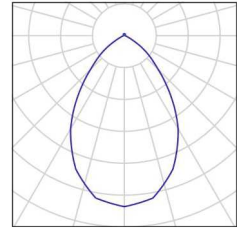
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	14	LAMP 8401523 FLASH-4 SYM. HIT-DE 70W (1.000)	4183	5500	84.0
			Total: 58563	Total: 77000	1176.0

Valor de eficiencia energética: $2.63 \text{ W/m}^2 = 3.81 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 447.42 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

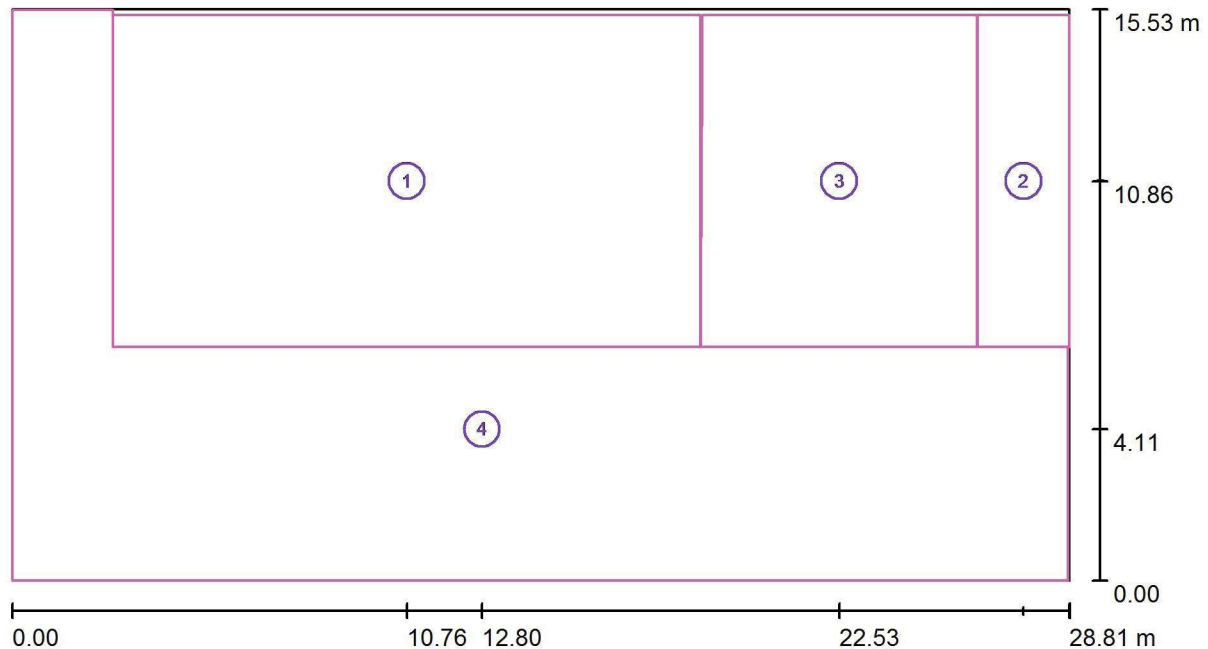
SALA PRETRATAMIENTO / Lista de luminarias

14 Pieza LAMP 8401523 FLASH-4 SYM. HIT-DE 70W
N° de artículo: 8401523
Flujo luminoso (Luminaria): 4183 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5500 lm
Potencia de las luminarias: 84.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 97
Código CIE Flux: 75 96 99 97 76
Lámpara: 1 x HIT-DE 70W/942 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA PRETRATAMIENTO / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 206

Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{max} [lx]
1	Superficie de cálculo 1	perpendicular	64 x 64	107	180
2	Superficie de cálculo 2	perpendicular	128 x 128	100	332
3	Superficie de cálculo 3	perpendicular	128 x 128	87	133
4	Superficie de cálculo 4	perpendicular	128 x 128	65	95

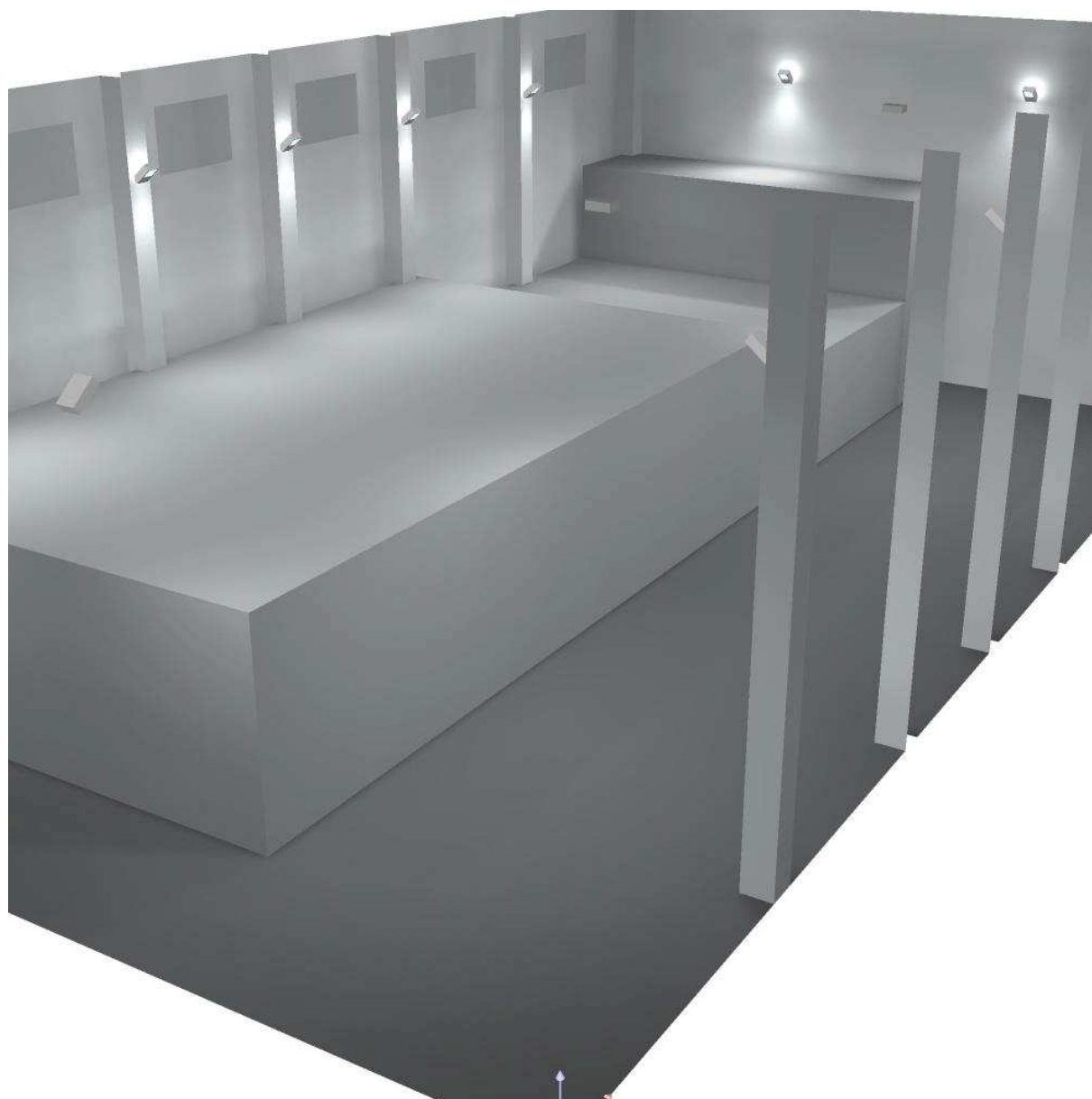
Resumen de los resultados

Tipo	Cantidad	Media [lx]
perpendicular	4	84



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

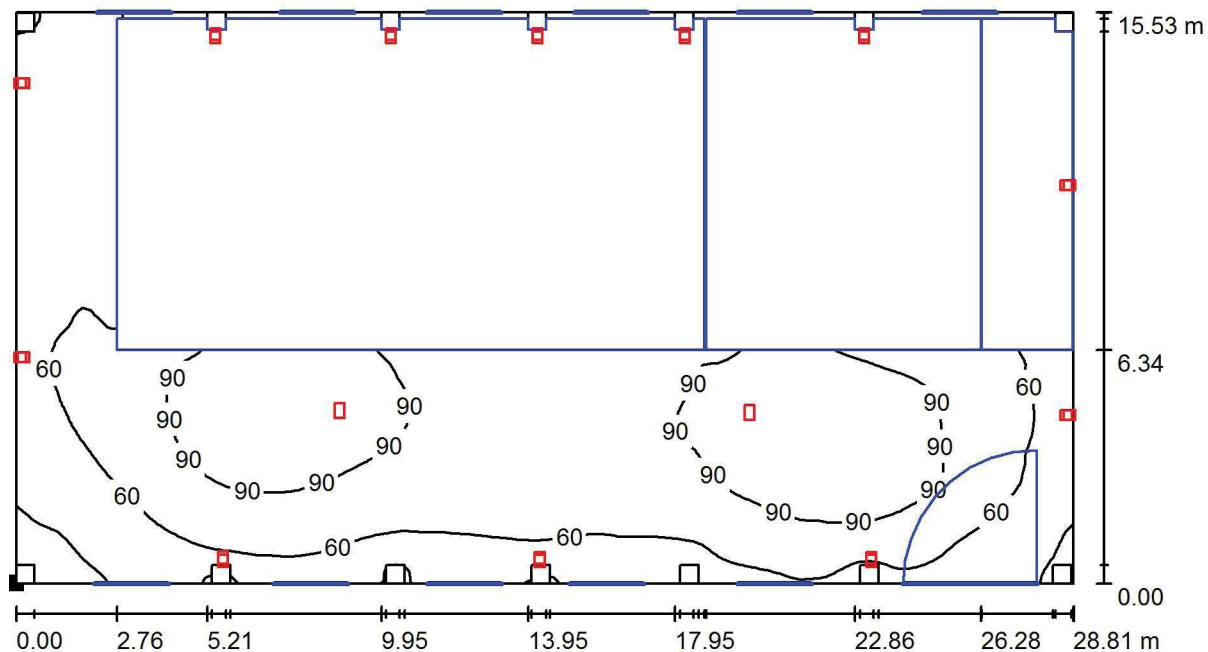
SALA PRETRATAMIENTO / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA PRETRATAMIENTO / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 206

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



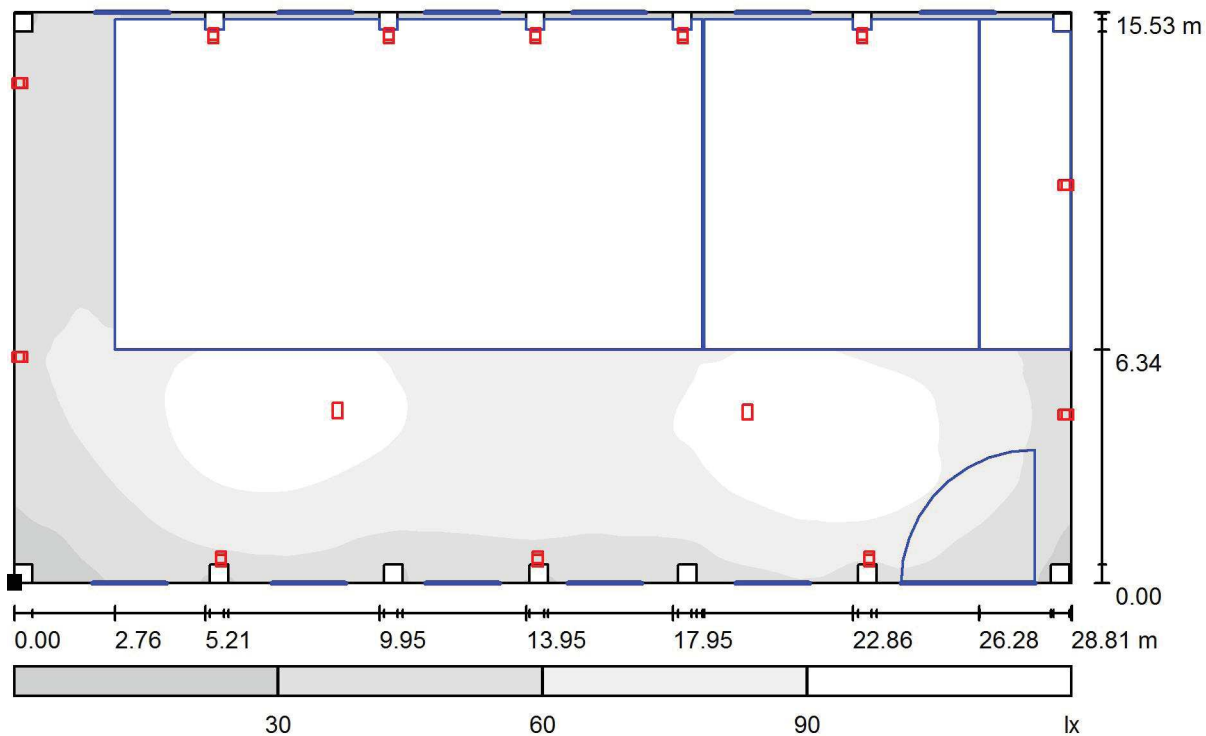
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
69



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA PRETRATAMIENTO / Plano útil / Gama de grises (E)



Escala 1 : 206

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



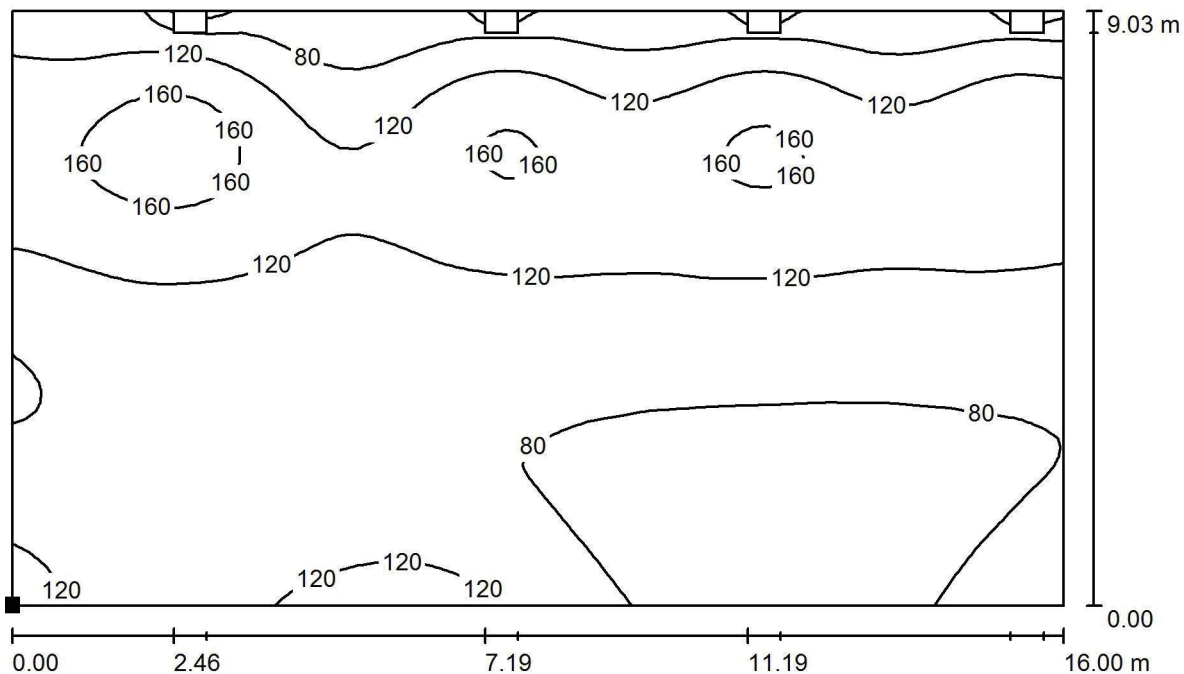
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
69



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA PRETRATAMIENTO / Superficie de cálculo 1 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 115

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(2.755 m, 6.344 m, 3.655 m)



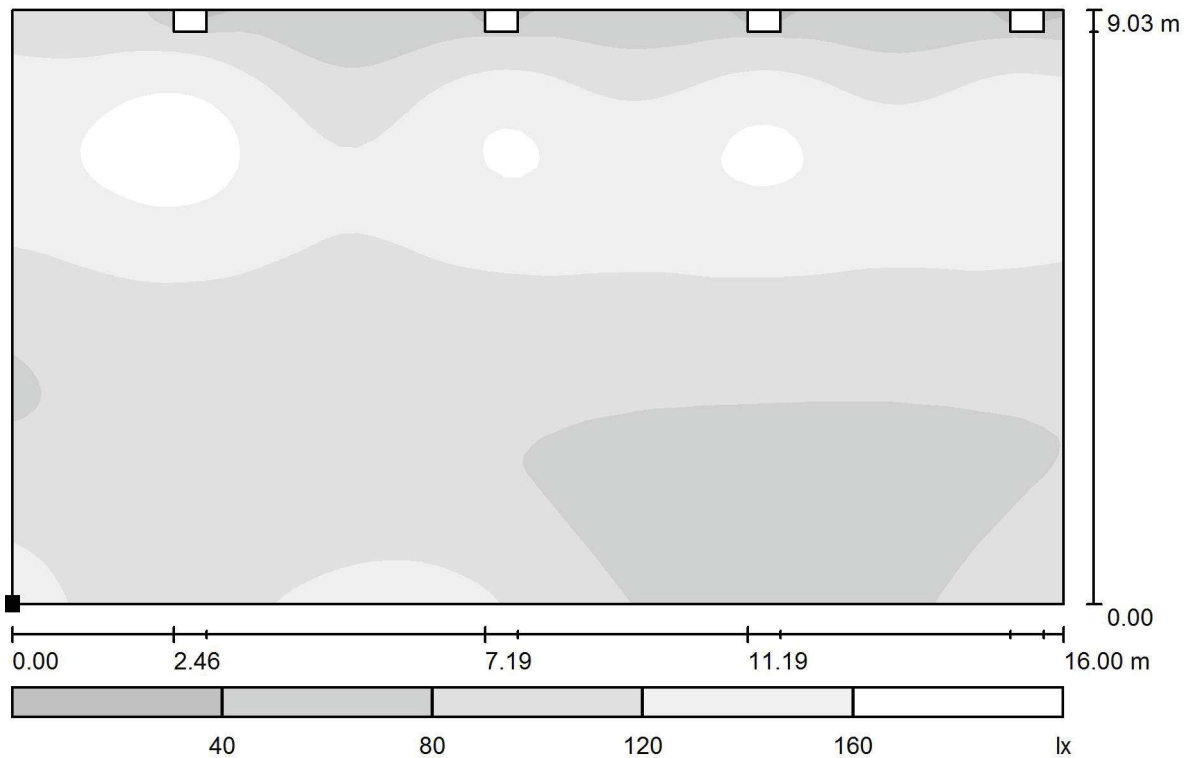
Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]
107



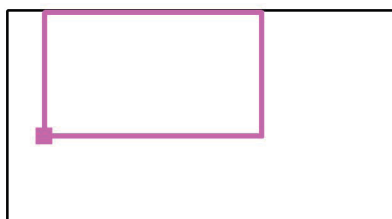
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA PRETRATAMIENTO / Superficie de cálculo 1 / Gama de grises (E, perpendicular)



Escala 1 : 115

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(2.755 m, 6.344 m, 3.655 m)



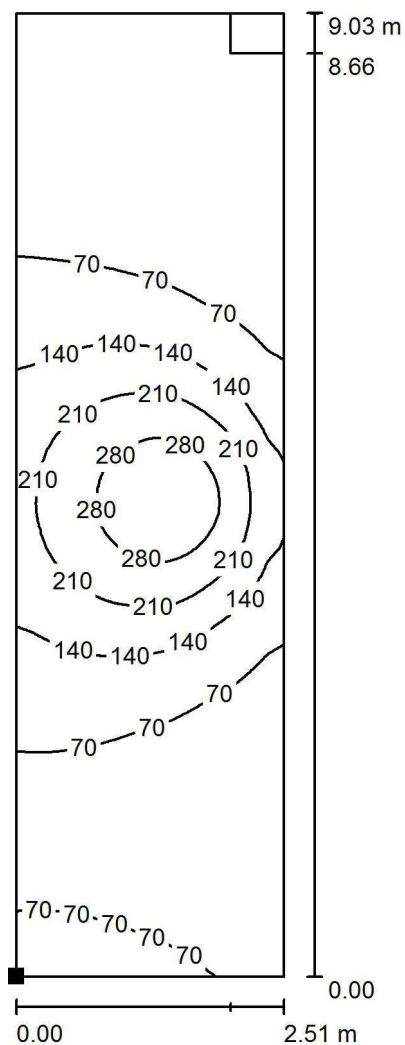
Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]
107



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA PRETRATAMIENTO / Superficie de cálculo 2 / Isolíneas (E, perpendicular)



Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(26.302 m, 6.344 m, 5.010 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 71

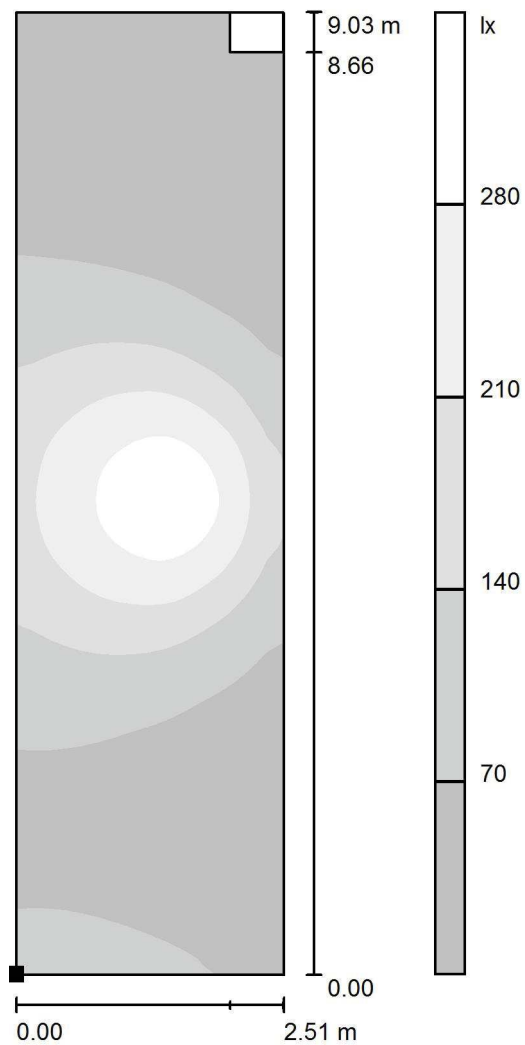
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
100



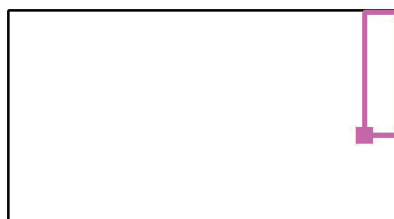
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA PRETRATAMIENTO / Superficie de cálculo 2 / Gama de grises (E, perpendicular)



Escala 1 : 71

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(26.302 m, 6.344 m, 5.010 m)



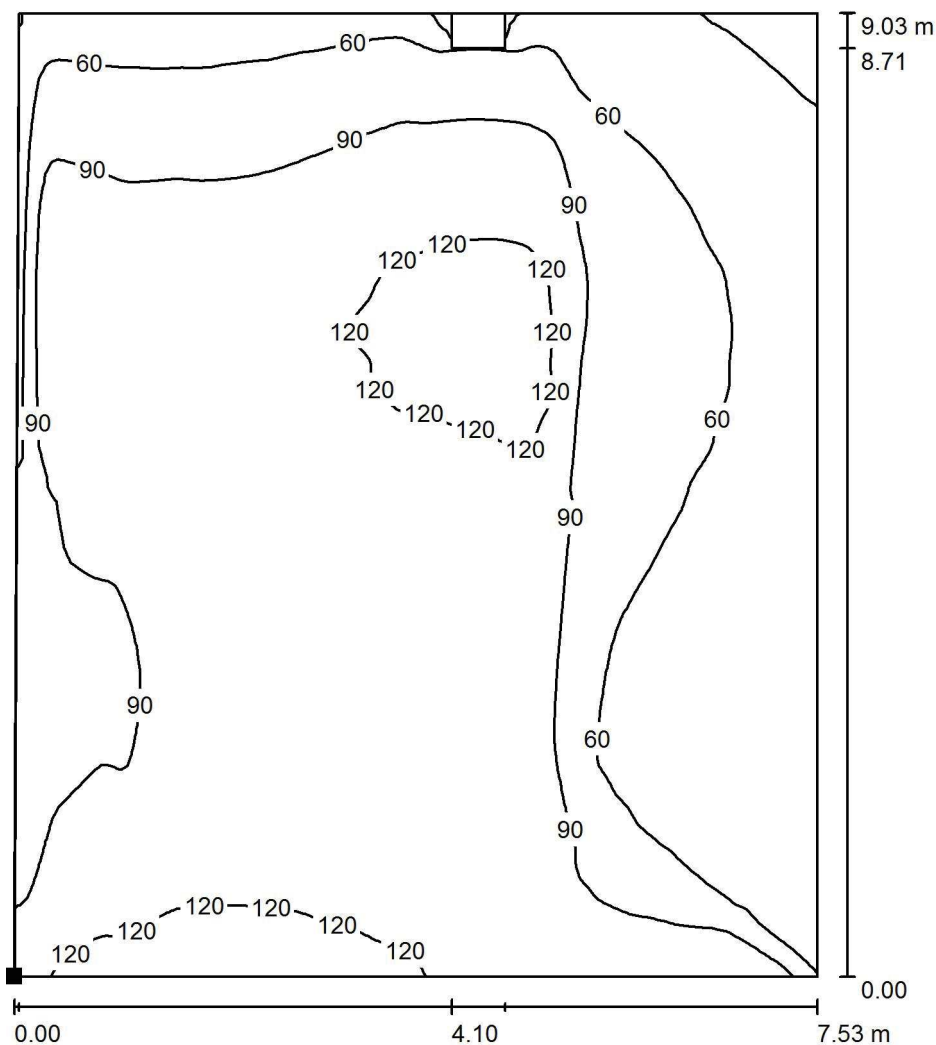
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
100



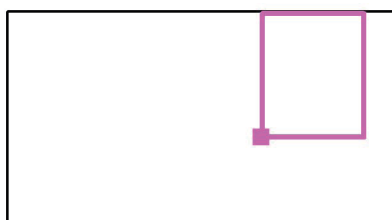
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA PRETRATAMIENTO / Superficie de cálculo 3 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 71

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(18.755 m, 6.344 m, 2.650 m)



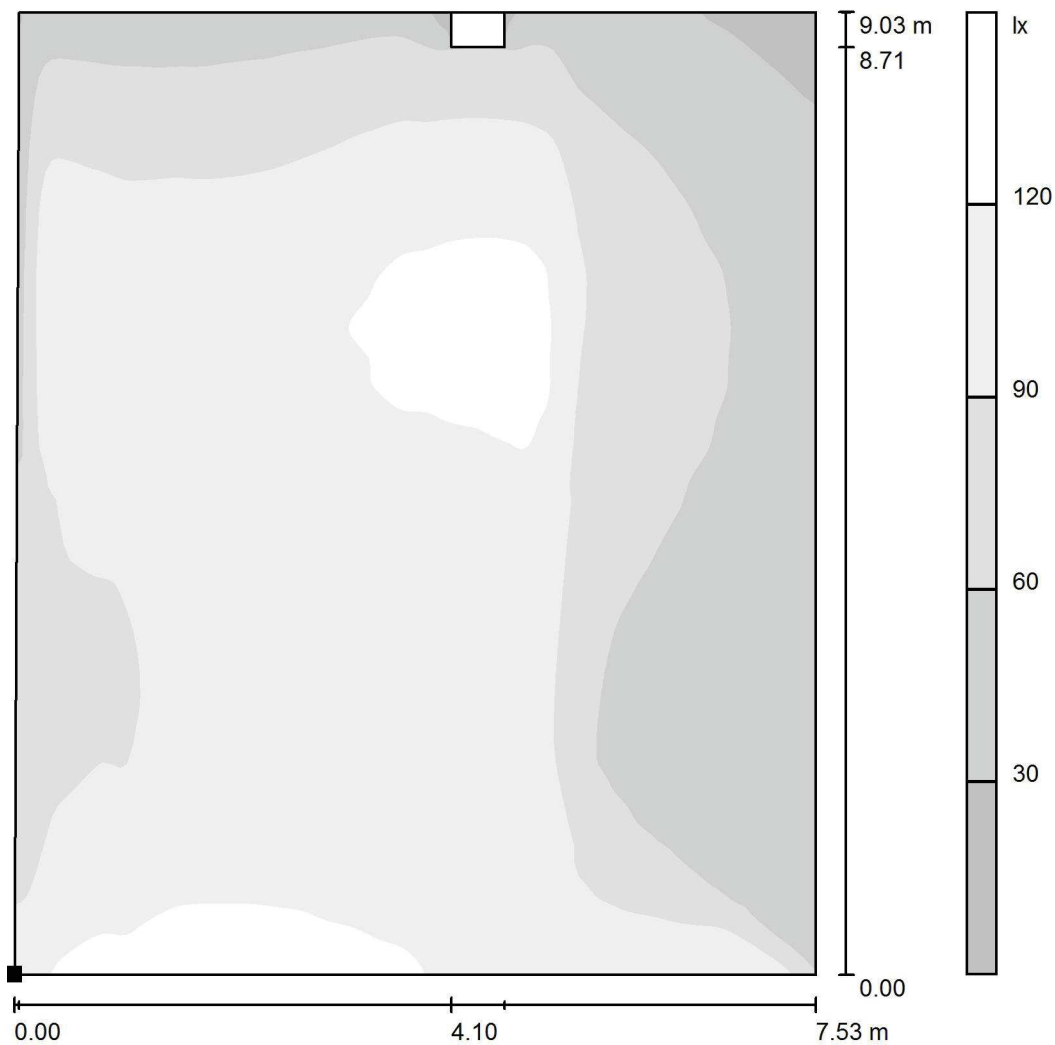
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
87



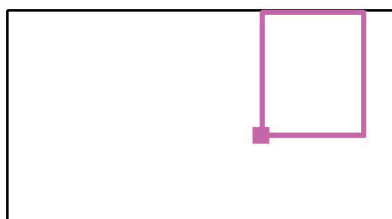
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA PRETRATAMIENTO / Superficie de cálculo 3 / Gama de grises (E, perpendicular)



Escala 1 : 71

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(18.755 m, 6.344 m, 2.650 m)



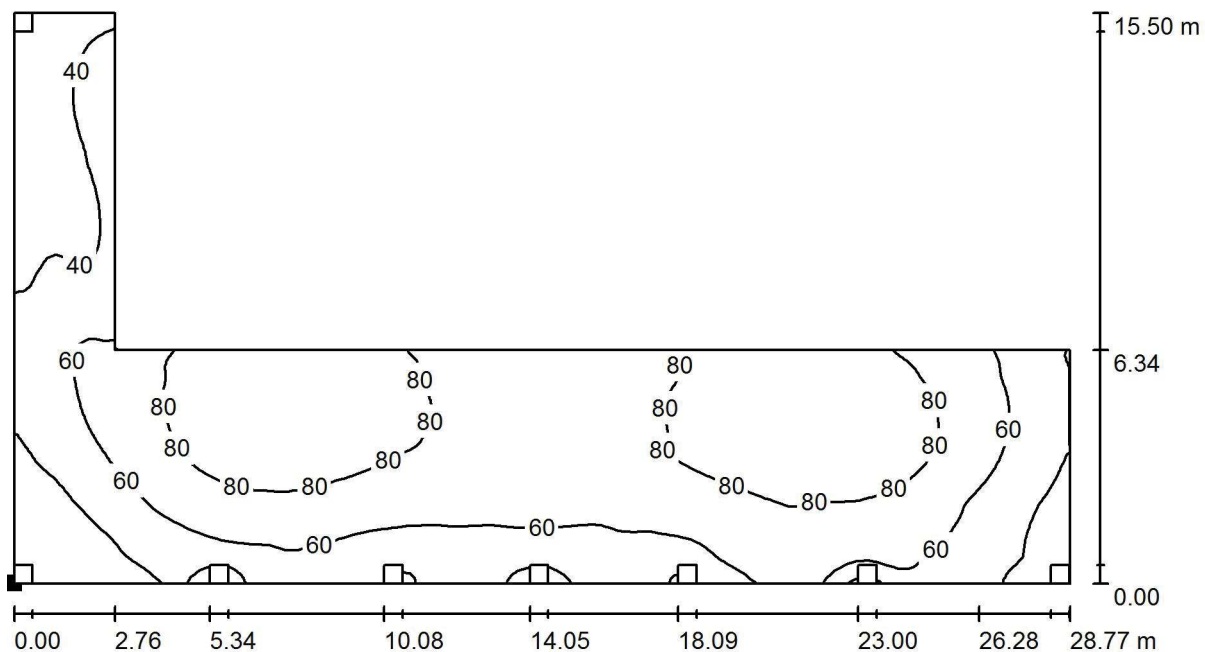
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
87



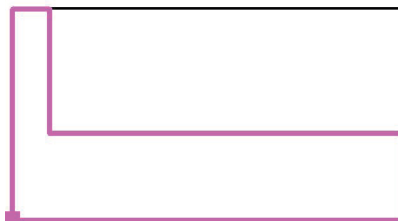
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA PRETRATAMIENTO / Superficie de cálculo 4 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 206

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



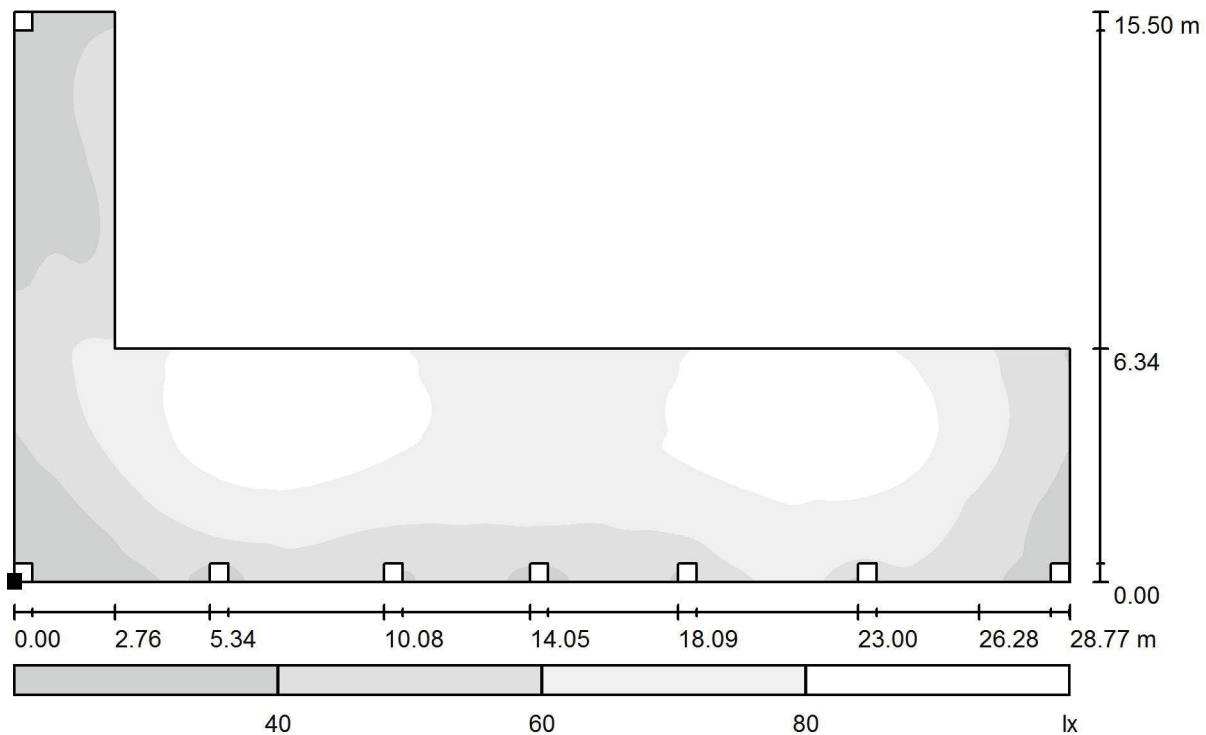
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
65



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

SALA PRETRATAMIENTO / Superficie de cálculo 4 / Gama de grises (E, perpendicular)



Escala 1 : 206

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

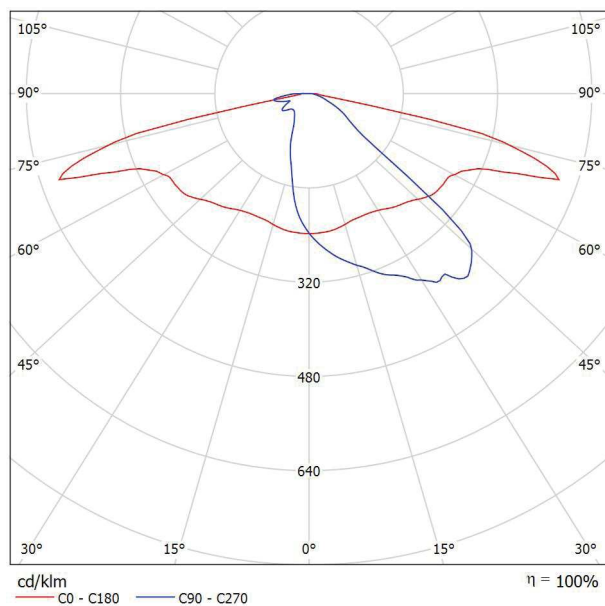
E_m [lx]
65

EDAR	
Portada del proyecto	1
Índice	2
BENITO ILLI02443 ELIUM 24LED @700mA 53W 4000K T3	
Hoja de datos de luminarias	3
Escena exterior 1	
Datos de planificación	4
Luminarias (lista de coordenadas)	5
Rendering (procesado) de colores falsos	6
Calle 40 m	
Datos de planificación	7
Rendering (procesado) de colores falsos	8
Recuadros de evaluación	
Recuadro de evaluación Calzada 1	
Isolíneas (E)	9
Calle 25 m	
Datos de planificación	10
Rendering (procesado) de colores falsos	11
Recuadros de evaluación	
Recuadro de evaluación Calzada 1	
Isolíneas (E)	12

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

BENITO ILLI02443 ELIUM 24LED @700mA 53W 4000K T3 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



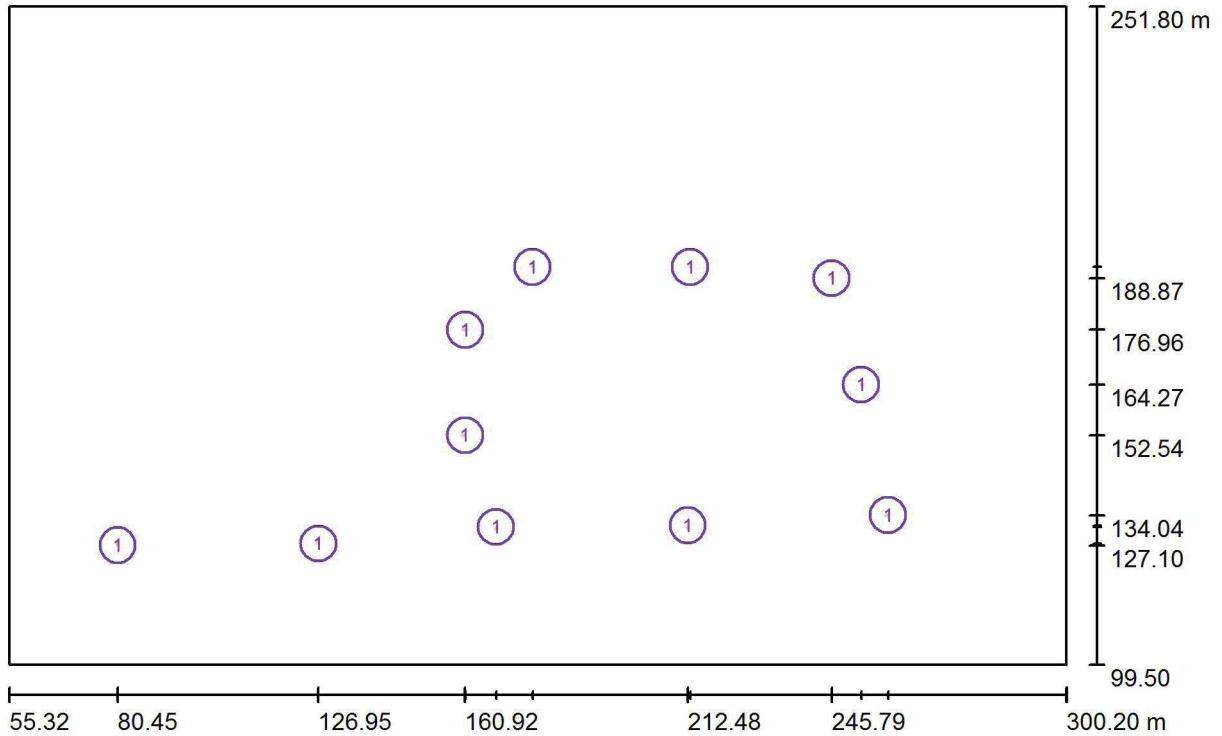
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 33 64 92 100 100

Luminaria con 24LEDs de 4000°K CRI>70 @700mA. Potencia entrada máxima de 53,31W. Distribución fotométrica T3. Clase I. IP66. IK09. Diseño aerodinámico. Cuerpo en inyección de aluminio. Excelente disipación térmica. Packaging extra plano para reducir los costes de transporte. Mínima superficie de resistencia al aire. Acceso rápido al driver mediante tornillos. Fijación en tubo de diámetro 60mm tanto en Top como en Lateral. Posibilidad de inclinación de 0°, 5°, 10° y 15°. Acabados del cuerpo en gris RAL9006.

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Datos de planificación



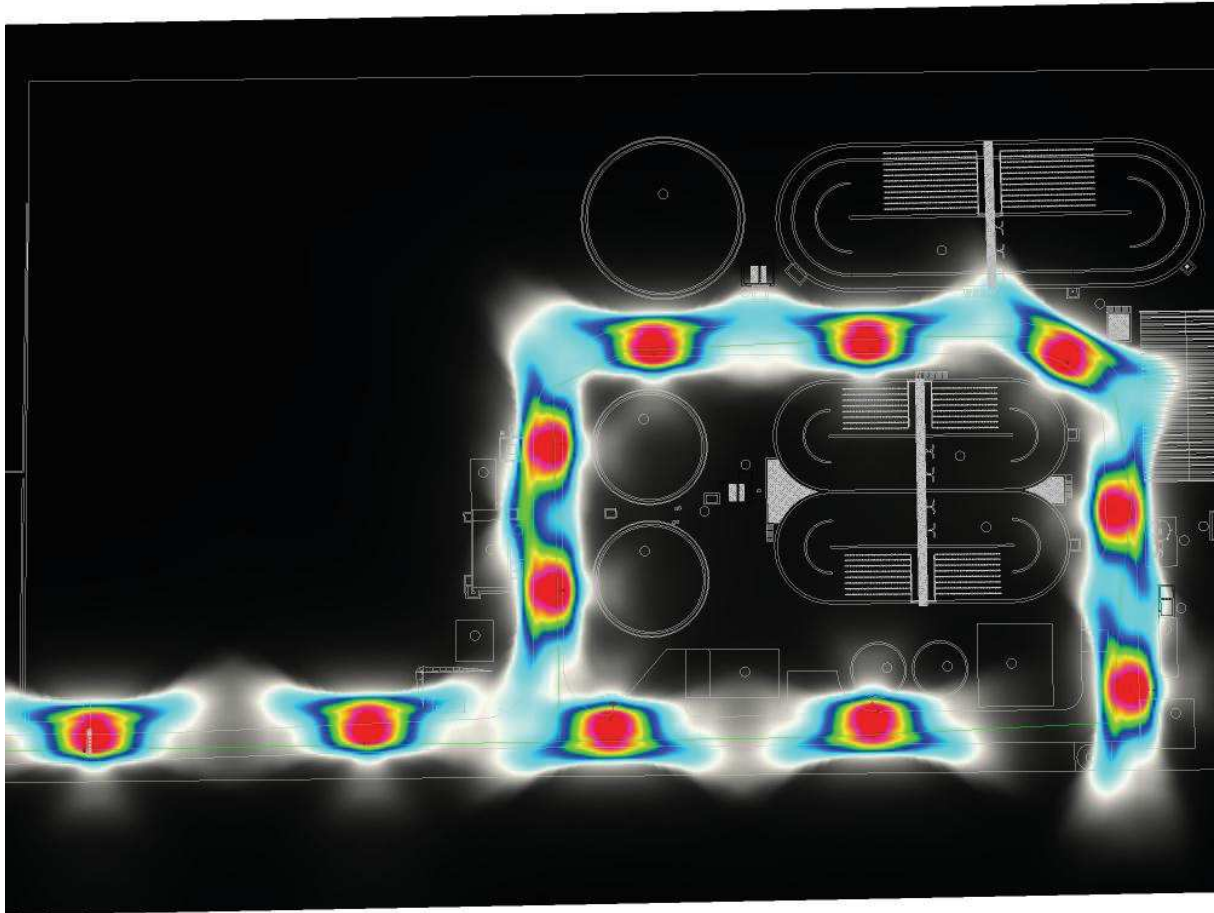
Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:1751

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	11	BENITO ILLI02443 ELIUM 24LED @700mA 53W 4000K T3 (1.000)	5651	5651	53.0
			Total: 62160	Total: 62161	583.0

Escena exterior 1 / Rendering (procesado) de colores falsos



0 3.13 6.25 9.38 12.50 15.63 18.75 21.88 25 lx

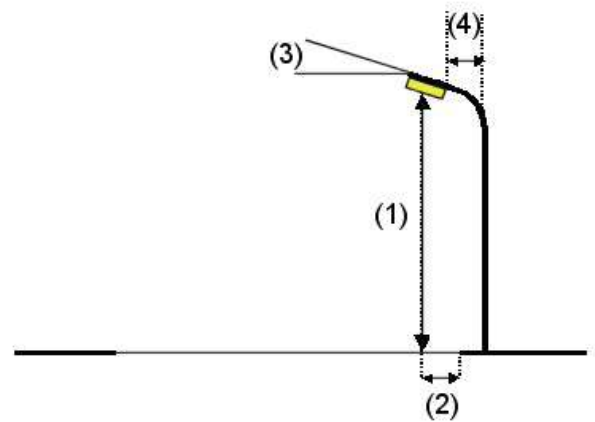
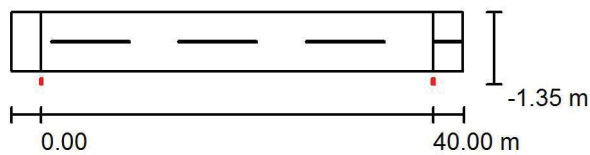
Calle 40 m / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.85

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	BENITO ILLI02443 ELIUM 24LED @700mA 53W 4000K T3	
Flujo luminoso (Luminaria):	5651 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	5651 lm	con 70°: 993 cd/klm
Potencia de las luminarias:	53.0 W	con 80°: 113 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 90°: 45 cd/klm
Distancia entre mástiles:	40.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	6.000 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
Altura del punto de luz:	6.000 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G1.
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5.
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.000 m	

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

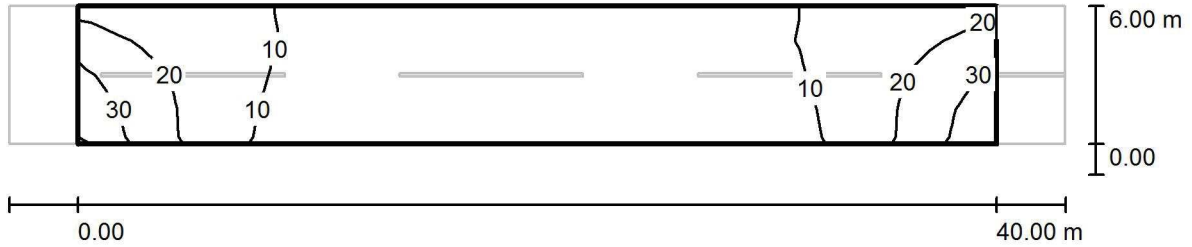
Calle 40 m / Rendering (procesado) de colores falsos



0 3.13 6.25 9.38 12.50 15.63 18.75 21.88 25 lx

Proyecto elaborado por
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Calle 40 m / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 329

Trama: 14 x 4 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
11	2.87	33	0.266	0.088

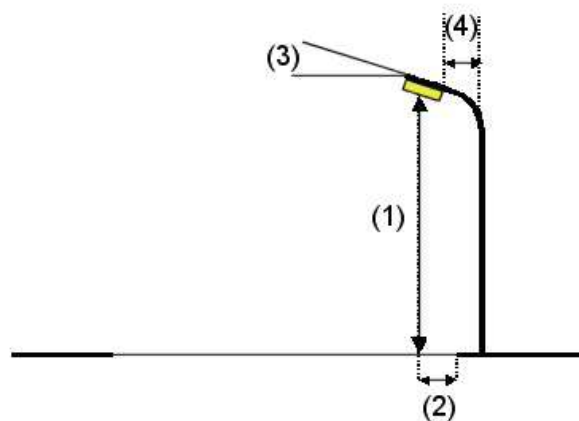
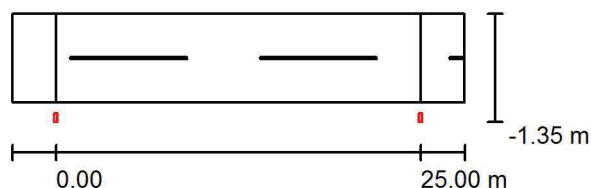
Calle 25 m / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.85

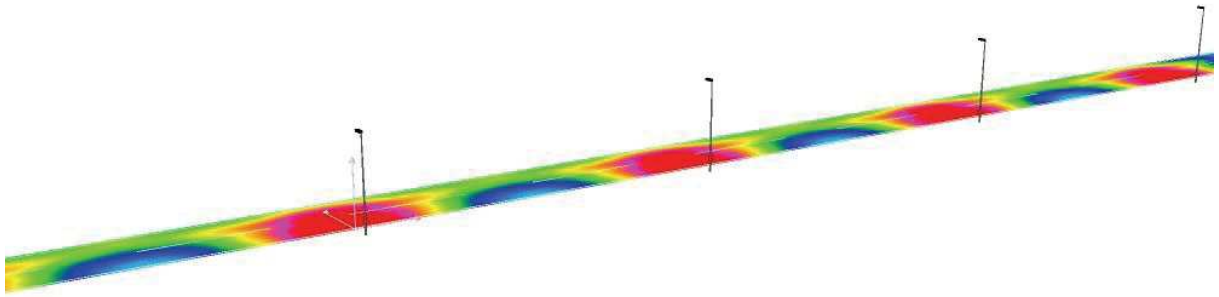
Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	BENITO ILLI02443 ELIUM 24LED @700mA 53W 4000K T3	
Flujo luminoso (Luminaria):	5651 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	5651 lm	con 70°: 993 cd/klm
Potencia de las luminarias:	53.0 W	con 80°: 113 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 90°: 45 cd/klm
Distancia entre mástiles:	25.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	6.000 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
Altura del punto de luz:	6.000 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G1.
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5.
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.000 m	

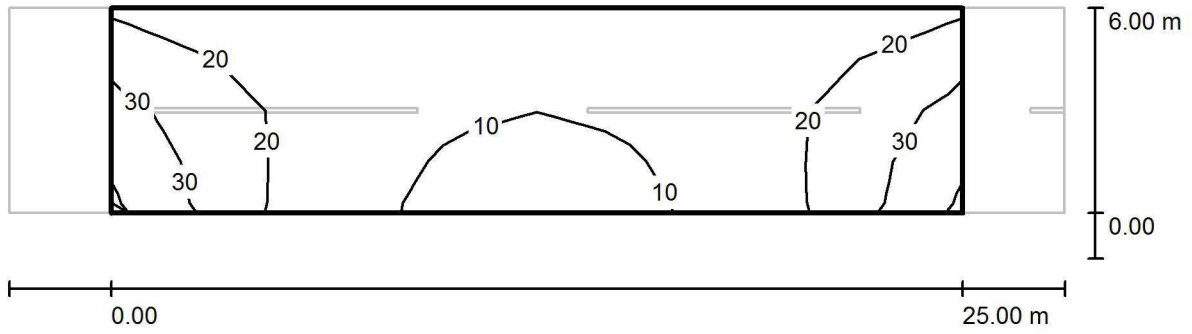
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 25 m / Rendering (procesado) de colores falsos



0 3.13 6.25 9.38 12.50 15.63 18.75 21.88 25 ix

Calle 25 m / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 222

Trama: 10 x 4 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
17	7.15	35	0.414	0.205

6.4.1. Eficiencia energética en la instalación de alumbrado exterior.

A continuación, se indicará la clasificación de las vías y la selección de las clases de alumbrado según lo dispuesto en la ITC-EA-02 del Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, en el cual se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior de más de 1kW de potencia instalada.

6.4.2. Niveles de iluminación requeridos.

La clasificación de la vía será de tipo D, ya que la velocidad del tráfico en esas vías estará entre 5 y 30 km/h, según la tabla 1 de la ITC-EA-02 que se muestra en la tabla 3.12.

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Tabla 3.12. Clasificación de vías. ITC-EA-02 tabla 1.

Por lo que tendremos:

	Tipo de vía	Situación de proyecto	Clase de alumbrado	Nivel de iluminación exigido
Vial exterior	D	D3-D4	S3	Em = 7,5 lux

Tabla 3.13. Niveles de iluminación exigidos

6.4.3. Niveles de iluminación obtenidos.

Los niveles de iluminación que se obtendrán serán los que muestra el estudio luminotécnico que se podrá observar en el anexo de cálculos. Así pues, se obtiene:

Tipo de vial	Nivel de iluminación
Vial exterior	Em = 11 lux

Tabla 3.14. Niveles de iluminación alumbrado exterior.

6.4.4. Eficiencia energética de la instalación.

Los valores correspondientes a la eficiencia energética de la instalación se resumirán en los de la tabla 3.15.

Tipo de vial	Em (lux)	Superficie iluminada m ²	Potencia instalada W	Eficiencia energética ε
Vial exterior	11,0	480	583	9,1

Tabla 3.15. Resumen datos eficiencia energética

Siendo:

$$\varepsilon = \frac{Em * Superficie}{Potencia} = 9.1$$

6.4.5. Clasificación energética de la instalación

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrados de señales y anuncios luminosos, festivos y navideños, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

El índice de eficiencia energética ($I\varepsilon$) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación (ε) y el valor de eficiencia energética de referencia (ε_R) en función del nivel de iluminancia media en servicio.

$$I\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}$$

Con el fin de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y arreglo con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía), que se podrá observar en la tabla 3.16, que se puede encontrar en el R.D.1890-2008. El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I\varepsilon}$$

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	ICE < 0,91	$I\varepsilon > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I\varepsilon > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I\varepsilon > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I\varepsilon > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I\varepsilon > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I\varepsilon > 0,20$
G	ICE ≥ 5,00	$I\varepsilon \leq 0,20$

Tabla 3.16. Calificación energética del RD 1890-2008.

Según el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior, la clasificación energética de la instalación se indicará en la siguiente tabla:

Tipo de vial	Eficiencia energética mínima ϵ_{\min}	Eficiencia energética de referencia ϵ	Índice de Eficiencia Energética I_{ϵ}	Índice de Consumo Energético ICE	Calificación Energética
Vial exterior	2	1,5	1.33	0,77	A

Tabla 3.17. Eficiencia energética alumbrado exterior.

Por lo que la instalación será muy eficiente y tendrá menos consumo de energía.

6.5. Cálculos eléctricos: alumbrado y fuerza motriz

A continuación, se representará una tabla con las secciones de los conductores y diámetro de los tubos de canalizaciones a utilizar en las líneas de alimentación al cuadro general y secundarios. Se considerará la caída máxima de tensión admisible de los conductores.

El tipo de conductor será en todos los circuitos de XLPE.

Características circuitos										
Circuito	Métod. de inst.	Long. (m)	F.d.p	C.S	P (kW)	I_B (A)	Sección mm^2Cu	I_z (A)	ΔU (V)	\varnothing Tub o (mm)
Línea Global	C	0,3	0,8	1	242,277	453,3	2(4x95)	482	0,73	---
CG-1	B1	30	1	1	0,984	7,7	2x2.5+TTx2.5	26,5	2,31	20
CG-2	D	326	1	1	0,583	4,56	2x10+TTx10	85,9	2,18	63
CCM1	D	25,5	0,8	1	23,2	43,98	4x10+TTx10	53,38	1,58	63
C.1.1	C	0,3	0,8	1	14,1	27,56	4x4	34	1,59	---
C1.1.1	D	26	0,86	1	4,7	11,47	4x2.5+TTx2.5	25,31	2,49	32
C1.1.2	D	22	0,86	1	4,7	11,47	4x2.5+TTx2.5	25,31	2,35	32
C1.1.3	D	18	0,86	1	4,7	11,47	4x2.5+TTx2.5	25,31	2,21	32
C1.2	C	0,3	0,8	1	9,1	18,22	4x2.5	26	1,59	---

C1.2.1	D	13,3	0,85	1	4	9,99	4x2.5+TTx2.5	28,69	1,98	32
C1.2.2	D	9	0,85	1	4	9,99	4x2.5+TTx2.5	28,69	1,85	32
C1.2.3	D	23	0,85	1	0,55	1,6	4x2.5+TTx2.5	28,69	1,7	32
C1.2.4	D	23	0,85	1	0,55	1,6	4x2.5+TTx2.5	28,69	1,7	32
CCM2	D	60	0,8	1	22,65	42,99	4x10+TTx10	53,38	2,67	63
C.2.1	C	0,3	0,8	1	9,95	20,07	4x2,5	26	2,69	---
C2.1.1	D	22	0,86	1	4,7	11,47	4x2.5+TTx2.5	28,69	3,44	32
C2.1.2	D	18	0,86	1	4,7	11,47	4x2.5+TTx2.5	28,69	3,3	32
C2.1.3	D	25	0,85	1	0,55	1,6	4x2.5+TTx2.5	33,75	2,8	32
C.2.2	C	0,3	0,8	1	12,7	25,03	4x4	34	2,68	---
C2.2.1	D	14	0,86	1	4,7	11,47	4x2.5+TTx2.5	25,31	3,16	32
C2.2.2	D	10	0,85	1	4	9,99	4x2.5+TTx2.5	25,31	2,97	32
C2.2.3	D	7	0,85	1	4	9,99	4x2.5+TTx2.5	25,31	2,89	32
CCM3	D	49	0,8	1	33,94	64,62	4x16+TTx16	78,23	2,22	63
C.3.1	C	0,3	0,8	1	24	46,69	4x10	60	2,23	---
C3.1.1	D	20,5	0,84	1	7,5	18,31	4x2.5+TTx2.5	23,62	3,41	32
C3.1.2	D	16,5	0,84	1	7,5	18,31	4x2.5+TTx2.5	23,62	3,18	32
C3.1.3	D	13	0,84	1	7,5	18,31	4x2.5+TTx2.5	23,62	2,98	32
C3.1.4	D	9	0,84	1	1,5	3,84	4x2.5+TTx2.5	23,62	2,34	32
C.3.2	C	0,3	0,8	1	2,24	4,72	4x2,5	26	2,23	---
C3.2.1	D	18	0,86	1	1,5	3,84	4x2.5+TTx2.5	25,31	2,43	32
C3.2.2	D	15	0,8	1	0,37	1,21	4x2.5+TTx2.5	25,31	2,28	32
C3.2.3	D	15	0,8	1	0,37	1,21	4x2.5+TTx2.5	25,31	2,28	32
C.3.3	C	0,3	0,8	1	7,7	15,29	4x2,5	26	2,24	---

C3.3.1	D	17	0,86	1	3,1	7,65	4x2.5+TTx2.5	25,31	2,62	32
C3.3.2	D	17	0,86	1	3,1	7,65	4x2.5+TTx2.5	25,31	2,62	32
C3.3.3	D	20	0,86	1	1,5	3,84	4x2.5+TTx2.5	25,31	2,46	32
CCM4	D	99	0,8	1	12,9	25,21	4x6+TTx6	40,5	3,72	50
C.4.1	C	0,3	0,8	1	12,9	25,21	4x4	34	3,74	---
C4.1.1	D	11	0,85	1	4,3	10,74	4x2.5+TTx2.5	25,31	4,09	32
C4.1.2	D	7	0,85	1	4,3	10,74	4x2.5+TTx2.5	25,31	3,96	32
C4.1.3	D	3	0,85	1	4,3	10,74	4x2.5+TTx2.5	25,31	3,83	32
CCM5	D	37	0,8	1	17,94	34,31	4x10+TTx10	49,82	1,66	63
C.5.1	C	0,3	0,8	1	12,9	25,21	4x6	36	1,66	---
C5.1.1	D	29	0,86	1	4,3	10,49	4x2.5+TTx2.5	25,31	2,57	32
C5.1.2	D	24	0,86	1	4,3	10,49	4x2.5+TTx2.5	25,31	2,42	32
C5.1.3	D	20	0,86	1	4,3	10,49	4x2.5+TTx2.5	25,31	2,29	32
C.5.2	C	0,3	0,8	1	5,04	11,03	4x2,5	26	1,67	---
C5.2.1	D	16	0,86	1	4,3	10,49	4x2.5+TTx2.5	33,75	2,16	32
C5.2.2	D	10	0,8	1	0,37	1,21	4x2.5+TTx2.5	28,69	1,7	32
C5.2.3	D	8	0,8	1	0,37	1,21	4x2.5+TTx2.5	28,69	1,69	32
CCM6	D	57	0,8	1	75,4	148,54	4x95+TTx50	173,53	1,41	140
C.6.1	C	0,3	0,8	1	9	17,59	4x2,5	26	1,42	---
C6.1.1	D	2	0,8	1	1	2,78	4x2.5+TTx2.5	33,75	1,44	32
C6.1.2	D	3	0,86	1	3	7,4	4x2.5+TTx2.5	33,75	1,49	32
C6.1.3	D	10	0,87	1	2	4,94	4x2.5+TTx2.5	33,75	1,57	32
C6.1.4	D	20	0,86	1	3	7,4	4x2.5+TTx2.5	33,75	1,86	32
C.6.2	C	0,3	0,8	1	33,2	72,4	4x16	81	1,42	---

C6.2.1	D	9	0,86	1	5,5	13,11	4x2.5+TTx2.5	28,69	1,77	32
C6.2.2	D	11	0,9	1	27,7	59,71	4x16+TTx16	78,23	1,76	63
C.6.3	C	0,3	0,8	1	33,2	72,4	4x16	81	1,42	---
C6.3.1	D	6	0,86	1	5,5	13,11	4x2.5+TTx2.5	28,69	1,65	32
C6.3.2	D	9	0,9	1	27,7	59,71	4x16+TTx16	78,23	1,7	63
CCM7	D	74	0,8	1	32,7	61,66	4x16+TTx16	64,43	2,97	63
C.7.1	C	0,3	0,8	1	17,7	34,6	4x6	44	2,98	---
C7.1.1	D	6	0,86	1	5,9	14,07	4x2.5+TTx2.5	25,31	3,24	32
C7.1.2	D	11	0,86	1	5,9	14,07	4x2.5+TTx2.5	25,31	3,45	32
C7.1.3	D	15,5	0,86	1	5,9	14,07	4x2.5+TTx2.5	25,31	3,64	32
C.7.2	C	0,3	0,8	1	15	28,87	4x4	34	2,98	---
C7.2.1	D	13	0,85	1	4	9,99	4x2.5+TTx2.5	23,62	3,37	32
C7.2.2	D	8	0,85	1	4	9,99	4x2.5+TTx2.5	23,62	3,22	32
C7.2.3	D	5	0,85	1	4	9,99	4x2.5+TTx2.5	23,62	3,13	32
C7.2.4	D	14	0,86	1	3	7,4	4x2.5+TTx2.5	23,62	3,29	32
CCM8	D	85	0,8	1	21,98	41,07	4x16+TTx16	64,43	2.3	63
C8.1	B1	20	1	1	0,98	7,67	2x4+TTx4	36	2,96	20
C8.2	C	0,3	0,8	1	21	37,89	4x6	44	2,32	---
C8.2.1	B1	20	0,8	1	15	27,06	4x4+TTx4	36,89	3,32	25
C8.2.2	B1	15	0,8	1	2	3,61	4x2.5+TTx2.5	27,37	2,46	20
C8.2.3	B1	10	0,8	1	2	3,61	4x2.5+TTx2.5	27,37	2,42	20
C8.2.4	B1	13	0,8	1	2	3,61	4x2.5+TTx2.5	27,37	2,45	20

Tabla 3.18. Resultados de cálculo de los circuitos de la instalación.

Para poder realizar los cálculos pertinentes, habrá que definir el método de instalación que se va a utilizar en los diferentes circuitos.

B1: Conductores aislados o cable unipolar en conductos sobre pared de madera o de mampostería, no espaciados una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conductor de ella.

C: Unipolares o Multipoladres, sobre pared.

D: Unipolares o Multipolares en conductos enterrados.

Se utilizará un método B1 para las instalaciones interiores, método C las canalizaciones interiores hasta las tomas de corriente y método D para los circuitos de maquinaria y alumbrado exterior, ya que deberán ir enterradas hasta el punto de alimentación de la máquina.

La Intensidad de diseño I_B se calculará de la siguiente manera:

Para alumbrado:

$$I_B = 1,8 \frac{P}{U}$$

Para motores:

$$I_B = \frac{(1.25 * P_{mot.max} + \sum P_{total} - P_{mot.max})}{\sqrt{3} U \cos\varphi}$$

Siendo:

P= Potencia (W)

U=230 V (Alumbrado)

U=400 V (Motores trifásicos)

Cos φ = Factor de potencia

A continuación, se calculará el factor de corrección multiplicando los factores que tienen en cuenta el número de conductores, la temperatura, el método de instalación y la resistividad térmica que podremos obtener por tablas.

Para los factores de corrección respecto de los conductores enterrados (D) de cables multipolares en tubos enterrados se hará uso de las tablas B.52.15, B.52.16 y B.52.19 de la Norma UNE 60364-5-52.

Temperatura del terreno °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	—	0,60
70	—	0,53
75	—	0,46
80	—	0,38

Tabla 3.19. Equivalente a la tabla B.52.15 de factor de corrección de la temperatura por de la Norma UNE 60364-5-52

Considerando una temperatura del terreno de 20°C, mediante la tabla B.52.15. de la Norma UNE 60364-5-52 se obtendrá un factor de corrección de $F_{ci}(T^{\circ}C)=1.04$.

Tabla B.52.16 – Factores de corrección para cables enterrados directamente en el suelo o en conductos enterrados para terrenos de resistividad diferente de 2,5 K·m/W a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para el método de referencia D

Resistividad térmica K·m/W	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección para cables en conductos enterrados	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Factor de corrección para cables enterrados directamente	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90

NOTA 1 Los factores de corrección dados están promediados para los rangos de dimensiones de conductores y los tipos de instalación de las tablas B.52.2 a B.52.5. La precisión global de los factores de corrección es de $\pm 5\%$.

NOTA 2 Los factores de corrección se aplican a los cables en conductos enterrados; para cables tendidos directamente en el terreno los factores de corrección para resistividades térmicas inferiores a 2,5 K m/W serán más elevados. Si se necesitan valores más precisos, pueden calcularse por medio de los métodos dados en la Norma IEC 60287.

NOTA 3 Los factores de corrección se aplican a los conductos enterrados hasta una profundidad de 0,8 m.

NOTA 4 Se asume que las propiedades del terreno son uniformes. No se ha contemplado la posibilidad de la migración de humedad que puede comportar la existencia de una región de alta resistividad térmica alrededor del cable. Si se prevé el secado parcial del terreno, la corriente admisible debería determinarse a partir de los métodos especificados en la Norma IEC 60287.

Tabla 3.20. Factores de corrección de la resistividad por la NORMA UNE 60364-5-52

En este caso, ya que se tratará de un terreno arcilloso de resistividad térmica 1 K.m/W, el Factor de corrección para cables en conductos enterrados será de $F_{ci}(RT)=1.18$.

Número de cables	Distancia entre conductos (a)*			
	Nula (conductos en contacto)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90

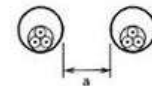


Tabla 3.21. Tabla B.52.19 de la Norma UNE 60364-5-52

De la tabla 3.21. se obtendrá el factor de corrección por agrupamiento de varios circuitos instalados en tubos enterrados $F_{ci}(\text{agrupamiento})$, teniendo en cuenta el número de cables instalados y la distancia entre ellos.

Multiplicando estos tres factores de corrección se obtendrá el factor de corrección total $F_{ci} = F_{ci}(T^{\circ}C) \times F_{ci}(RC) \times F_{ci}(\text{agrupamiento})$.

Para el caso de los circuitos con instalación método B1 y C, se hará uso de las tablas B.52.14 y B.52.17.

Temperatura ambiente °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral*	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,87	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	-	0,65	-	0,70
70	-	0,58	-	0,65
75	-	0,50	-	0,60
80	-	0,41	-	0,54
85	-	-	-	0,47
90	-	-	-	0,40
95	-	-	-	0,32

* Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Tabla 3.22. Equivalente a la tabla B52.14 de la Norma UNE 60364-5-52. $F_{ci}(T^{\circ}C)$

Punto	Disposición de los cables (En contacto)	Número de circuitos o de cables multiconductores											Tablas de los métodos de referencia	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16		20
1	Agrupados en el aire sobre una superficie, embutidos o empotrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	52 – C1 a 52 – C12 métodos A a F
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multiconductores	52 – C1 a 52 – C6 método C		
3	Capa única fijada bajo techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Capa única sobre bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				
5	Capa única sobre escalera, abrazaderas, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	52 – C7 a 52 – C12 métodos E y F			

Tabla 3.23. Equivalente a la tabla B52.17 de la Norma UNE 60364-5-52. $F_{ci}(\text{agrupamiento})$

Y al igual que en las canalizaciones enterradas (D) para obtener el Factor de corrección general se multiplicará los dos factores anteriores.

$$F_{ci} = F_{ci}(T^{\circ}C) \times F_{ci}(\text{agrupamiento}).$$

Teniendo estos factores se obtendrá la intensidad para entrar en las tablas C.52-1 bis o C.52-2 (dependiendo del método de instalación) y obtener la sección del circuito. Esta intensidad de

obtendrá dividiendo la intensidad de diseño entre el factor de corrección general que se obtenga en cada método de instalación y contemplando que se utilizará cobre como material conductor.

$$\frac{I_B}{F_{ci}}$$

Se entrará en la tabla según el método de instalación, tipo de aislamiento y con la intensidad inmediatamente superior a la obtenida. De este modo se conocerá la sección a emplear en cada caso.

Una vez obtenida la sección, se multiplicará la intensidad por la que se ha entrado en la tabla por el factor de corrección general y así se obtendrá la Intensidad admisible (I_z).

TABLA C.52-1 bis (UNE-HD 60364-5-52: 2014)
Intensidades admisibles en amperios Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Método de instalación de la tabla B.52-1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																			
	A1	PVC 3	PVC 2		XLPE 3		XLPE 2													
	A2	PVC 3	PVC 2		XLPE 3		XLPE 2													
	B1			PVC 3	PVC 2				XLPE 3				XLPE 2							
	B2		PVC 3	PVC 2				XLPE 3	XLPE 2											
	C				PVC 3				PVC 2			XLPE 3								
	E						PVC 3			PVC 2			XLPE 3							
	F								PVC 3			PVC 2	XLPE 3							
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
Sección mm²																				
Cobre																				
	1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	-	-
	2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	-	-
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	-	-
	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	-	-
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	-	-
	16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	-	-
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146	-
	35	-	-	-	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182	-
	50	-	-	-	118	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220	-
	70	-	-	-	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282	-
	95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343	-
	120	-	-	-	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397	-
	150	-	-	-	-	-	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458	-
	185	-	-	-	-	-	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523	-
	240	-	-	-	-	-	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617	-
Alu-minio																				
	2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	-	-
	4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	26	27	29	31	34	-	-
	6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	-	-
	10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60	-	-
	16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	-	-
	25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110	-
	35	-	-	-	74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136	-
	50	-	-	-	90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167	-
	70	-	-	-	115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215	-
	95	-	-	-	140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262	-
	120	-	-	-	161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306	-
	150	-	-	-	-	-	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353	-
	185	-	-	-	-	-	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406	-
	240	-	-	-	-	-	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427	482	-	-

Aislamientos termoestables (90°C)						Aislamientos termoplásticos (70°C)					
XLPE: Polietileno reticulado			EPR: Etileno-propileno			PVC: Policloruro de vinilo					

Tabla 3.24. Intensidades admisibles TABLA C.52-1 Bis

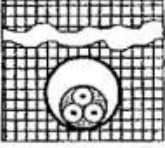
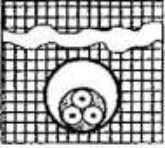
Método de instalación	Sección mm ²	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
		XLPE3	XLPE2	PVC3	PVC2
D 	Cobre				
	1,5	21	24,5	17	20,5
	2,5	27,5	32,5	22,5	27,5
	4	35	42	29	36
	6	44	53	37	44
	10	58	70	49	59
	16	75	91	63	76
	25	96	116	81	98
	35	117	140	97	118
	50	138	166	115	140
	70	170	204	143	173
	95	202	241	170	205
	120	230	275	192	233
	150	260	311	218	264
	185	291	348	245	296
	240	336	402	282	342
300	380	455	319	387	
D 	Aluminio				
	2,5	21	24,5	17	20,5
	4	27,5	32,5	22,5	27,5
	6	34	40	28	34
	10	45	53	38	45
	16	58	70	49	58
	25	74	89	62	76
	35	90	107	76	91
	50	107	126	89	107
	70	132	156	111	133
	95	157	185	131	157
	120	178	211	149	179
	150	201	239	169	202
	185	226	267	190	228
	240	261	309	218	263
	300	295	349	247	297

Tabla 3.25. Equivalente a la tabla C.52-2 de la Norma UNE 60364-5-52.

Se obtendrá el diámetro mínimo exterior de los tubos, teniendo en cuenta la sección de los conductores y el número de estos que pasarán por el tubo. Esto se obtendrá por la tabla 9 del apartado 1.2.4 de ITC BT-21.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	< 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	—

Tabla 3.26. Tabla 9 del apartado 1.2.4 de la ITC BT-21 Diámetros exteriores mínimos de los tubos.

Las dimensiones de los tubos de cada circuito se podrán observar en la tabla 3.6 y 3.7.

6.6. Cálculo de protecciones a instalar en las diferentes líneas generales y derivadas.

- **Sobrecarga**

Se considera que un circuito o instalación está sometido a sobrecarga cuando durante un cierto tiempo es recorrido por una corriente mayor que la corriente admisible, sin que exista ningún tipo de avería en la instalación.

Las sobrecargas producen una reducción de la vida útil de los conductores a causa de las temperaturas que alcanzan.

La condición para que un dispositivo de protección frente a sobrecargas proteja efectivamente un conductor es que actúe interrumpiendo la corriente del circuito antes de que se alcance la temperatura admisible.

La función de protección frente a sobrecargas de un circuito puede realizarse por:

- ✓ Interruptor Automático
- ✓ Fusibles
- ✓ Contactor combinado con relé térmico.

La norma UNE 20-460 establece un criterio para verificar la protección, se considera que un dispositivo de protección protege de modo efectivo a un conductor si se verifican las dos condiciones siguientes:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45I_Z$$

Siendo: I_n =Intensidad de ajuste del relé o disparador térmico del dispositivo de protección.

$I_2=1,45 I_n$ =Corriente que garantiza el funcionamiento efectivo del dispositivo de protección.

En este caso, como habrá conductor neutro, y la sección del conductor es igual o mayor que la sección de los conductores de fase, no será necesario prever ningún dispositivo de protección frente a sobrecargas para el conductor neutro.

Como norma general, estos dispositivos se instalarán en el origen de los circuitos, en el interior de los cuadros de distribución.

Por ejemplo, calculamos el interruptor automático para el circuito CCM3 y CCM4:

Circuito	Métod. de inst.	Long. (m)	F.d.p	C.S	P (kW)	I_B (A)	Sección mm^2Cu	I_z (A)	ΔU (V)	\emptyset Tubo (mm)
CCM3	D	49	0,8	1	33,94	64,62	4x16+TTx16	78,23	1,5	63
CCM4	D	99	0,8	1	12,9	25,21	4x6+TTx6	40,5	3	50

Tabla 3.27. Resultado de cálculo de sobrecarga. Circuito CCM3 y CCM4

En el circuito **CCM3** el interruptor se calculará de la siguiente forma:

$$64,62 = I_B \leq I_n \leq I_Z = 78,23$$

$$I_2 \leq 1,45I_Z = 1,45 * 78,23 = 113,43 A$$

En este caso como la intensidad nominal no es un valor normalizado de interruptor automático se deberá usar un interruptor automático regulable, por lo que $I_n=100$ y $I_2=71$, ya que la intensidad se regulará a 0.71 de la intensidad nominal.

Y para el caso del circuito **CCM4** el interruptor se calculará de la siguiente forma:

$$25,21 = I_B \leq I_n \leq I_Z = 40,5$$

$$I_2 \leq 1,45I_Z = 1,45 * 40,5 = 58,725 A$$

En este caso, la intensidad nominal es un valor normalizado de interruptor automático se usará un interruptor automático de $I_n=32 A$.

Los interruptores automáticos de los diferentes circuitos se podrán observar en el apartado 1.5.2. de la Memoria del Proyecto.

- **Cortocircuitos.**

Las causas más frecuentes de cortocircuito son fallos puntuales de aislamiento, defectos en las cargas conectadas y defectos de conexión en la instalación.

Para el cálculo de la protección de corrientes de cortocircuito se deberán calcular las corrientes de cortocircuito previstas en el origen de la línea ($I_{cc,máx}$ cortocircuito máximo) y en su extremo ($I_{cc,mín}$, cortocircuito mínimo).

Las condiciones que deberán cumplir los interruptores automáticos para que las líneas estén protegidas frente a cortocircuitos:

- a) Poder de corte del IA $> I_{cc,máx}$
- b) $I_{cc,mín} > I_a$
- c) $I_{cc,máx} < I_b \rightarrow (I^2t)_{adm}=(k*s)^2$

Siendo:

I_b : Es la intensidad que corresponde al $(I^2t)_{adm}$ del conductor determinada sobre la característica de I^2t del interruptor automático (Figura 3.3, c).

Con la condición a) se garantiza que, para la máxima corriente de cortocircuito, la temperatura del cable no alcanzará el valor máximo admisible.

La condición b) de la Figura 3.3 significa que todos los posibles cortocircuitos en la línea protegida por el I.A. deberán provocar la actuación del disipador electromagnético. Para ello se deberá seleccionar un dispositivo con una intensidad de reacción I_a más pequeña que la mínima intensidad de cortocircuito posible.

En el caso de querer calcular la protección contra cortocircuitos en la línea 1, las corrientes de cortocircuito se calcularán con el circuito equivalente conociendo las impedancias de cada circuito y transformador, tal y como se representa en el ejemplo de la Figura 3.2.

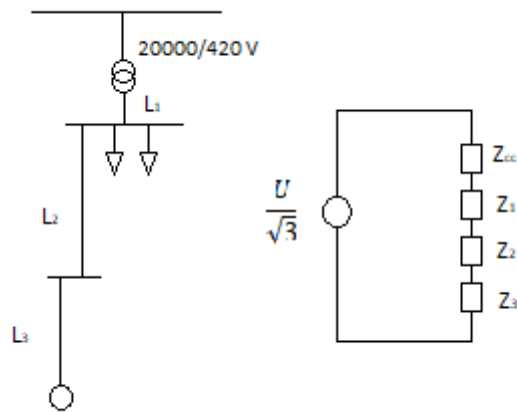


Figura 3.2. Circuito equivalente de un caso hipotético.

Para cada punto donde se vaya a calcular el interruptor automático se tendrá que realizar un circuito equivalente correspondiente y calcular las corrientes de cortocircuito máxima y mínima.

Para hallar estos valores de la línea 1, se calcularán las impedancias del transformador y de cada línea con las siguientes fórmulas:

Para el Transformador:

$$R_{cc} = \frac{\varepsilon_{Rcc} V^2}{100 S_n} (m\Omega)$$

$$X_{cc} = \frac{\varepsilon_{Xcc} V^2}{100 S_n} (m\Omega)$$

$$Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2} (m\Omega) = \frac{V^2}{100 S_n} \sqrt{(\varepsilon_{Xcc}^2 + \varepsilon_{Rcc}^2)} = \frac{V^2}{100 S_n} \varepsilon_{cc} (m\Omega)$$

Para la línea:

$$R_{línea} = \frac{\rho l}{n s} (m\Omega)$$

$$X_{línea} = x l (m\Omega)$$

$$Z_x = \sqrt{R_{línea}^2 + X_{línea}^2} (m\Omega)$$

ε_{Rcc} y ε_{Xcc} = Componente resistiva e inductiva de la caída de tensión en cortocircuito del transformador

ε_{cc} = tensión porcentual en cortocircuito del transformador=4% (tal y como muestra la memoria del Centro de Transformación).

ρ = resistividad del conductor ($\Omega mm^2/m$)

l = longitud de la línea en mm.

n = es el número de conductores en paralelo por fase

s = sección de un conductor (mm^2)

x = reactancia de la línea. En baja tensión se asume para cables tripolares o termo unipolares en contacto mutuo $80 \text{ m}\Omega/\text{km}$.

$$I_{cc,m\acute{a}x} = \frac{U}{Z_{cc}}$$

$$I_{cc,min} = \frac{U}{(Z_{cc} + \sum Z_x)}$$

Por lo que, tal y como dice la condición a), el interruptor automático deberá tener un poder de corte mayor que la $I_{cc,m\acute{a}x}$.

La segunda condición hace referencia a la intensidad de reacción, I_a , que deberá ser más pequeña que la intensidad mínima de cortocircuito para garantizar que actúa el Interruptor automático, tal y como se muestra en la figura 3.3 gráfico b).

Y para cumplir la tercera y última condición de la figura 3.3 c).

$I_{cc,m\acute{a}x} < I_b \rightarrow (I^2t)_{adm} = (k \cdot s)^2$, siendo el valor de k escogido de la tabla 3.28 y s la sección del cable.

Para cada línea se deberá entrar en las curvas del fabricante con la $I_{cc,m\acute{a}x}$ calculada y cortará en la curva del interruptor automático seleccionado para obtener la $(I^2t)_{adm}$.

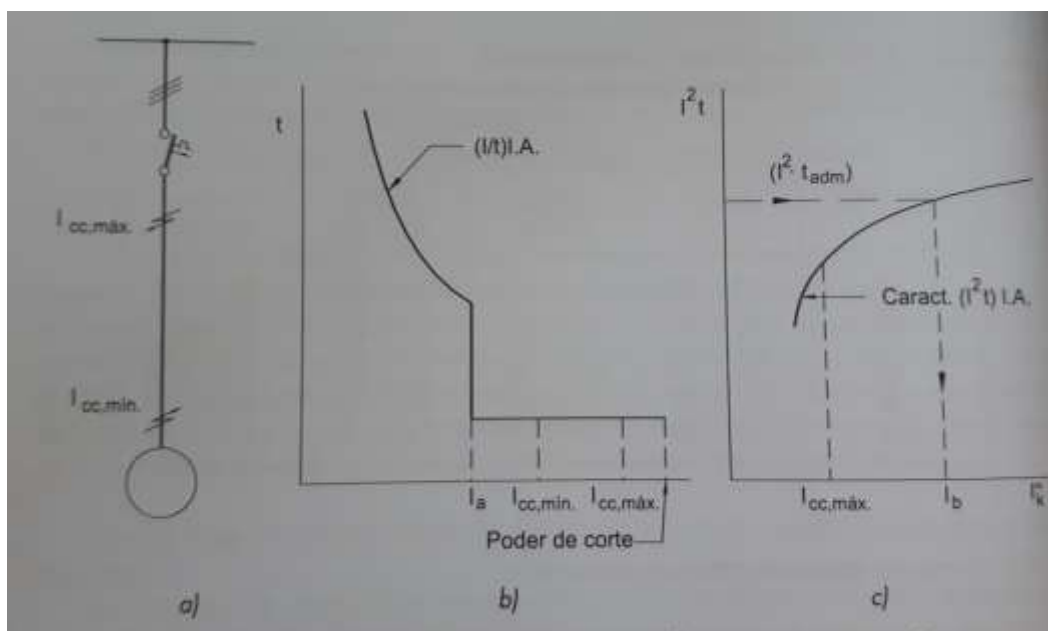


Figura 3.3: Protección frente a cortocircuito mediante interruptor automático. Libro de tecnología eléctrica

Cobre con PVC	115
Cobre con termoestable	143
Aluminio con PVC	76
Aluminio con termoestable	94

Tabla 3.28. Valores de K. Del libro de Tecnología Eléctrica.

Para ver esto en más detalle, se realizará un ejemplo, de la línea CCM4:

Circuito	Long. (m)	$I_{cc,m\acute{a}x}$ (kA)	Sección mm^2Cu	$I_{cc,m\acute{i}n}$ (A)	P de Corte (kA)	Curvas válidas
CCM4	99	12,21	4x6+TTx6	233,94	15	32;B

Tabla 3.29. Características de la línea CCM4.

Se empezará aplicando la condición a), donde se asignará un poder del corte del interruptor automático. Para ello, se escogerá un poder de corte de 15 kA ya que es mayor que los 12,21 kA de la corriente de cortocircuito máximo del circuito CCM4.

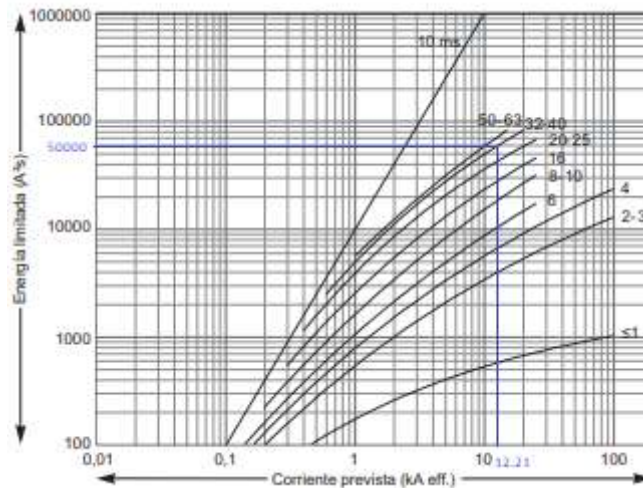
A continuación se comprobará la condición b) para saber el tipo de curva de este interruptor automático de Intensidad nominal de 32 A, la $I_{cc,m\acute{i}n}$ deberá ser mayor que I_a (Intensidad de reacción del interruptor).

Tipo de Curva	Fórmula	I_a (A)	Condición $I_{cc,m\acute{i}n} > I_a$	Válido
B	$5 \cdot I_n$	160	<233,94	Si
C	$10 \cdot I_n$	320	>233,94	No
D	$20 \cdot I_n$	640	>233,94	No

Tabla 3.30. Comprobación tipo de curva I.A.

Por lo que el circuito CCM4 tendrá una curva tipo B.

Para comprobar que el interruptor escogido de 32 A es adecuado, se validará la condición c) para la protección contra cortocircuitos. Entrando en la Gráfica 3.1 con la $I_{cc,m\acute{a}x} = 12,21$ kA y cruzando en la curva del interruptor automático de este circuito, de 32 A, se obtiene una energía limitada de 50000 $A^2s = (I^2s)$.



Gráfica 3.1. Guía técnica Schneider, Curva de limitación térmica.

Para comprobar que este interruptor automático de 32 A es correcto para este circuito se deberá comprobar que la energía admisible $(I^2t)_{adm}=(k s)^2$ sea mayor que la energía limitada obtenida por la Gráfica 3.1. Así pues, $(I^2t)_{adm}=(k s)^2=(115*6)^2=476100 A^2s > 50000 A^2s$

Por lo que se puede concluir que la intensidad nominal de 32 A del interruptor automático es correcta para este circuito (CCM4).

Todos los valores de poderes de corte y curvas de cada línea se podrán observar en el apartado 1.7.2 de la memoria de este proyecto.

Para el caso de la línea de distribución, se protegerá frente a cortocircuitos aguas arriba con fusible.

Circuito	Long. (m)	I_B (A)	$I_{cc,máx}$ (kA)	Sección mm^2Cu	$I_{cc,mín}$ (A)	t_{ad} (s)	Fusible (A)
Línea de distribución	49	453.3	14.43	2(4x120)	6182.54	30.81	500

Tabla 3.31. Características de la línea de distribución.

En el caso de seleccionar un fusible para la protección contra cortocircuitos se utilizará las gráficas por el fabricante donde se entrará con la $I_{cc,mín}$ (donde anteriormente ya se ha explicado cómo se calcula) y con el tiempo que tarda el conductor en alcanzar la temperatura límite admisible (t_{ad}). Cualquier intensidad nominal de fusible donde su curva esté por bajo de ese punto será apta para la protección de dicha línea.

Entrando en la Gráfica 3.2 y siendo t_{ad} lo que corresponde a la Fórmula 3.1, se podrá concluir que se utilizará un fusible de 500 A, ya que está por debajo de la intensidad de cortocircuito mínimo y por debajo del tiempo admisible, además de estar por encima de los 453.3 A de intensidad de diseño de la línea por lo que no hará falta poner un fusible de mayor intensidad nominal.

$$t_{ad} = \frac{(k \cdot s)^2}{I_{cc,min}^2} = 30,81 \text{ s}$$

Fórmula 3.1. Tiempo admisible

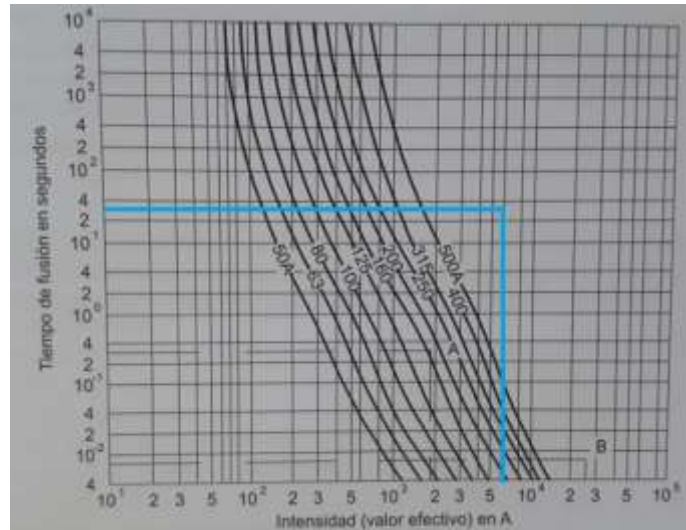


Gráfico 3.2. Características de los Fusibles (Libro de Tecnología eléctrica Figura 6.23)

- **Armónicos.**

Las cargas son lineales y por lo tanto la cantidad de armónicos previstos son muy bajos.

Como medida de seguridad la sección del neutro será igual a la de la fase.

- **Sobretensiones.**

Las sobretensiones se transmiten por las redes de distribución como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos de las mismas.

Mediante la selección de una categoría adecuada de sobretensión, se podrá lograr la coordinación de aislamiento necesario, reduciendo así el riesgo de fallo a un nivel aceptable y proporcionando un control de la sobretensión. Esta categoría indicará el valor límite máximo de tensión residual que deberá permitir los dispositivos de protección de cada zona y así evitar el posible daño de los equipos. Esta instalación será de categoría III, ya que se aplica a los equipos y materiales que forman parte de una instalación eléctrica fija.

Por la ITC-23, se considerará una situación controlada ya que será una instalación que se alimentará por una línea aérea con conductores desnudos o aislados y se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

Por lo que mirando en un catálogo de ABB se optará por poner un interruptor automático de 40 kA trifásico, ya que ofrece la máxima garantía de seguridad, esto se podrá ver en los planos de los esquemas unifilares.

6.7. Cálculo del sistema de protección contra contactos indirectos.

Al tratarse de una EDAR, debe considerarse un local húmedo por lo que no se debe ocasionar una tensión máxima superior a 24 V.

El esquema correspondiente a la instalación eléctrica de la EDAR, se tendrá un diferencial de cabecera de 1000 mA. Con estos datos se calculará la resistencia necesaria para la puesta a tierra contra contactos indirectos.

$$R_A = \frac{U_L}{I_{\Delta n}} = \frac{24 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 24 \Omega$$

Para poder conseguir dicha resistencia calcularemos la cantidad de metros de cable equivalentes a 24 V.

La resistencia del terreno donde se situará la EDAR será de 400 Ω m.

$$R_T = \frac{2\rho}{L} = \frac{2 * 400}{L} \leq R_A = 24 \Omega$$
$$L \geq \frac{2 * 400}{24} = 33.33 \text{ m}$$

Por lo que se colocará un cable de 40 metros para el conductor de tierra contra contactos indirectos. Esto se podrá observar en los planos del proyecto (plano número 9).

La intensidad que puede producirse a causa de contactos indirectos viene dada por la tensión y por la resistencia a masa de baja tensión y la tierra de servicio del Centro de Transformación.

$$I_d = \frac{V}{R_T + R_S} = \frac{230}{24 + 29} = 4.33 \approx 5 \text{ A}$$

En estas condiciones y cumpliendo el criterio térmico, se colocará una sección de 16 mm² para los conductores de fase.

Por lo que tal y como dice la ITC-18, los conductores de protección no serán de una sección mayor de 16 mm² ya que la corriente de defecto no superará los 5 Amperios.

Para el conductor de tierra, atendiendo al apartado 3.2 de la ITC-18, será un conductor de cobre, no protegido contra la corrosión con una sección mínima de 25 mm².

6.8. Cálculo de Batería de condensadores

Para reducir las pérdidas por energía reactiva se colocará una batería de condensadores.

En la instalación eléctrica se tendrá una potencia de 242,277 kW con un factor de potencia de 0.8, por lo que la potencia reactiva consumida vendrá determinada por:

$$Q = P \times \text{tg } \varphi = P \times \text{tg} (\arccos (\cos \varphi)) = 242,277 \times \text{tg} (\arccos (0.8)) = 181,708 \text{ kvar}$$

Por lo que se escoge una Batería de condensadores de 5 módulos (1:2:2) y 400V de 181,708 kvar.

Este módulo de baterías estará centralizado, conectada directamente al cuadro general de protección.

Puesto que por el circuito de la batería de condensadores no circulará potencia activa esta será P=0 y la intensidad que recorrerá por dicho circuito será de:

$$S = Q + P = Q = V * I * \sqrt{3}$$

$$I = \frac{181708 \text{ VAr}}{400 * \sqrt{3}} = 262.27 \text{ A} \approx 263 \text{ A}$$

Atendiendo al Reglamento de Baja Tensión ITC-19 (tabla 1), que se puede ver en la siguiente tabla 3.33, la sección correspondiente para una intensidad por fase de 263 A y un método F (cables unipolares en contacto mutuo) con aislamiento XLPE será de 3x120 mm², ya que se sobredimensiona por los picos de corriente que puedan suceder en la instalación. Teniendo estos resultados se utilizará un interruptor automático de 320 A ya que se trata de una magnitud normalizada.

Respecto el conductor de protección que será desnudo y según la ITC-18, se utilizará la tabla 3.34 para concluir que será necesaria una sección de 60 mm².

Conductores de Fase			
Intensidad (A)	Sección (mm ²)	Magneto térmico (A)	Aislante
262	3x95	320	XLPE

Conductor de Protección	Sección (mm ²)
	60

Tabla 3.32. Resultados cálculo batería de condensadores

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
B		Conductores aislados en tubos ³ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos ³ en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ⁴				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre ⁵ Distancia a la pared no inferior a 0.3D ⁵					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁶ Distancia a la pared no inferior a D ⁶					3x PVC				3x XLPE o EPR ⁷	
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁸								3x PVC ⁹		3x XLPE o EPR
Cobre	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
	35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
	50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
	70				149	160	171	188	202	224	244	321
	95				180	194	207	230	245	271	296	391
	120				208	225	240	267	284	314	348	455
150				236	260	278	310	338	363	404	525	
185				268	297	317	354	386	415	464	601	
240				315	350	374	419	455	490	552	711	
300				360	404	423	484	524	565	640	821	

Tabla 3.33. ITC-19 Intensidad admisible (A) al aire a 40°C. Nº conductores con carga y naturaleza del aislamiento.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm²)
S ≤ 16	S _p = S
16 < S ≤ 35	S _p = 16
S > 35	S _p = S/2

Tabla 3.34. ITC-18 Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.

CONCLUSIONES

En este proyecto se ha diseñado la instalación de BT y toda la infraestructura para su abastecimiento eléctrico, incluyendo un Centro de transformación y una línea de media tensión.

Con el diseño y con los documentos aportados en este proyecto se puede proceder a la construcción de las instalaciones, ya que se ha definido y descrito de forma completa.

Se ha llegado a una solución viable y segura desde el punto de vista eléctrico.

Este proyecto ha servido para asentar conocimientos eléctricos y profundizar en materia.

PLIEGO DE CONDICIONES

Índice Pliego de Condiciones

1.	OBJETO	134
2.	DISPOSICIONES GENERALES	134
2.1.	CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES	134
2.3.	SEGURIDAD PÚBLICA.....	137
3.	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.....	137
3.1.	CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.....	138
3.2.	CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION.....	138
3.3.	CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.....	138
3.4.	NORMAS DE INSTALACIÓN EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS.....	139
3.5.	ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.....	139
4.	CONDUCTORES.....	139
4.1.	IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	139
5.	CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	140
5.1.	OBRA CIVIL.....	140
5.2.	APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.....	141
5.3.	APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN	142
5.4.	INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....	144
5.5.	CAJAS DE EMPALME.....	144
5.6.	MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.....	145
5.7.	INTERRUPTORES DIFERENCIALES.....	145
5.8.	SECCIONADORES.....	147
5.9.	EMBARRADOS.....	147
5.10.	TRANSFORMADORES.....	147
5.11.	EQUIPOS DE MEDIDA	147
6.	DE ALUMBRADO.....	148
7.	RECEPTORES A MOTOR.....	148
8.	REPLANTEO DE LOS APOYOS.....	150
8.1.	APERTURA DE HOYOS.....	151
8.2.	TRANSPORTE, ACARREO Y ACOPIO A PIE DE HOYO	152
8.3.	CIMENTACIONES LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN.....	152

8.4.	PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES METALICAS	155
8.5.	TENDIDO, TENSADO Y ENGRAPADO DE LOS CONDUCTORES.	155
8.6.	REPOSICIÓN DEL TERRENO.....	158
8.7.	TOMAS DE TIERRA	158
9.	NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	159
9.1.	DATOS DE LA OBRA	160
9.2.	REPLANTEO DE LA OBRA	160
9.3.	RECEPCIÓN DEL MATERIAL.....	160
9.4.	ORGANIZACIÓN	160
9.5.	ENSAYOS.....	161
9.6.	LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS	161
9.7.	CAMINOS Y ACCESOS	161
9.8.	SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.....	162
9.9.	PLAZO DE EJECUCIÓN	162
9.10.	RECEPCIÓN PROVISIONAL	162
9.11.	AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.	163
9.12.	RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.	163
9.13.	PERIODOS DE GARANTÍA.....	163
9.14.	RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	163
9.15.	PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.....	164
9.16.	PAGO DE OBRAS	164
9.17.	LIBRO DE ÓRDENES.....	164
9.18.	MANTENIMIENTO.....	164

1. OBJETO

Este pliego de condiciones determinará los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones de este proyecto, como la línea aérea de Media Tensión, el Centro de Transformación y la instalación eléctrica de Baja Tensión.

2. DISPOSICIONES GENERALES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

2.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato que se trate.
- d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- e) Real Decreto 337/2014 de 9 de Mayo, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Ordenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- f) 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.
- g) Real Decreto 263/2008, de 22 de febrero, por el que se establecen medidas de carácter técnico en líneas eléctricas de alta tensión, con objeto de proteger la avifauna.
- h) Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- i) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- j) Cualquier trabajo u operación a realizar en el centro de transformación (uso, maniobras, mantenimiento, mediciones, ensayos y verificaciones) se realizarán conforme a las disposiciones generales indicadas en el 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.

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

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de IBERDROLA.

2.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Instalación eléctrica de Alta y Baja tensión

El contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado “i” del párrafo anterior de este Pliego de condiciones y cuentas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

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.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

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.

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, seccionamiento 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.

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.

Centro de Transformación

PREVENCIÓNES GENERALES.

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

PUESTA EN SERVICIO.

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

SEPARACIÓN DE SERVICIO.

10. Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
11. Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

12. Si una vez puesto el centro fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior, no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio del centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra. Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos los elementos accesibles estén, además de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del centro cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la compañía suministradora de energía eléctrica.
13. La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

* PREVENCIÓNES ESPECIALES.

14. No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.
15. Para transformadores con líquido refrigerante (aceite éster vegetal) no podrá sobrepasarse un incremento relativo de 60K sobre la temperatura ambiente en dicho líquido. La máxima temperatura ambiente en funcionamiento normal está fijada, según norma CEI 76, en 40°C, por lo que la temperatura del refrigerante en este caso no podrá superar la temperatura absoluta de 100°C.
16. Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

2.3. SEGURIDAD PÚBLICA.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

3. 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.

3.1. 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.

3.2. 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 separen 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.

3.3. 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.

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.

3.4. NORMAS DE INSTALACIÓN EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS.

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.

3.5. 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.

4. CONDUCTORES.

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Cálculos justificativos.

4.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.

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.

5. CALIDAD DE LOS MATERIALES

5.1. OBRA CIVIL

Línea Aérea de Alta Tensión

Los materiales y su montaje cumplirán con los requisitos y ensayos de la norma UNE aplicables de entre las incluidas en la ITC-LAT 02 y además normas y especificaciones técnicas aplicables.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

-APOYOS:

Los apoyos de hormigón cumplirán las características señaladas en la Norma UNE 207016. Llevará borne de puesta a tierra.

-AISLADORES:

Las características y dimensiones de los aisladores utilizados para la construcción de líneas aéreas deberán cumplir con los requisitos dimensionales de las siguientes normas:

- UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433, para elementos de cadenas de aisladores de vidrio o cerámicos.
- UNE-EN 61466-1 y UNE-EN 61466-2, para aisladores de aislamiento compuesto de goma de silicona.
- CEI 60720, para aisladores rígidos de columna o peana.
- UNE-EN 62217 para aisladores poliméricos.

En cualquier caso, el tipo de aislador será el que figura en el Proyecto.

-CONDUCTORES:

Los conductores de aluminio deberán cumplir la Norma UNE-EN 50182.

Los conductores de acero cumplirán con la norma UNE-EN 50182. Las especificaciones del material serán conforme a la norma UNE-EN 50189 para los hilos de acero galvanizado y conforme a la norma UNE-EN 61232 para los hilos de acero recubiertos de aluminio.

Los conductores de cobre podrán estar constituidos por hilos redondos de cobre o aleación de cobre, de acuerdo con la norma UNE 207015.

Centro de Transformación

Los materiales empleados en la ejecución del Centro cumplirán las Condiciones General prescritas en el MIE-RAT 14.

El edificio destinado a alojar en su interior las instalaciones será una construcción prefabricada de hormigón modelo EHC-3T1D.

Sus elementos constructivos serán los descritos en el apartado correspondiente de la Memoria del presente proyecto.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial.

La base del edificio será de hormigón armado con un mallazo equipotencial.

Todas las varillas metálicas empleadas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio.

Todos los elementos metálicos del edificio que están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado. En el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU 6618A.

5.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

Centro de Transformación

Las celdas a emplear serán de la serie SM6, compuesta por celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94.

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

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

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de las personas.

Las celdas responderán a su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Se distinguirán al menos los siguientes compartimentos:

- a) Compartimento de aparellaje.

Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida según se define en UNE-EN 62271-200. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años).

La presión relativa de llenado será de 0,4 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serán canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

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

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

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

b) Compartimento de juego de barras.

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexas mediante tornillos de cabeza Allen de M8. El par de apriete será de 2,8 daNm.

c) Compartimento de conexión de cables.

Se podrá conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.

Las extremidades de los cables serán, simplificadas para cables secos y termorretráctiles para cables de papel impregnado.

d) Compartimento de mandos

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

-Motorizaciones

-Bobinas de cierre y/o apertura

-Contactos auxiliares

Este comportamiento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo a tensión en el centro.

e) Compartimento de control.

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

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25 x 5 mm. Conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

5.3. APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN

Instalación de Baja Tensión

5.3.1. CUADROS ELÉCTRICOS

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.

5.4. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.

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.

5.5. 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.

5.6. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.

Los interruptores y conmutadores cortarían la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. 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.

5.7. 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:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a 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).

5.8. 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.

5.9. 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 seccionable 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.

5.10. TRANSFORMADORES

Centro de Transformación

El transformador a instalar en el centro de transformación será trifásico, con neutro accesible en B.T. refrigeración natura, en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable entando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características en la memoria.

5.11. EQUIPOS DE MEDIDA

Centro de Transformación

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la celda de medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y reactiva ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalaciones y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en la celda. En el caso que los transformadores no sean suministrados por el fabricante se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar a fin de tener la garantía que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. Serán las correctas.

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

La interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el equipo o módulo de contadores se realizará con cables de cobre de tipo termoplástico (tipo EVV-0.6/1kV) sin solución de continuidad entre los transformadores y bloques de pruebas.

El bloque de pruebas a instalar en los equipos de medida de 3 hilos será de 7 polos, 4 polos para el circuito de intensidades y 3 polos para el circuito de tensión, mientras que en el equipo de medida de

4 hilos se instalará un bloque de pruebas de 6 polos para el circuito de intensidades y otro bloque de pruebas de 4 polos para el de tensiones, según norma de la compañía NI 76.84.01.

Para cada transformador se instalará un cable bipolar que para los circuitos de tensión tendrá una sección mínima de 6 mm², y 6 mm² para los circuitos de intensidad.

La instalación se realizará bajo un tubo flexo con envolvente metálica.

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

6. 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 debe 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 voltamperios 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.

7. 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 ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kW 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.

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.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estático sea superior a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

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 escrito 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.

8. REPLANTEO DE LOS APOYOS

Como referencia para determinar la situación de los ejes de las cimentaciones, se dará a las estaquillas la siguiente disposición:

- a) Una estaquilla para los apoyos de madera.
- b) Tres estaquillas para todos los apoyos que se encuentren en alineación, aun cuando sean de amarre.
- c) Cinco estaquillas para los apoyos de ángulo; las estaquillas se dispondrán en cruz según las direcciones de las bisectrices del ángulo que forma la línea y la central indicará la proyección vertical del apoyo.

Se deberán tomar todas las medidas con la mayor exactitud, para conseguir que los ejes de las excavaciones se hallen perfectamente situados y evitar que haya necesidad de rasgar las paredes de

los hoyos, con el consiguiente aumento en el volumen de la fundación que sería a cargo de la Contrata.

8.1. APERTURA DE HOYOS

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- **Excavación:** Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los apoyos, en cualquier clase de terreno. Esta unidad de obra comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso necesarios para su ejecución.
- **Explanación:** Comprende la excavación a cielo abierto, con el fin de dar salida a las aguas y nivelar el terreno en el que se coloca el apoyo, comprendiendo el suministro de explosivos, herramientas y cuantos elementos sean necesarios para su ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a las indicadas por la Dirección Técnica. Las paredes de los hoyos serán verticales.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones de los fosos para las cimentaciones deberán ejecutarse de tal forma que no queden fosos abiertos a una distancia de más de 3 km. para las líneas con apoyos metálicos y a 1 km. para las líneas de hormigón y madera, por delante del equipo encargado del hormigonado o del equipo de izado de apoyos según queden o no hormigonados los apoyos. En el caso de que, por la naturaleza de la obra, esto no se pueda cumplir, deberá ser consultada la Dirección Técnica. Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas. En el caso de que penetrase agua en fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

Cuando se efectúen trabajos de desplazamiento de tierras, la capa vegetal arable será separada de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de esta forma su estado de suelo cultivable. La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de los fosos, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno que circunde el apoyo. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm., como mínimo, por fuera de la excavación, prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante, con el fin de que los montantes del apoyo no queden recubiertos de tierra.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del Contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimiento en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

8.2. TRANSPORTE, ACARREO Y ACOPIO A PIE DE HOYO

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se tendrá especial cuidado en su manipulación ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los perfiles que lo componen, en cuyo caso deberán ser reparados antes de su izado o armado.

Los apoyos de hormigón se transportarán en góndolas por carretera hasta el Almacén de Obra y desde este punto con carros especiales o elementos apropiados hasta el pie del hoyo.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostamiento.

8.3. CIMENTACIONES LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones, incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

La cimentación de los apoyos se realizará de acuerdo con el Proyecto. Se empleará un hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/cm².

El amasado del hormigón se hará con hormigonera o si no sobre chapas metálicas, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible. Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

Para los apoyos metálicos, los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm. como mínimo en terrenos normales, y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo como vierte-aguas.

Para los apoyos de hormigón, los macizos de cimentación quedarán 10 cm por encima del nivel del suelo, y se les dará una ligera pendiente como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir a unos 30 cm bajo el nivel del suelo, y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

8.3.1. ARENA

Puede proceder de ríos, arroyos y canteras. Debe ser limpia y no contener impurezas orgánicas, arcillosas, carbón, escorias, yeso, mica o feldespato. Se dará preferencia a la arena cuarzosa, la de origen calizo, siendo preferibles las arenas de superficie áspera o angulosa.

La determinación de la cantidad de arcilla se comprobará según el ensayo siguiente: De la muestra del árido mezclado se separará con el tamiz de 5 mm 100 cm³ de arena, los cuales se verterán en una probeta de vidrio graduado hasta 300 cm³. Una vez llena de agua hasta la marca de 150 cm³ se agitará fuertemente tapando la boca con la mano; hecho esto se dejará sedimentar durante una hora. En estas condiciones el volumen aparente de arcilla no superará el 8 %.

La proporción de materias orgánicas se determina mezclando 100 cm³ de arena con una solución de sosa al 3 % hasta completar 150 cm³. Después de 24 horas, el líquido deberá quedar sin coloración, o presentar como máximo un color amarillo pálido.

Los ensayos de las arenas se harán sobre mortero de la siguiente dosificación (en peso):

- 1 parte de cemento
- 3 partes de arena

Esta probeta de mortero conservada en agua durante siete días deberá resistir a la tracción en la romana de Michaelis un esfuerzo comprendido entre los 12 y 14 kg/cm². Toda arena que sin contener materias orgánicas no resista el esfuerzo de tracción anteriormente indicado, será desechada.

8.3.2. GRAVA

Podrá proceder de canteras o de graveras de río, y deberá estar limpia de materias extrañas como limo o arcilla, no conteniendo más de un 3 % en volumen de cuerpos extraños inertes.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedra y arenas unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos. Deberá ser de tamaño comprendido entre 2 y 6 cm., no admitiéndose piedras ni bloques de mayor tamaño.

8.3.3. CEMENTO

Se empleará cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento existentes en el mercado, en envases de papel de 50 kg netos.

En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

Previa autorización de la Dirección Técnica, podrán utilizarse cementos especiales, en aquellos casos que lo requieran.

8.3.4. AGUA

Son admisibles, sin necesidad de ensayos previos, todas las aguas que sean potables y aquellas que procedan de río o manantial, a condición de que su mineralización no sea excesiva.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas.

8.3.5. HORMIGÓN

El amasado de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer procedimiento; en el segundo caso se hará sobre chapa metálica de suficientes dimensiones para evitar que se mezcle con la tierra y se procederá primero a la elaboración del mortero de cemento y arena, añadiéndose a continuación la grava, y entonces se le dará una vuelta a la mezcla, debiendo quedar ésta de color uniforme; si así no ocurre, hay que volver a dar otras vueltas hasta conseguir la uniformidad; una vez conseguida se añadirá a continuación el agua necesaria antes de verter al hoyo.

Se empleará hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/m³. La composición normal de la mezcla será:

Cemento: 1 Arena: 3 Grava: 6

La dosis de agua no es un dato fijo, y varía según las circunstancias climatológicas y los áridos que se empleen.

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, pudiéndose comprobar su docilidad por medio del cono de Abrams. Dicho cono consiste en un molde tronco-cónico de 30 cm. de altura y bases de 10 y 20 cm. de diámetro. Para la prueba se coloca el molde apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor, y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura H del montón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

<u>Consistencia</u>	<u>H (cm.)</u>
Seca	30 a 28
Plástica	28 a 20
Blanda	20 a 15
Fluida	15 a 10

En la prueba no se utilizará árido de más de 5 cm.

8.3.6. EJECUCIÓN DE LAS CIMENTACIONES

Los encofrados serán mojados antes de empezar el hormigonado. En tiempos de heladas deberán suspenderse los trabajos de hormigonado; no obstante, si la urgencia de la obra lo requiere, puede proseguirse el hormigonado, tomando las debidas precauciones, tales como cubrir el hormigón que está fraguando por medio de sacos, paja, etc. Cuando sea necesario interrumpir un trabajo de hormigonado, al reanudar la obra, se lavará la parte construida con agua, barriéndola con escobas metálicas y cubriendo después la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido. Los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm, como mínimo, en terrenos normales, y 20 cm en terreno de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo, como vierte-aguas. Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir unos 30 cm bajo el nivel del suelo y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

La manera de ejecutar la cimentación será la siguiente:

- a) Se echará primeramente una capa de hormigón seco fuertemente apisonado, de 25 cm de espesor, de manera que teniendo el poste un apoyo firme y limpio, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón.
- b) Al día siguiente se colocará sobre él la base del apoyo o el apoyo completo, según el caso, nivelándose cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo, en el primer caso, o bien, se aplomará el apoyo completo, en el segundo caso, inmovilizando dichos apoyos por medio de vientos.
- c) Cuando se trate de apoyos de ángulo o final de línea, se dará a la superficie de la base o al apoyo una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de las fuerzas producidas por los conductores.

d) Después se rellenará de hormigón el foso, o bien se colocará el encofrado en las que sea necesario, vertiendo el hormigón y apisonándolo a continuación.

e) Al día siguiente de hormigonada la fundación, y en caso de que tenga encofrado lateral, se retirará éste y se rellenará de tierra apisonada el hueco existente entre el hormigón y el foso.

f) En los recorridos, se cuidará la verticalidad de los encofrados y que éstos no se muevan durante su relleno. Estos recorridos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.

8.4. PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES METALICAS

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados por inmersión.

8.5. TENDIDO, TENSADO Y ENGRAPADO DE LOS CONDUCTORES.

8.5.1. COLOCACIÓN DE AISLADORES

La manipulación de aisladores y de los herrajes auxiliares de los mismos se hará con el mayor cuidado.

Cuando se trate de cadenas de aisladores, se tomarán todas las precauciones para que éstos no sufran golpes, ni entre ellos ni contra superficies duras, y su manejo se hará de forma que no flexen.

En el caso de aisladores rígidos se fijará el soporte metálico, estando el aislador en posición vertical invertida.

8.5.2. TENDIDO DE LOS CONDUCTORES

No se comenzará el tendido de un cantón si todos los postes de éste no están recepcionados. De cualquier forma, las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y amarre, salvo indicación en contrario de la Dirección Técnica.

El tendido de los conductores debe realizarse de tal forma que se eviten torsiones, nudos, aplastamientos o roturas de alambres, roces en el suelo, apoyos o cualquier otro obstáculo. Las bobinas no deben nunca ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptible de estropear los cables, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

Antes del tendido se instalarán los pórticos de protección para cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc.

Para el tendido se instalarán poleas con garganta de madera o aluminio con objeto de que el rozamiento sea mínimo.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostamiento, para evitar deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En particular en los apoyos de ángulo y anclaje.

Se dispondrán, al menos, de un número de poleas igual a tres veces el número de vanos del cantón más grande. Las gargantas de las poleas de tendido serán de aleación de aluminio, madera o teflón y su diámetro como mínimo 20 veces el del conductor.

Cuando se haga el tendido sobre vías de comunicación, se establecerán protecciones especiales, de carácter provisional, que impida la caída de dichos conductores sobre las citadas vías, permitiendo al mismo tiempo el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan actuar sobre ellas. En caso de cruce con otras líneas (A.T., B.T. o de comunicaciones) también deberán disponerse las protecciones necesarias de manera que exista la máxima seguridad y que no se dañen los conductores durante su cruce. Cuando hay que dejar sin tensión una línea para ser cruzada, deberán estar preparadas todas las herramientas y materiales con el fin de que el tiempo de corte se reduzca al mínimo y no se cortarán hasta que todo esté preparado.

Cuando el cruzamiento sea con una línea eléctrica (A.T. y B.T.), una vez conseguido del propietario de la línea de corte, se tomarán las siguientes precauciones:

- Comprobar que estén abiertas, con corte visible, todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de un cierre intempestivo.
- Comprobar el enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.
- Reconocimiento de la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas delimitando las zonas de trabajo.

Para poder cumplimentar los puntos anteriores, el Contratista deberá disponer, y hacer uso, de detector de A.T. adecuado y de tantas puestas a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión.

Si existe arbolado que pueda dañar a los conductores, y éstos a su vez a los árboles, dispondrán de medios especiales para que esto no ocurra.

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño al conductor, el Contratista deberá desplazar a un operario con los medios necesarios para que aquél no sufra daños.

Si durante el tendido se producen roturas de venas del conductor, el Contratista deberá consultar con la Dirección Técnica la clase de reparación que se debe ejecutar.

Los empalmes de los conductores podrán efectuarse por el sistema de manguitos de torsión, máquinas de husillo o preformados, según indicación previa de la Dirección Técnica y su colocación se hará de acuerdo con las disposiciones contenidas en el vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de Alta Tensión. Todos los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente para asegurar la perfecta limpieza de las superficies a unir, no debiéndose apoyar sobre la tierra estas superficies limpias, para lo que se recomienda la utilización de tomas.

El Contratista será el responsable de las averías que se produzcan por la no observancia de estas prescripciones.

8.5.3. TENSADO, REGULADOR Y ENGRAPADO DE LOS CONDUCTORES.

Previamente al tensado de los conductores, deberán ser venteados los apoyos primero y último del cantón, de modo que se contrarresten los esfuerzos debidos al tensado.

Los mecanismos para el tensado de los cables podrán ser los que la Contrata estime, con la condición de que se coloquen a distancia conveniente del apoyo de tense, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes del cable a su paso por la polea no sea inferior a 150°.

La Dirección Técnica facilitará al Contratista, para cada cantón, el vano de regulación y las flechas de este vano para las temperaturas habituales en esa época, indicando los casos en que la regulación no pueda hacerse por tablillas y sea necesario el uso de taquímetro.

Antes de regular el cable se medirá su temperatura con un termómetro de contacto, poniéndolo sobre el cable durante 5 minutos.

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, la altura mínima de los conductores, en el caso más desfavorable de toda la línea, indicando la temperatura a que fue medida. Iguales datos facilitará en todos los vanos de cruzamiento.

El afino y comprobación del regulado se realizará siempre por la flecha.

En el caso de cantones de varios vanos, después del tensado y regulado de los conductores, se mantendrán éstos sobre las poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable. Entonces se procederá a la realización de los anclajes y luego se colocarán los conductores sobre las grapas de suspensión.

Si una vez engrapado el conductor se comprueba que la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la flecha no es la que debía resultar, se volverá a engrapar, y si el conductor no se ha dañado se cortará el trozo que la Dirección Técnica marque, ejecutándose los manguitos correspondientes.

En los puentes flojos deberán cuidar su distancia a masa y la verticalidad de los mismos, así como su homogeneidad. Para los empalmes que se ejecuten en los puentes flojos se utilizarán preformados.

En las operaciones de engrapado se cuidará especialmente la limpieza de su ejecución, empleándose herramientas no cortantes, para evitar morder los cables de aluminio.

Si hubiera alguna dificultad para encajar entre sí o con el apoyo algún elemento de los herrajes, éste no deberá ser forzado con el martillo y debe ser cambiado por otro.

Al ejecutar el engrapado en las cadenas de suspensión, se tomarán las medidas necesarias para conseguir un aplomado perfecto. En el caso de que sea necesario correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas, este desplazamiento no se hará a golpe de martillo u otra herramienta; se suspenderá el conductor, se dejará libre la grapa y ésta se correrá a mano hasta donde sea necesario. La suspensión del cable se hará, o bien por medio de una grapa, o por cuerdas que no dañen el cable.

El apretado de los estribos se realizará de forma alternativa para conseguir una presión uniforme de la almohadilla sobre el conductor, sin forzarla, ni menos romperla.

El punto de apriete de la tuerca será el necesario para comprimir la arandela elástica.

8.6. REPOSICIÓN DEL TERRENO

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza, o retiradas a vertedero en caso contrario, todo lo cuál será a cargo del Contratista.

Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por el Director de Obra.

8.7. TOMAS DE TIERRA

Instalación de Alta Tensión

El trabajo detallado en este epígrafe comprende la apertura y cierre del foso y zanja para la hincada del electrodo (o colocación del anillo), así como la conexión del electrodo, o anillo, al apoyo a través del macizo de hormigón.

Podrá efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes: Electrodo de difusión o Anillos cerrados. Cuando los apoyos soporten interruptores, seccionadores u otros aparatos de maniobra, deberán disponer de tomas de tierra de tipo de anillos cerrados.

8.7.1. ELECTRODOS DE DIFUSIÓN

Cada apoyo dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios para obtener una resistencia de difusión no superior a 20 ohmios, los cuales se conectarán entre sí y al apoyo por medio de un cable de cobre de 35 mm² de sección, pudiendo admitirse dos cables de acero galvanizado de 50 mm² de sección cada uno.

Al pozo de cada electrodo se le dará una profundidad tal que el extremo superior de cada uno, ya hincado, quede como mínimo a 0,50 m. por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre los electrodos y el apoyo.

Los electrodos deben quedar aproximadamente a unos 80 cm. del macizo de hormigón. Cuando sean necesarios más de un electrodo, la separación entre ellos será, como mínimo, vez y media la longitud de uno de ellos, pero nunca quedarán a más de 3 m. del macizo de hormigón.

8.7.2. COMPROBACIÓN DE LOS VALORES DE RESISTENCIA DE DIFUSIÓN

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, los valores de resistencia de puesta a tierra de todos y cada uno de los apoyos.

Instalación de Baja Tensión

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 solicitaciones 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.

8.7.3. UNIONES A 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.

9. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Centro de Transformación

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

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de IBERDROLA.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

9.1. DATOS DE LA OBRA

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

9.2. REPLANTEO DE LA OBRA

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

9.3. RECEPCIÓN DEL MATERIAL

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

9.4. ORGANIZACIÓN

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

9.5. ENSAYOS

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

9.5.1. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Centro de Transformación

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

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

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

9.6. LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

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.

9.7. 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

9.8. SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso, el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

9.9. PLAZO DE EJECUCIÓN

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

9.10. RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se

ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

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.

9.11. 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.

9.12. 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.

9.13. PERIODOS DE GARANTÍA

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

9.14. RECEPCIÓN DEFINITIVA

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

9.15. 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.

9.16. PAGO DE OBRAS

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

9.17. LIBRO DE ÓRDENES

Se dispondrá en el centro de transformación el correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

9.18. MANTENIMIENTO.

En el Centro de Transformación 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.

PRESUPUESTO

1. INSTALACIÓN AÉREA DE ALTA TENSIÓN

1.1 CONDUCTORES

Suministro e instalación de cable aéreo LA-56 (47-AL1/8-ST1A), con una sección de 54,6 mm², carga de rotura 1640 da-n y modulo de elasticidad 7900 daN/mm², totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.

	20,10 €	62.768,88 €
--	---------	-------------

Total Conductores

8.734,00 €

1.2 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

Aislador eléctrico U40B-3 El., totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.

	122,00 €	4.026,00 €
--	----------	------------

Total Aparamenta de Alta Tensión

4.026,00 €

1.3 INSTALACIÓN DE APOYOS

Excavación, montaje de apoyo C-500-12 y cubo. Con esfuerzo de 500 Kg y altura de 12 m., totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.

	945,85 €	1.891,70 €
--	----------	------------

Excavación, montaje de apoyo C-500-16 y cubo. Con esfuerzo de 500 Kg y altura de 16 m., totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.

	1.252,96 €	3.758,88 €
--	------------	------------

Excavación, montaje de apoyo C-500-18 y cubo. Con esfuerzo de 500 Kg y altura de 18 m., totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.

	1.458,52 €	1.458,52 €
--	------------	------------

Excavación, montaje de apoyo C-2000-10 y cubo. Con esfuerzo de 2000 Kg y altura de 10 m., totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.

	1.258,00 €	1.258,00 €
--	------------	------------

Excavación, montaje de apoyo C-2000-14 y cubo. Con esfuerzo de 2000 Kg y altura de 14 m., totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.

	1.452,80 €	4.358,40 €
--	------------	------------

Excavación, montaje de apoyo C-3000-16 y cubo. Con esfuerzo de 2000 Kg y altura de 16 m., totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.

	2.322,64 €	2.322,64 €
--	------------	------------

Total Instalación de Apoyos

15.048,14 €

2.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Suministro de un mallazo equipotencial de puesta a tierra con una separación de 30 cm entre conductores, totalmente instalad, conectado y en correcto estado de funcionamiento.

	524,00 €	4.716,00 €
--	----------	------------

Total Sistema de Puesta a tierra

4.716,00 €

2.6 VARIOS

Ud. Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.

	17,00 €	34,00 €
--	---------	---------

Total Varios

34,00 €

2.7 PRESUPUESTO TOTAL

Total Conductores 8.734,00 €

Total Aparamenta de Alta Tensión 4.026,00 €

Total Instalación de apoyos 15.048,14 €

Total Sistema de puesta a tierra 4.716,00 €

Total Varios 34,00 €

Total de ejecución material	32.558,14 €
Gastos generales (13%)	4.232,56 €
Beneficio industrial (6%)	1.953,49 €
TOTAL PRESUPUESTO	38.744,19 €
Impuestos (21%)	€ 8.136,28
TOTAL PRESUPUESTO CON IMPUESTOS	46.880,47 €

El presupuesto asciende a la cantidad de:

CUARENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS OCHENTA EUROS CON CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.1 OBRA CIVIL

Ud. Edificio de hormigón compacto modelo EHC-3T1D , de dimensiones exteriores 3.760 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., incluyendo su transporte y montaje. 7.425,00 € 7.425,00 €

Ud. Excavación de un foso de dimensiones 3.500 x 4.500 mm. para alojar el edificio prefabricado compacto EHC3, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (quedando una profundidad de foso libre de 530 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado. 1.309,00 € 1.309,00 €

Total Obra Civil

8.734,00 €

2.2 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

Ud. Cabina de interruptor de línea Schneider Electric gama SM6, modelo IM, referencia SIM16, con interruptor-seccionador en SF6 de 400A con mando CIT manual, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar e indicadores testigo presencia de tensión instalados. 2.154,00 € 2.154,00 €

0,00 €

Ud. Cabina ruptofusible Schneider Electric gama SM6, modelo QM, referencia JLSQM16BD, con interruptor-seccionador en SF6 con mando C11 manua, con bobina de apertura, Kit de referencia KITPFNQM24 compuesto por cajón de BT y relé de protección indirecta, fusibles con señalización fusión, seccionador p.a.t., indicadores presencia de tensión y enclavamientos instalados. 5.067,00 € 5.067,00 €

Ud. Cabina de medida Schneider Electric gama SM6, modelo GBC2C, referencia SGBC2C3316, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, entrada y salida por cable seco, según características detalladas en memoria, instalados. 5.721,00 € 5.721,00 €

Total Aparamenta de Alta Tensión

12.942,00 €

2.3 TRANSFORMADORES

Ud. Transformador reductor de llenado integral, marca Schneider Electric, de interior y en baño de aceite mineral (según Norma UNE 21428 y UE 548/2014 de ecodiseño). Potencia nominal: 400 kVA. Relación: 20/0.42 kV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 4 %. Regulación: +/-2,5%, +/-5%, +10%. Grupo conexión: Dyn11. Referencia: TRFAC400-24 9.696,00 € 9.696,00 €

Ud. Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión. 515,00 € 515,00 €

Ud. Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 2x240mm² para las fases y de 1x240mm² para el neutro y demás características según memoria. 1.948,00 € 1.948,00 €

Ud. 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. 122,00 € 122,00 €

Total Transformadores

12.281,00 €

2.4 EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN

Ud. Cuadro contador tarifador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos. 5.286,00 € 5.286,00 €

Total Equipos de Baja Tensión

5.286,00 €

2.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Ud. de tierras exteriores código 5/62 Unesa, incluyendo 6 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto. 953,33 € 953,33 €

Ud. de tierras exteriores código 40-30/5/42 Unesa, incluyendo 4 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto. 829,52 € 829,52 €

Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm² de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria. 1.029,00 € 1.029,00 €

Total Sistema de Puesta a tierra **2.811,85 €**

2.6 VARIOS

Ud. Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, instalado. 361,00 € 722,00 €

Ud. Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, instalado. 361,00 € 361,00 €

Ud. Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado. 152,00 € 152,00 €

Ud. Banqueta aislante para maniobrar apartamenta. 197,00 € 197,00 €

Ud. Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas. 17,00 € 34,00 €

Ud. Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada. 17,00 € 17,00 €

Total Varios **1.483,00 €**

2.7 PRESUPUESTO TOTAL

Total Obra Civil **8.734,00 €**

Total Apartamenta de Alta Tensión **12.942,00 €**

Total Transformadores **12.281,00 €**

Total Equipos de Baja Tensión **5.286,00 €**

Total Sistema de Puesta a tierra **2.811,85 €**

Total Varios **1.483,00 €**

Total de ejecución material **43.537,85 €**

Gastos generales (13%) **5.659,92 €**

Beneficio industrial (6%) **2.612,27 €**

TOTAL PRESUPUESTO **51.810,04 €**

Impuestos (21%) € 10.880,11

TOTAL PRESUPUESTO CON IMPUESTOS **62.690,15 €**

El presupuesto asciende a la cantidad de:

SESENTA Y DOS MIL SEISCIENTOS NOVENTA EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS

3. IEBT EDAR

3.1 CUADROS

Cuadro de distribución vacío tipo comercio/industria con puerta transparente para montar en pared, de 228 mm de alto por 376 mm de ancho y 102 mm de profundidad, índice de protección IP 43 y chasis de distribución, con capacidad para instalar un máximo de 18 módulos de 18 mm, totalmente instalado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

173,58 € 1.388,64 €

Total Cuadros

1.388,64 €

3.2 APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN

Suministro e instalación de interruptor magnetotérmico automático gama industrial, de intensidad nominal 10 A bipolar, hasta 400 V, tipo de curva C y poder de corte nominal de 15kA según UNE-EN 60898, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

26,04 € 78,12 €

Suministro e instalación de interruptor magnetotérmico automático gama industrial, de intensidad nominal 16 A tetrapolar, hasta 400 V, tipo de curva C y poder de corte nominal de 4,5kA según UNE-EN 60898, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

46,30 € 2.222,40 €

Suministro e instalación de interruptor magnetotérmico automático gama industrial, de intensidad nominal 20 A tetrapolar, hasta 400 V, tipo de curva C y poder de corte nominal de 4,5kA según UNE-EN 60898, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

32,40 € 162,00 €

Suministro e instalación de interruptor magnetotérmico automático gama industrial, de intensidad nominal 25 A tetrapolar, hasta 400 V, y poder de corte nominal de 4,5kA según UNE-EN 60898, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

94,65 € 94,65 €

Suministro e instalación de interruptor magnetotérmico automático gama industrial, de intensidad nominal 32 A tetrapolar, hasta 400 V, y poder de corte nominal de 4,5kA según UNE-EN 60898, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

101,72 € 712,04 €

Suministro e instalación de interruptor magnetotérmico automático gama industrial, de intensidad nominal 40 A tetrapolar, hasta 400 V, y poder de corte nominal de 4,5kA según UNE-EN 60898, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

61,17 € 183,51 €

Suministro e instalación de interruptor magnetotérmico automático gama industrial, de intensidad nominal 50 A tetrapolar, hasta 400 V, curva tipo Cy poder de corte nominal de 15kA según UNE-EN 60898, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

156,26 € 625,04 €

Suministro e instalación de interruptor magnetotérmico automático gama industrial, de intensidad nominal 63 A tetrapolar, hasta 400 V, curva tipo Cy poder de corte nominal de 15kA según UNE-EN 60898, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

153,42 € 460,26 €

Suministro e instalación de interruptor automático gama industrial, de intensidad nominal 100 A tetrapolar, hasta 400 V, curva tipo C y poder de corte nominal de 15kA según UNE-EN 60898, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.	175,50 €	526,50 €
Suministro e instalación de interruptor automático gama industrial, de intensidad nominal 160 A tetrapolar, hasta 400 V, curva tipo C y poder de corte nominal de 15kA con intensidad de regulación de 159 A.	182,95 €	182,95 €
Suministro e instalación de interruptor automático gama industrial, de intensidad nominal 630 A tetrapolar, hasta 400 V, curva tipo C y poder de corte nominal de 15kA según UNE-EN 60898, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.	210,45 €	420,90 €
Suministro e instalación de interruptor diferencial bipolar de 25 A de intensidad nominal, con intensidad nominal de defecto 30 mA, calse AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales con componente continua, tiempo de disparo instantáneo, de rearme manual y garra terciacio/industrial, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.	91,37 €	182,74 €
Suministro e instalación de interruptor diferencial bipolar de 25 A de intensidad nominal, con intensidad nominal de defecto 300 mA, calse AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales con componente continua, tiempo de disparo instantáneo, de rearme manual y garra terciacio/industrial, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.	89,91 €	89,91 €
Suministro e instalación de interruptor diferencial tetrapolar de 25 A de intensidad nominal, con intensidad nominal de defecto 300 mA, calse AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales con componente continua, tiempo de disparo instantáneo, de rearme manual y garra terciacio/industrial, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.	94,37 €	566,22 €
Suministro e instalación de interruptor diferencial tetrapolar de 40 A de intensidad nominal, con intensidad nominal de defecto 300 mA, calse AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales con componente continua, tiempo de disparo instantáneo, de rearme manual y garra terciacio/industrial, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.	171,39 €	1.371,12 €
Suministro e instalación de interruptor diferencial tetrapolar de 63 A de intensidad nominal, con intensidad nominal de defecto 300 mA, calse AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales con componente continua, tiempo de disparo instantáneo, de rearme manual y garra terciacio/industrial, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.	99,47 €	99,47 €

Total Aparamenta de Baja Tensión

7.977,83 €

3.3 CABLEADO

Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07 unipolares (o tripolares) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750 V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 2,5 mm ² de sección para las fases y 2,5mm ² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.	4,25 €	€ 2.125,00
--	--------	------------

<p>Suministro y tendido de línea monofásica formada por 1 cable RZ1-K (AS) multiconductor no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 0,6/1 kV de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 2,5 mm² de sección para las fases y 2,5mm² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.</p>	4,12 €	€ 9.698,48
<p>Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07 unipolares (o tripolares) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750 V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 4 mm² de sección para las fases y 4mm² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.</p>	4,57 €	€ 731,20
<p>Suministro y tendido de línea monofásica formada por 1 cable RZ1-K (AS) multiconductor no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 0,6/1 kV de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 4 mm² de sección para las fases y 4mm² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.</p>	4,62 €	€ 22,18
<p>Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07 unipolares (o tripolares) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750 V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 6 mm² de sección para las fases y 6mm² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.</p>	4,89 €	€ 498,78
<p>Suministro y tendido de línea monofásica formada por 1 cable RZ1-K (AS) multiconductor no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 0,6/1 kV de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 6 mm² de sección para las fases y 6 mm² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.</p>	4,95 €	€ 1.970,10
<p>Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07 unipolares (o tripolares) no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 450/750 V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 10 mm² de sección para las fases y 10 mm² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.</p>	5,22 €	€ 2.471,67
<p>Suministro y tendido de línea monofásica formada por 1 cable RZ1-K (AS) multiconductor no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 0,6/1 kV de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 10 mm² de sección para las fases y 10 mm² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.</p>	5,34 €	€ 6.371,69

Suministro y tendido de línea monofásica formada por 1 cable RZ1-K (AS) multiconductor no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 0,6/1 kV de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 16 mm² de sección para las fases y 16 mm² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

5,52 € € 6.306,05

Suministro y tendido de línea monofásica formada por 1 cable RZ1-K (AS) multiconductor no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 0,6/1 kV de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 50 mm² de sección para las fases y 50 mm² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

7,04 € € 401,28

Suministro y tendido de línea monofásica formada por 1 cable RZ1-K (AS) multiconductor no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 0,6/1 kV de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 70 mm² de sección para las fases y 70 mm² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

8,06 € € 789,88

Suministro y tendido de línea monofásica formada por 1 cable RZ1-K (AS) multiconductor no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 0,6/1 kV de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 95 mm² de sección para las fases y 95 mm² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

8,59 € € 1.979,14

Suministro y tendido de línea monofásica formada por 1 cable RZ1-K (AS) multiconductor no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de 0,6/1 kV de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 120 mm² de sección para las fases y 120 mm² para el cable de tierra, con aislamiento termoplástico, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

12,87 € € 5.045,04

Total Cableado

38.410,48 €

3.4 TUBOS

Suministro e instalación de tubo rígido de PVC enchufable de 20mm de diámetro nominal para canalización en superficie con una resistencia de compresión >1250N, una resistencia al impacto >2J a -5°C y una temperatura mínima de utilización de 5+60°C, no propagador de la llma, con un incremento sobre el precio del tubo del 30 % en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

3,45 € 303,60 €

Suministro e instalación de tubo rígido de PVC enchufable de 25mm de diámetro nominal para canalización en superficie con una resistencia de compresión >1250N, una resistencia al impacto >2J a -5°C y una temperatura mínima de utilización de 5+60°C, no propagador de la llma, con un incremento sobre el precio del tubo del 30 % en conceptp de uniones, accesorios y piezas especiales, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.	3,90 €	78,00 €
Suministro e instalación de tubo rígido de PVC enchufable de 32mm de diámetro nominal para canalización en superficie con una resistencia de compresión >1250N, una resistencia al impacto >2J a -5°C y una temperatura mínima de utilización de 5+60°C, no propagador de la llma, con un incremento sobre el precio del tubo del 30 % en conceptp de uniones, accesorios y piezas especiales, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.	6,01 €	3.857,22 €
Suministro e instalación de tubo rígido de PVC enchufable de 50mm de diámetro nominal para canalización en superficie con una resistencia de compresión >1250N, una resistencia al impacto >2J a -5°C y una temperatura mínima de utilización de 5+60°C, no propagador de la llma, con un incremento sobre el precio del tubo del 30 % en conceptp de uniones, accesorios y piezas especiales, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.	7,22 €	714,78 €
Suministro e instalación de tubo rígido de PVC enchufable de 63mm de diámetro nominal para canalización en superficie con una resistencia de compresión >1250N, una resistencia al impacto >2J a -5°C y una temperatura mínima de utilización de 5+60°C, no propagador de la llma, con un incremento sobre el precio del tubo del 30 % en conceptp de uniones, accesorios y piezas especiales, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.	8,14 €	5.710,21 €
Suministro e instalación de tubo rígido de PVC enchufable de 140mm de diámetro nominal para canalización en superficie con una resistencia de compresión >1250N, una resistencia al impacto >2J a -5°C y una temperatura mínima de utilización de 5+60°C, no propagador de la llma, con un incremento sobre el precio del tubo del 30 % en conceptp de uniones, accesorios y piezas especiales, totalmente instalado, y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.	10,58 €	1.639,90 €

Total Tubos

12.303,71 €

3.5 LUMINARIAS

Proyector con marcado CE, formado por carcasa de aluminio inyectado de dimensiones 350x310x200 mm, reflector de aluminio y cierre de vidrio de 5 mm de espesor, unidad óptica LED de 53 W de potencia y grado de IP-65, según UNE 60598; colocado sobre soporte, comprobada y en correcto funcionamiento segun REBT y RD 1890/2008 Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior	133,75 €	1.471,25 €
Proyector con marcado CE, formado por carcasa de aluminio inyectado de dimensiones 350x310x200 mm, reflector de aluminio y cierre de vidrio de 5 mm de espesor, de 70 W de potencia y grado de IP-65, según UNE 60598; colocado sobre soporte, comprobada y en correcto funcionamiento segun REBT y RD 1890/2008 Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior	152,86 €	2.140,04 €

Proyector con marcado CE, formado por carcasa de aluminio inyectado de dimensiones 300x300x100 mm, reflector de aluminio y cierre de vidrio de 5 mm de espesor, unidad óptica LED de 24 W de potencia y grado de IP-65, según UNE 60598; colocado sobre soporte, comprobada y en correcto funcionamiento según REBT y RD 1890/2008 Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior

11,20 € 459,20 €

Total Luminarias **4.070,49 €**

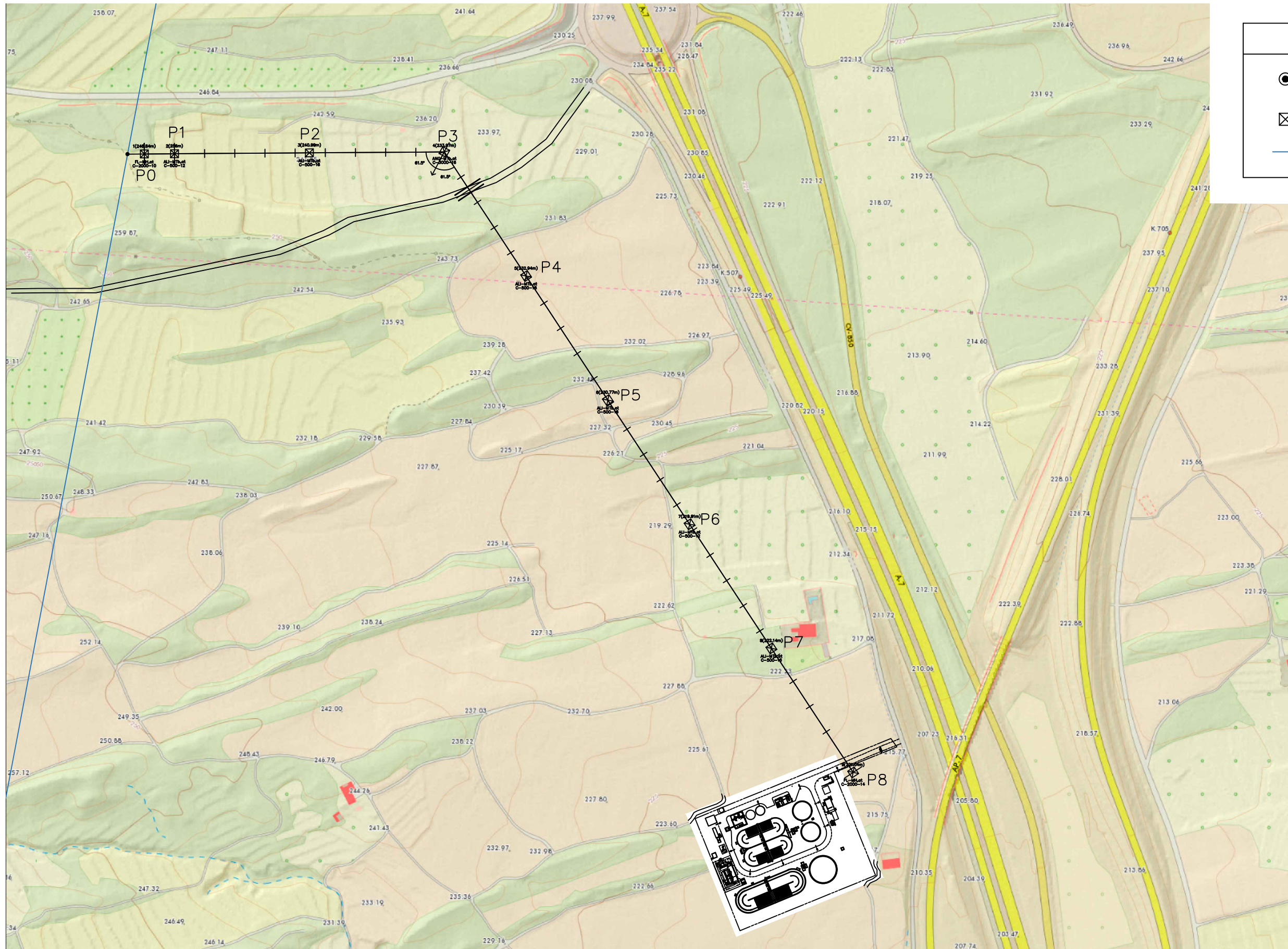
4.8 PRESUPUESTO TOTAL

Total Cuadros	1.388,64 €
Total Aparamenta de Baja Tensión	7.977,83 €
Total Cableado	38.410,48 €
Total Tubos	12.303,71 €
Total Luminarias	4.070,49 €
Total de ejecución material	64.151,15 €
Gastos generales (13%)	8.339,65 €
Beneficio industrial (6%)	3.849,07 €
TOTAL PRESUPUESTO	76.339,86 €
Impuestos (21%)	€ 16.031,37
TOTAL PRESUPUESTO CON IMPUESTOS	92.371,24 €

El presupuesto asciende a la cantidad de:

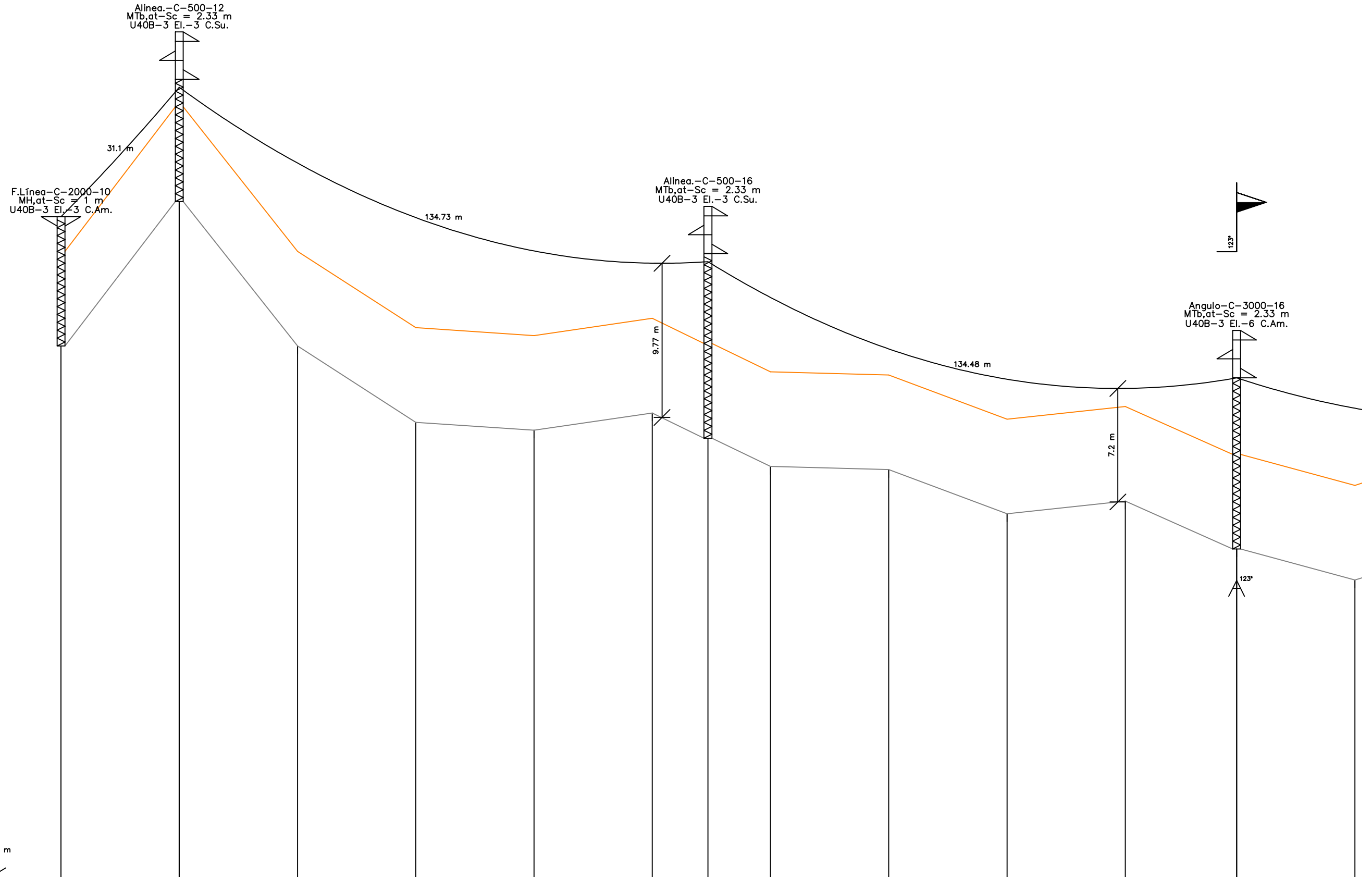
NOVENTA Y DOS MIL TRESCIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON VEINTI CUATRO CENTIMOS

PLANOS



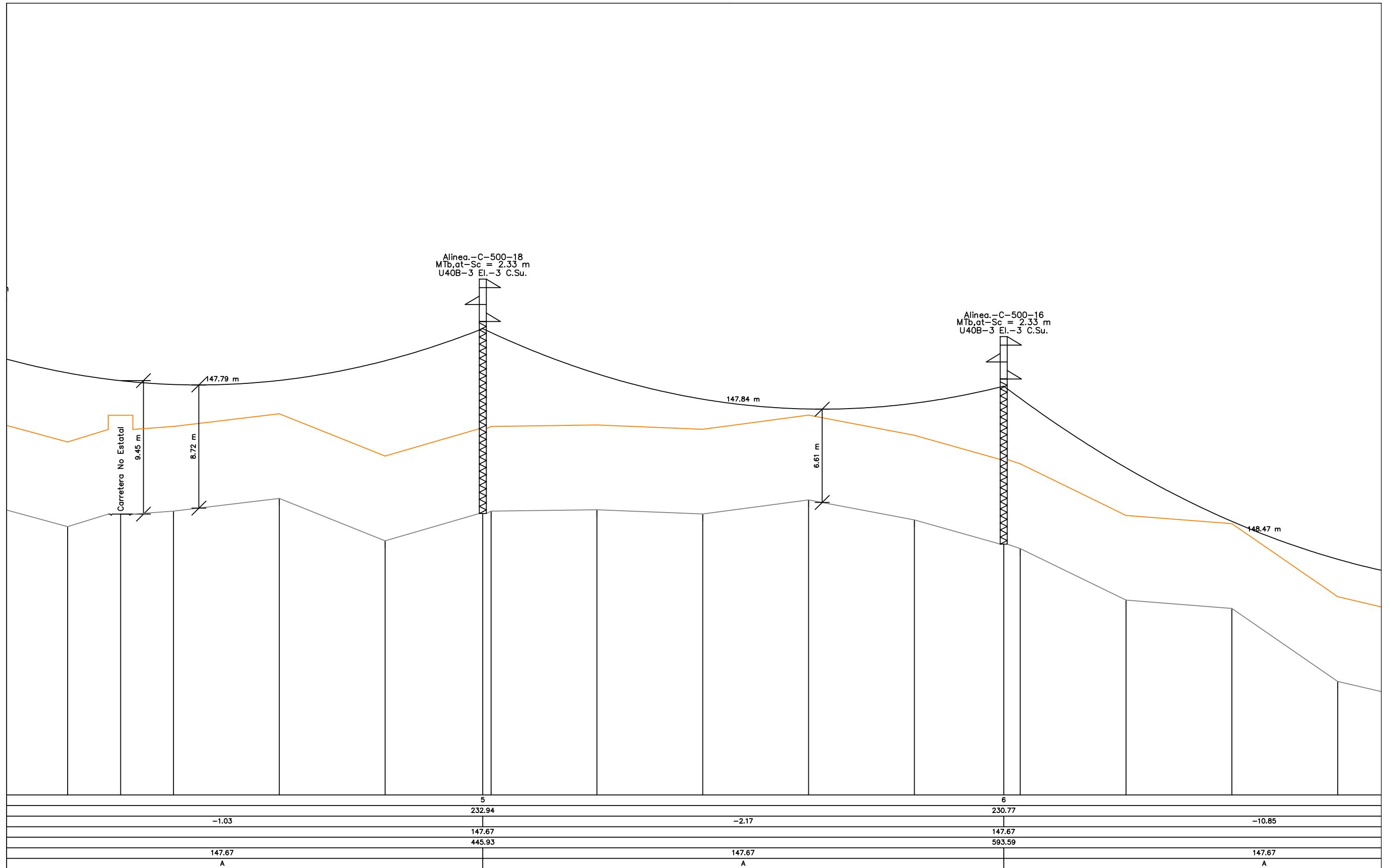
LEYENDA	
●	Entronque en vano flojo
⊠	Apoyo de perfiles metálicos
—	Línea aérea existente

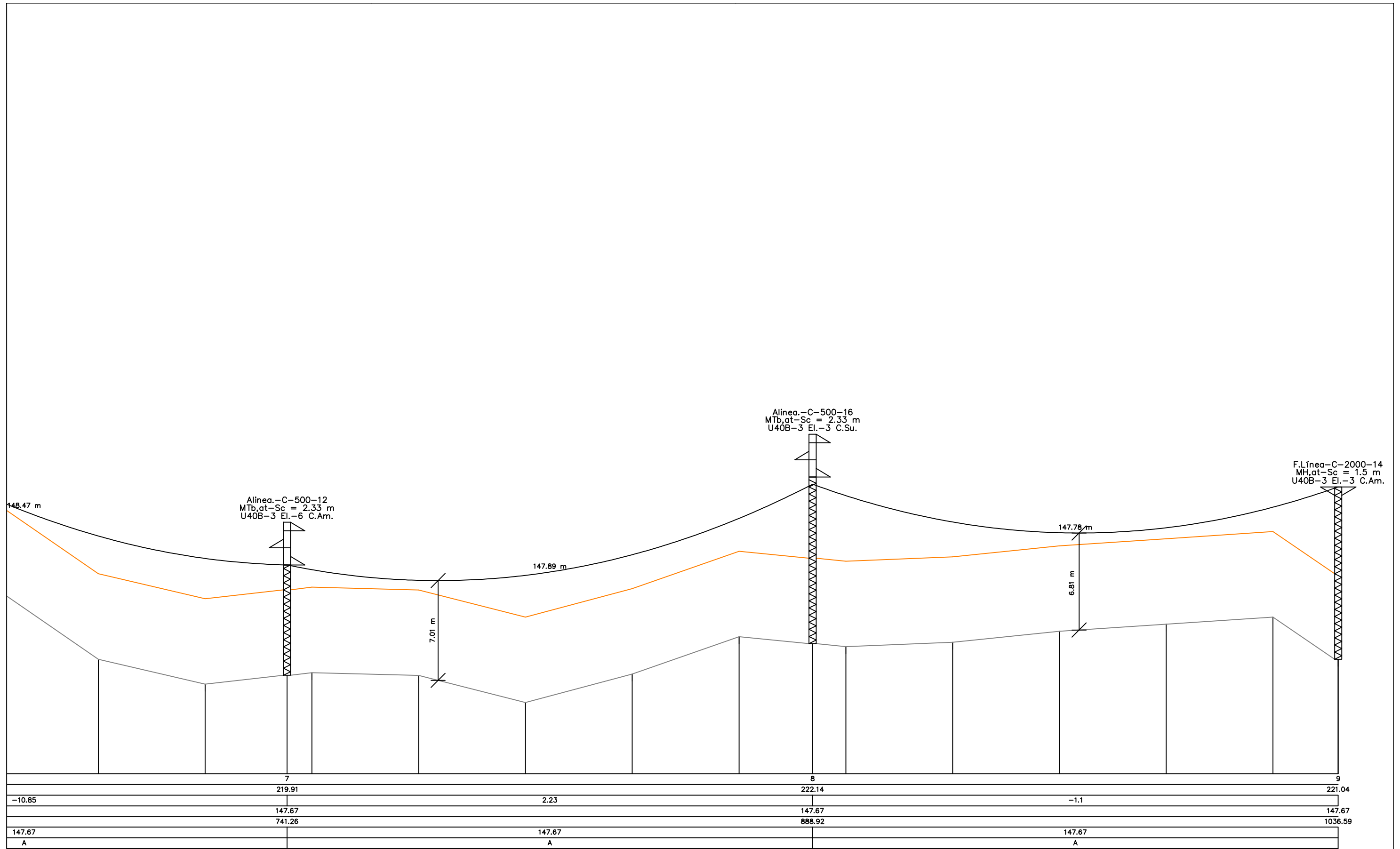
APOYOS	CLASE	TIPO
P0	C-2000-10	Fin Línea
P1	C-500-12	Alin. Suspensión
P2	C-500-16	Alin. Suspensión
P3	C-3000-16	Ang. Amarre
P4	C-500-18	Alin. Suspensión
P5	C-500-16	Alin. Suspensión
P6	C-500-12	Alin. Amarre
P7	C-500-16	Alin. Suspensión
P8	C-2000-14	Fin Línea

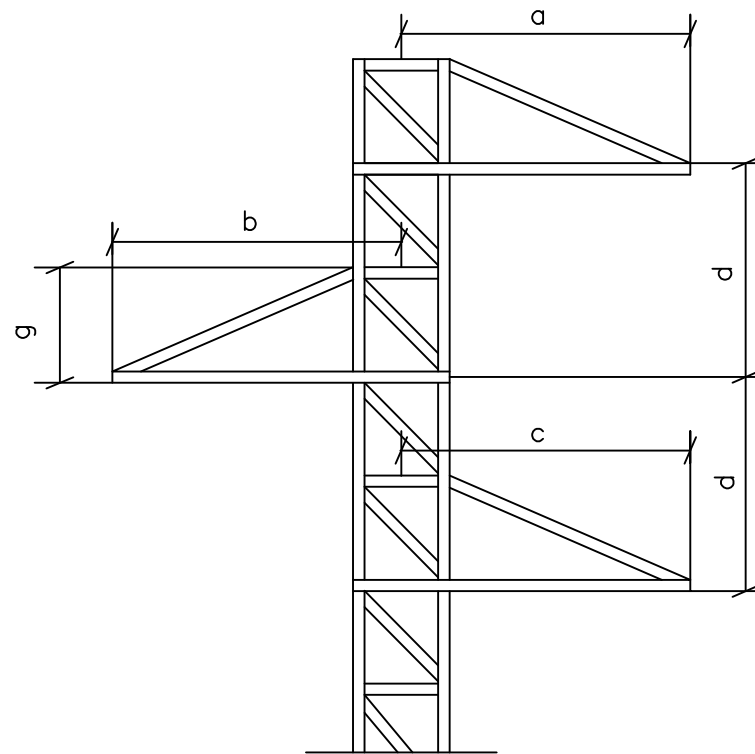


PLANO COMPARACION = 213 m

APOYO	1	2	3	4
COTAS DEL TERRENO (m)	246.84	256	240.99	233.97
DESNIVEL (m)		9.16	-15.01	-7.02
DISTANCIAS PARCIALES (m)		30	134.13	134.13
DISTANCIAS AL ORIGEN (m)	0	30	164.13	298.26
LONGITUD VANO (m)		30	134.13	134.13
ZONA		A	A	A

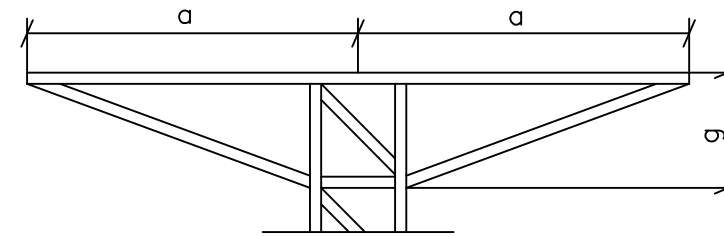






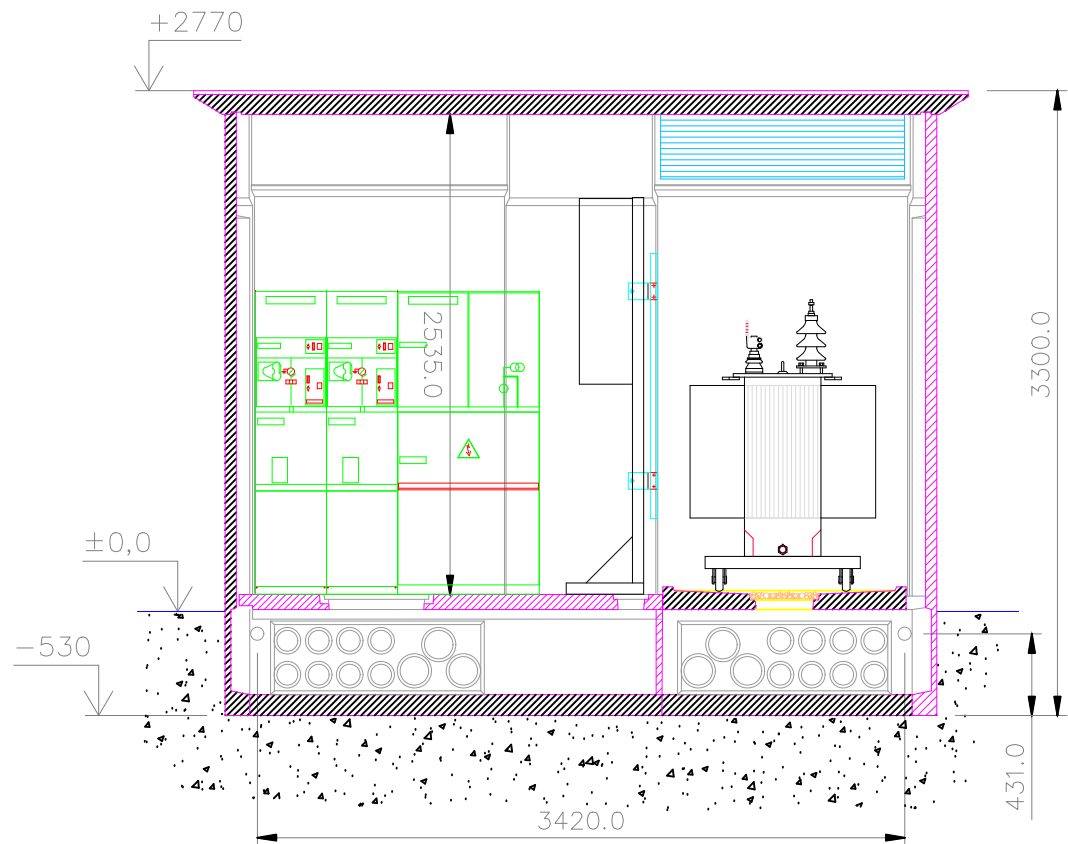
Montaje Tresbolillo Atirantado

APOYOS	a(m)	b(m)	c(m)	d(m)	g(m)
2	1	1	1.25	1.2	0.6
3	1	1	1.25	1.2	0.6
4	1	1	1.25	1.2	0.6
5	1	1	1.25	1.2	0.6
6	1	1	1.25	1.2	0.6
7	1	1	1.25	1.2	0.6
8	1	1	1.25	1.2	0.6

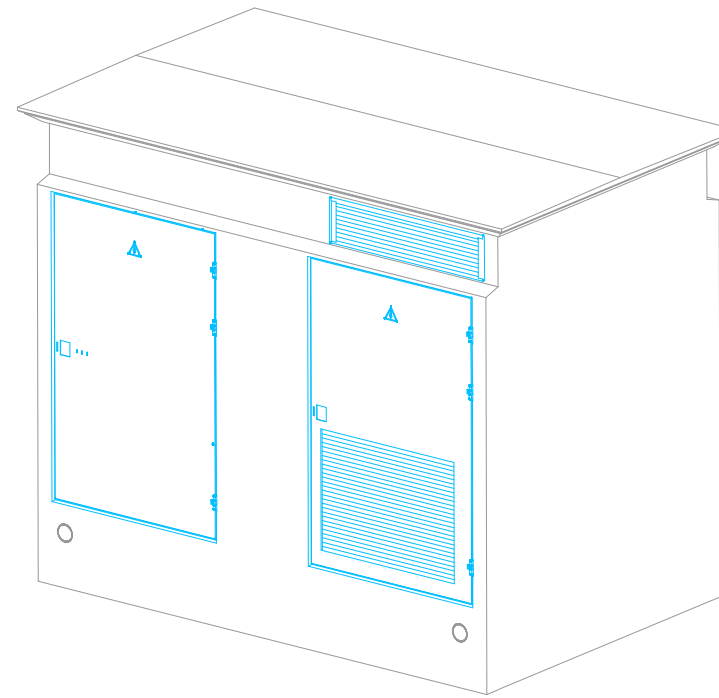


Montaje Horizontal Atirantado

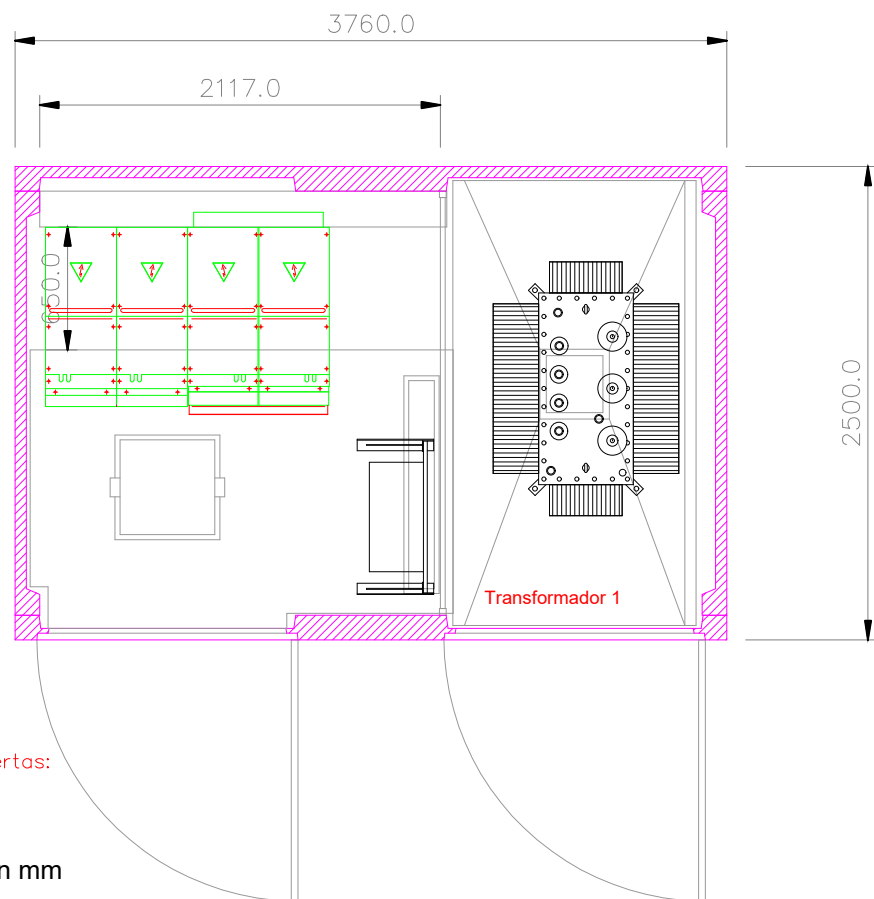
APOYOS	a(m)	g(m)
1	1	0.6
9	1.5	0.6



SECCIÓN



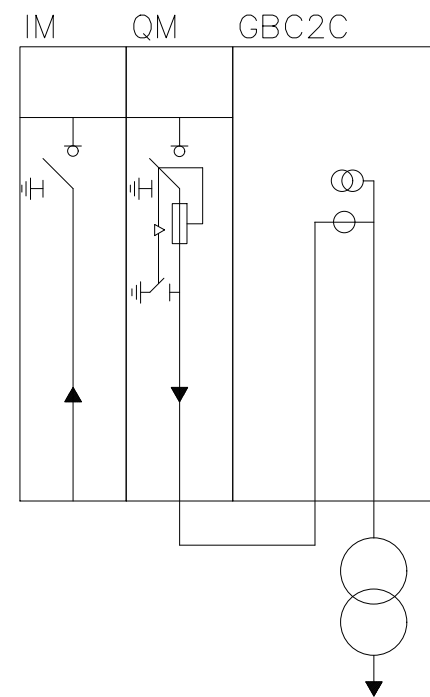
PERSPECTIVA



Hueco útil de puertas:
2100 x 1250

Las medidas son en mm

ESQUEMA UNIFILAR



LEYENDA

	Trafo de Medida (Intensidad y voltaje)
	Interruptor fusible
	Interruptor con seccionador de puesta a tierra

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



ESCUELA
TÉCNICA
SUPERIOR
INGENIEROS
INDUSTRIALES
VALENCIA

Proyecto:
PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA PARA LA
IMPLANTACIÓN DE UNA EDAR EN EL TERMINO MUNICIPAL
DE MONFORTE DEL CID (ALICANTE)

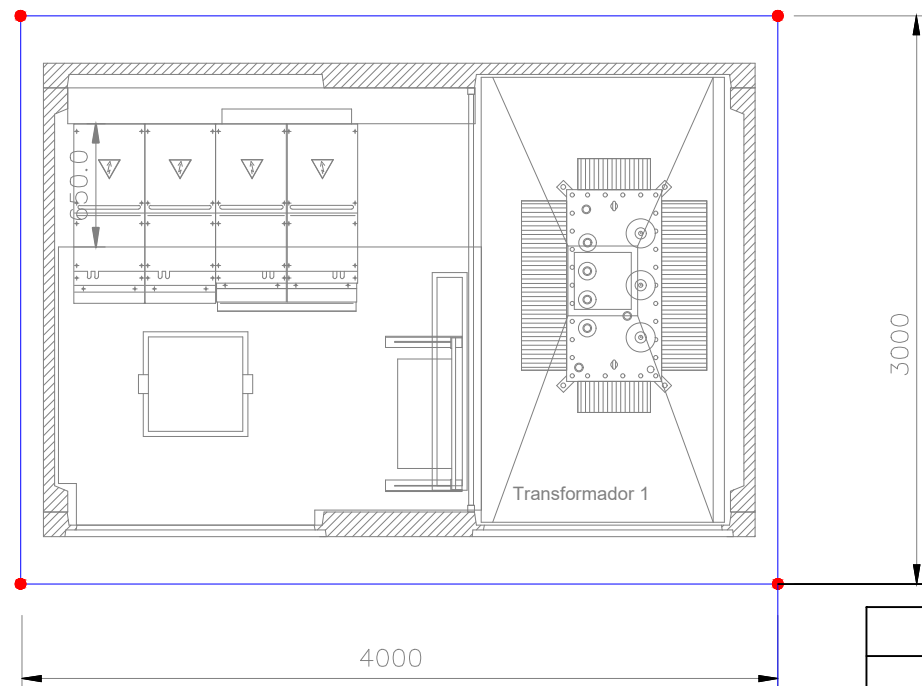
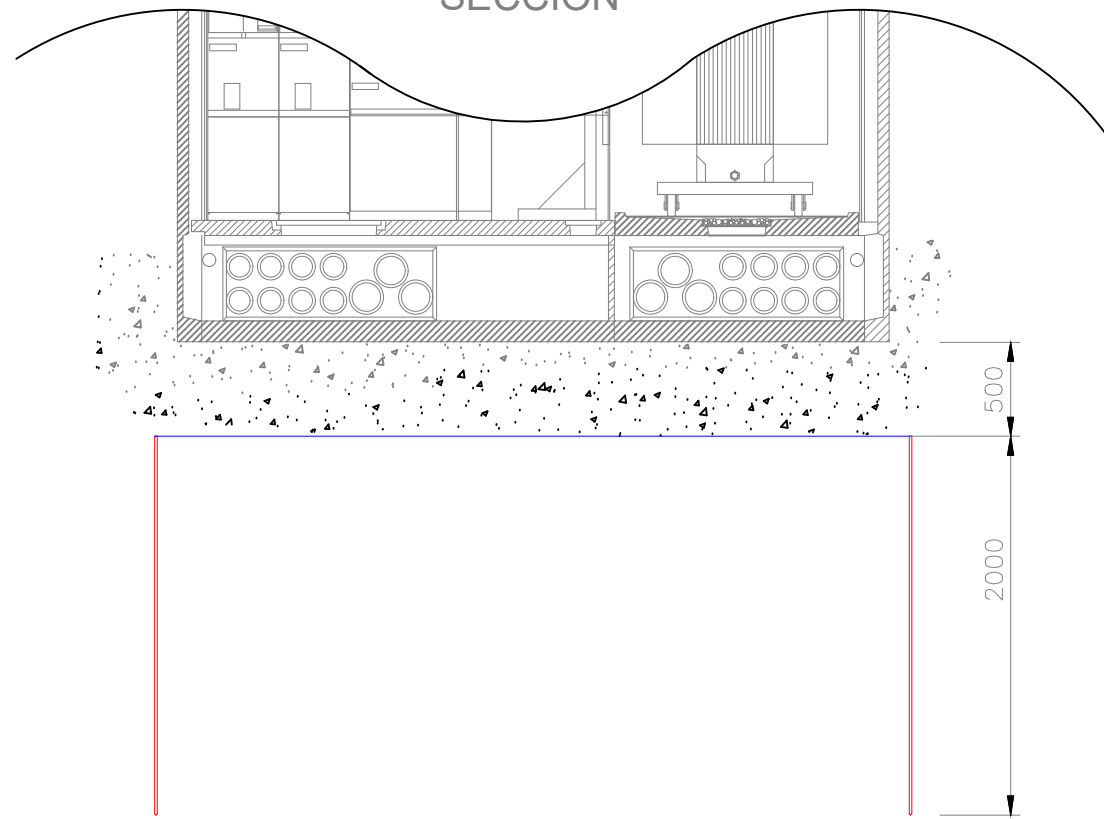
Plano: Centro de transformación
Autor: Sandra Pérez Fernández

Fecha: Septiembre 2018
Escala: 1:250

Nº Plano:

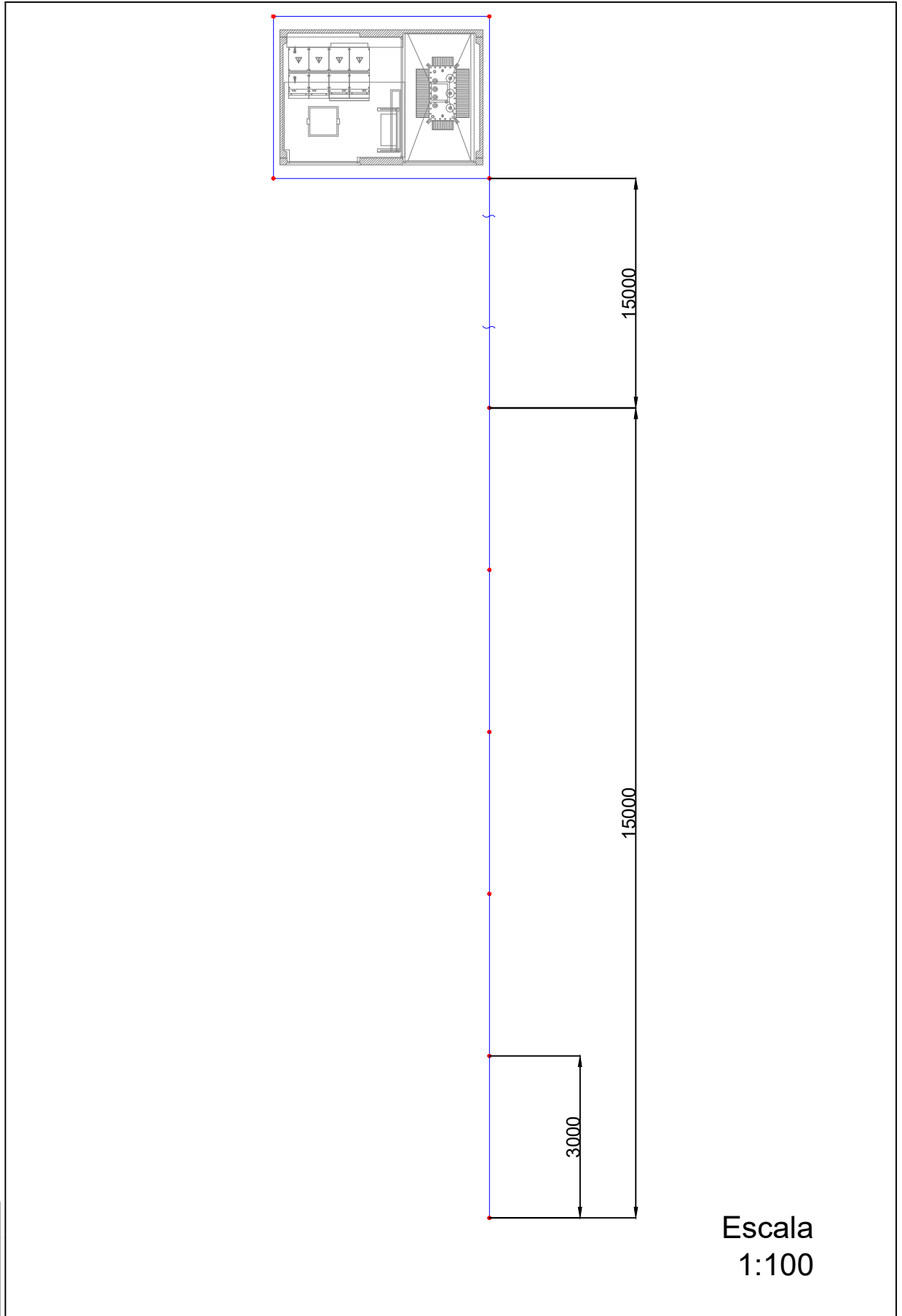
4

SECCIÓN






LEYENDA	
●	Pica (Diámetro de 14mm y longitud de 2 m)
—	Cable desnudo de cobre de 50 mm ²

Las medidas son en mm










Escala
1:100

LEYENDA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

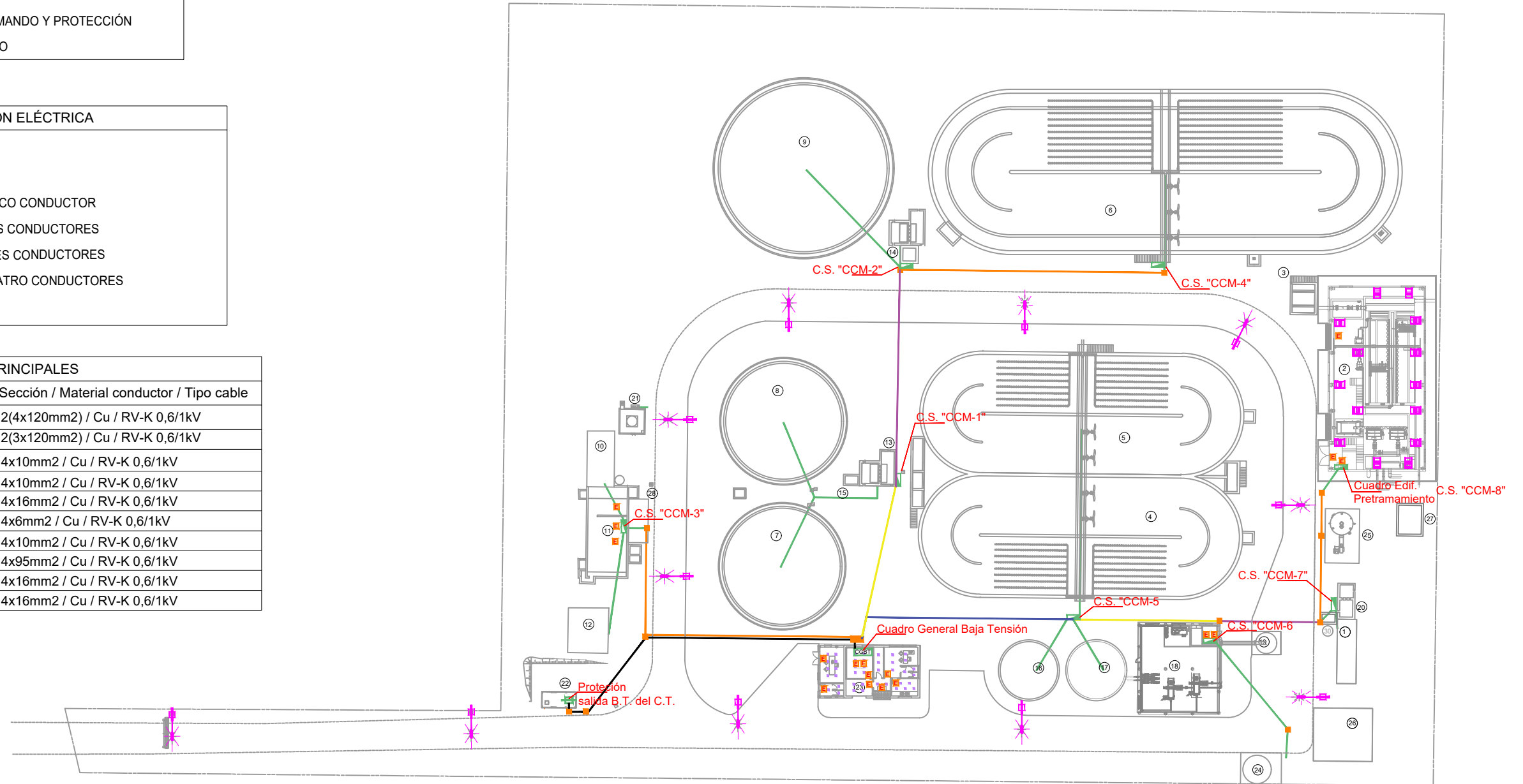
-  PROTECCIÓN SALIDA B.T. DEL C.T.
-  CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN
-  SUBCUADRO ELÉCTRICO

LEYENDA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA

-  LINEA BAJA TENSÍO A CGBT
-  LINEA ELÉCTRICA
-  CANALIZACIÓN ELÉCTRICA ÚNICO CONDUCTOR
-  CANALIZACIÓN ELÉCTRICA DOS CONDUCTORES
-  CANALIZACIÓN ELÉCTRICA TRES CONDUCTORES
-  CANALIZACIÓN ELÉCTRICA CUATRO CONDUCTORES
-  ARQUETA ELÉCTRICA

CALIBRE DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES

Suministro a:	Sección / Material conductor / Tipo cable
CUADRO GENERAL BAJA TENSIÓN	2(4x120mm ²) / Cu / RV-K 0,6/1kV
BATERÍA DE CONDENSADORES	2(3x120mm ²) / Cu / RV-K 0,6/1kV
SUBCUADRO CCM1	4x10mm ² / Cu / RV-K 0,6/1kV
SUBCUADRO CCM2	4x10mm ² / Cu / RV-K 0,6/1kV
SUBCUADRO CCM3	4x16mm ² / Cu / RV-K 0,6/1kV
SUBCUADRO CCM4	4x6mm ² / Cu / RV-K 0,6/1kV
SUBCUADRO CCM5	4x10mm ² / Cu / RV-K 0,6/1kV
SUBCUADRO CCM6	4x95mm ² / Cu / RV-K 0,6/1kV
SUBCUADRO CCM7	4x16mm ² / Cu / RV-K 0,6/1kV
SUBCUADRO EDIF. PRETRATAMIENTO	4x16mm ² / Cu / RV-K 0,6/1kV

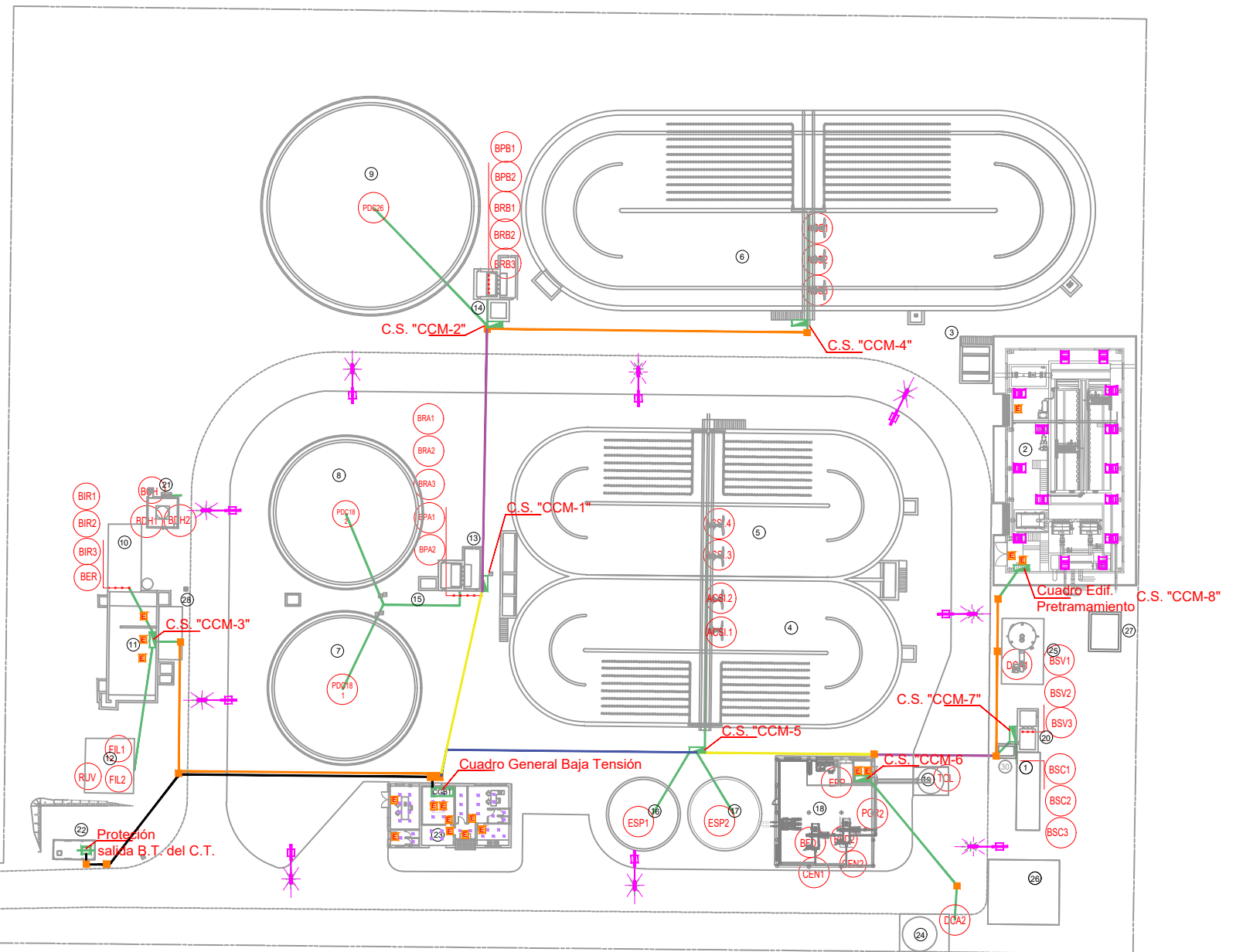


- | | | |
|---|-----------------------------------|--|
| ① BOMBEO DE ELEVACIÓN | ⑪ SALA CONTACTO CLORO | ⑳ DIPOSITO Y DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORIDRICO SODICO |
| ② EDIFICIO PRETRATAMIENTO Y SALA SOPLADORES | ⑫ TRATAMIENTO TERCIARIO | ㉑ CENTRO DE TRANSFORMACIÓN |
| ③ REPARTIMENT A BIOLÓGIC | ⑬ BOMBEO DE FANGOS Nº 1 | ㉒ EDIFICIO DE CONTROL |
| ④ REACTOR BIOLÓGICO Nº 1 | ⑭ BOMBEO DE FANGOS Nº 2 | ㉓ DESODORACIÓN |
| ⑤ REACTOR BIOLÓGICO Nº 2 | ⑮ ARQUETA DE REUNIÓN DE FLOTANTES | ㉔ NUEVA DESODORACIÓN |
| ⑥ REACTOR BIOLÓGICO Nº 3 | ⑯ ESPESADOR FANGOS Nº 1 | ㉕ EDIFICIO AUXILIAR |
| ⑦ DECANTADOR SECUNDARIO Nº 1 | ⑰ ESPESADOR FANGOS Nº 2 | ㉖ MEDICIÓN CABAL INFLUENTE |
| ⑧ DECANTADOR SECUNDARIO Nº 2 | ⑱ EDIFICIO SECADO DE FANGOS | ㉗ MEDICIÓN CABAL EFLUENTE |
| ⑨ DECANTADOR SECUNDARIO Nº 3 | ⑲ SILO DE FANGOS | ㉘ DERIVACIÓN DE FLOTANTES |
| ⑩ EDIFICIO CLORACIÓN | ㉚ BOMBEO DE VACIADO | |

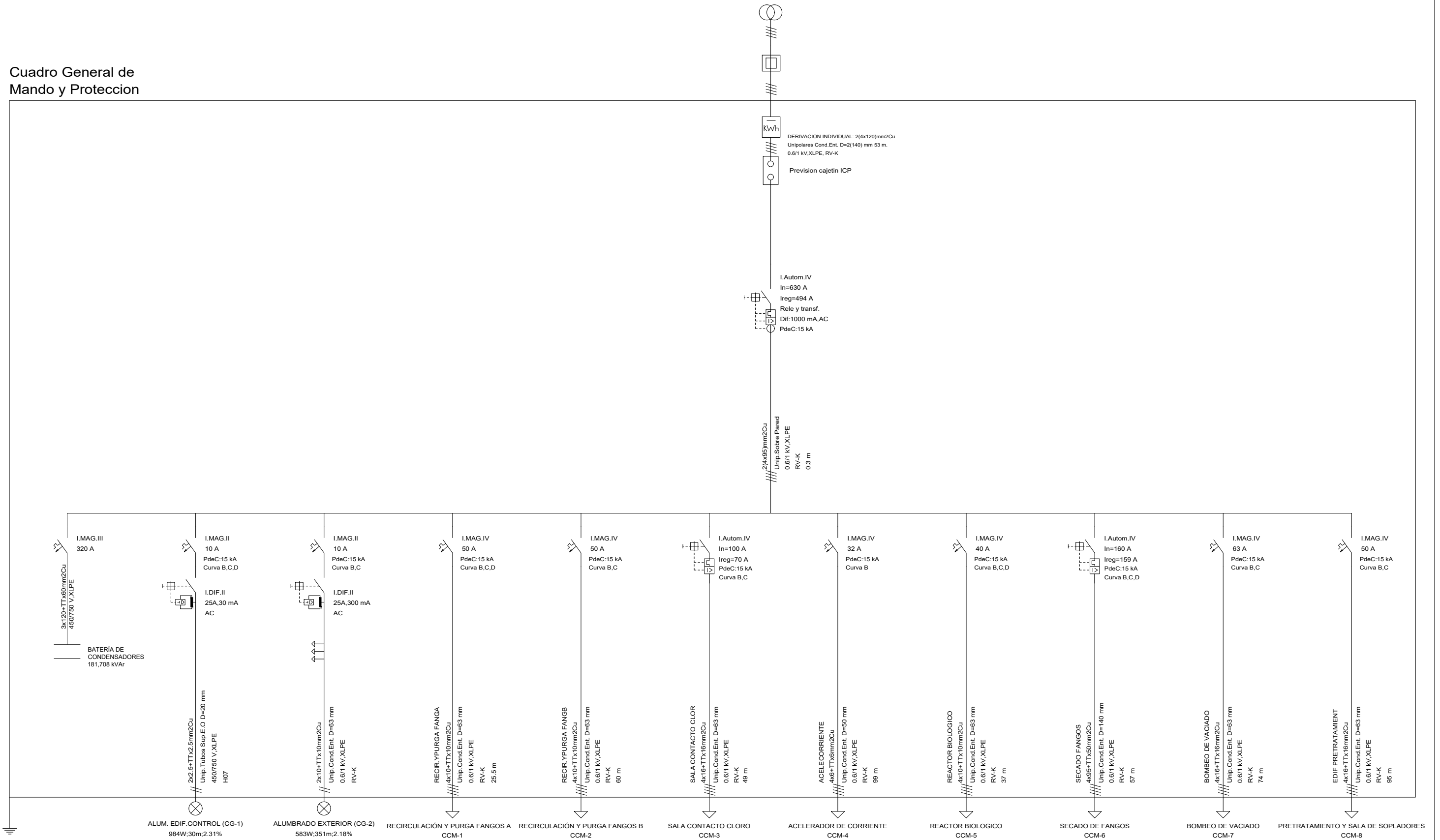
CCM-1		
CÓDIGO CIRCUITO	EQUIPO ELECTROMECÁNICO	Nº (Ud)
BRAx	BOMBA RECIRCULACIÓN FANGOS 1	3
BPAx	BOMBA PURGA FANGOS 1	2
PDC18x	PUENTE DECANTADOR 18m	2
CCM-2		
CÓDIGO CIRCUITO	EQUIPO ELECTROMECÁNICO	Nº (Ud)
BRBx	BOMBA RECIRCULACIÓN FANGOS 2	3
BPBx	BOMBA PURGA FANGOS 2	2
PDC26	PUENTE DECANTADOR 26m	1
CCM-3		
CÓDIGO CIRCUITO	EQUIPO ELECTROMECÁNICO	Nº (Ud)
BIRx	BOMBA IMPULSIÓN AGUA REGENERADA	3
BER	BOMBA ELEVACIÓN AGUA REGENERADA	1
BFEXx	BOMBA FANGOS	3
BDHx	BOMBA DOSIFICADORA NaClO	2
FILx	TAMBOR DE FILTRACIÓN	2
RUV	REACTOR UV	1
CCM-4		
CÓDIGO CIRCUITO	EQUIPO ELECTROMECÁNICO	Nº (Ud)
ACSx	ACELERADOR DE CORRIENTE	3
CCM-5		
CÓDIGO CIRCUITO	EQUIPO ELECTROMECÁNICO	Nº (Ud)
ESPx	ESPESADOR	2
ACSx	ACELERADOR DE CORRIENTE	4
CCM-6		
CÓDIGO CIRCUITO	EQUIPO ELECTROMECÁNICO	Nº (Ud)
TOL	TOLVA	1
EPP	EQUIPO PREPARACIÓN POLIELECTROLITO	1
PGR2	PUENTE GRUA	1
DCA2	DESODORIZACIÓN (EXISTENTE)	1
CENx	CENTRIFUGA	2
BFDx	BOMBA FANGOS	2
CCM-7		
CÓDIGO CIRCUITO	EQUIPO ELECTROMECÁNICO	Nº (Ud)
DCA1	DESODORIZACIÓN CARBON ACTIVO	1
BSVx	BOMBA VACIADO	3
BSCx	BOMBA CABECERA	3

- | | | |
|---|-----------------------------------|--|
| ① BOMBEO DE ELEVACIÓN | ⑪ SALA CONTACTO CLORO | ⑳ DIPOSITO Y DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORIDRICO SODICO |
| ② EDIFICIO PRETRATAMIENTO Y SALA SOPLADORES | ⑫ TRATAMIENTO TERCIARIO | ㉑ CENTRO DE TRANSFORMACIÓN |
| ③ REPARTIMENT A BIOLÓGIC | ⑬ BOMBEO DE FANGOS Nº 1 | ㉒ EDIFICIO DE CONTROL |
| ④ REACTOR BIOLÓGICO Nº 1 | ⑭ BOMBEO DE FANGOS Nº 2 | ㉓ DESODORIZACIÓN |
| ⑤ REACTOR BIOLÓGICO Nº 2 | ⑮ ARQUETA DE REUNIÓN DE FLOTANTES | ㉔ NUEVA DESODORIZACIÓN |
| ⑥ REACTOR BIOLÓGICO Nº 3 | ⑯ ESPESADOR FANGOS Nº 1 | ㉕ EDIFICIO AUXILIAR |
| ⑦ DECANTADOR SECUNDARIO Nº 1 | ⑰ ESPESADOR FANGOS Nº 2 | ㉖ MEDICIÓN CABAL INFLUENTE |
| ⑧ DECANTADOR SECUNDARIO Nº 2 | ⑱ EDIFICIO SECADO DE FANGOS | ㉗ MEDICIÓN CABAL EFLUENTE |
| ⑨ DECANTADOR SECUNDARIO Nº 3 | ⑲ SILO DE FANGOS | ㉘ DERIVACIÓN DE FLOTANTES |
| ⑩ EDIFICIO CLORACIÓN | ㉚ BOMBEO DE VACIADO | |

LEYENDA DE RECEPTORES ELÉCTRICOS	
	EQUIPO ELECTROMECÁNICO
	LUMINARIA LED 53W SOBRE COLUMNA DE 6 mts
	PROYECTOR 70W
	ALUMBRADO DE EMERGENCIA 160 LÚMENES
	LUMINARIA



Cuadro General de Mando y Protección



TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



ESCUELA
TÉCNICA
SUPERIOR
INGENIEROS
INDUSTRIALES
VALENCIA

Proyecto:
PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA PARA LA
IMPLANTACIÓN DE UNA EDAR EN EL TERMINO MUNICIPAL
DE MONFORTE DEL CID (ALICANTE)

Plano:
Esquema Unifilar Instalación Eléctrica. Cuadro General

Autor:
Sandra Pérez Fernández

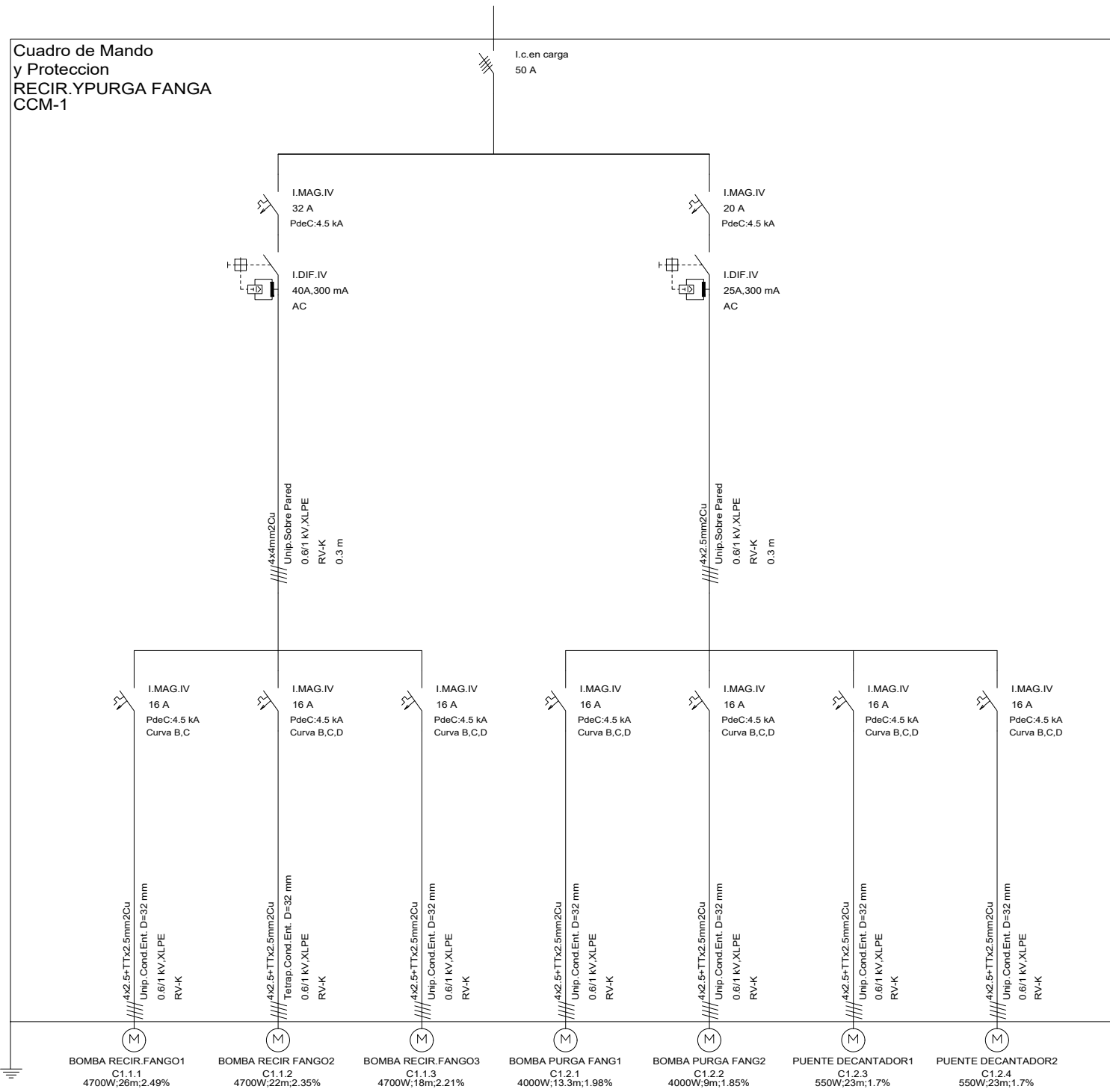
Fecha:
Septiembre 2018

Escala:
S.E.

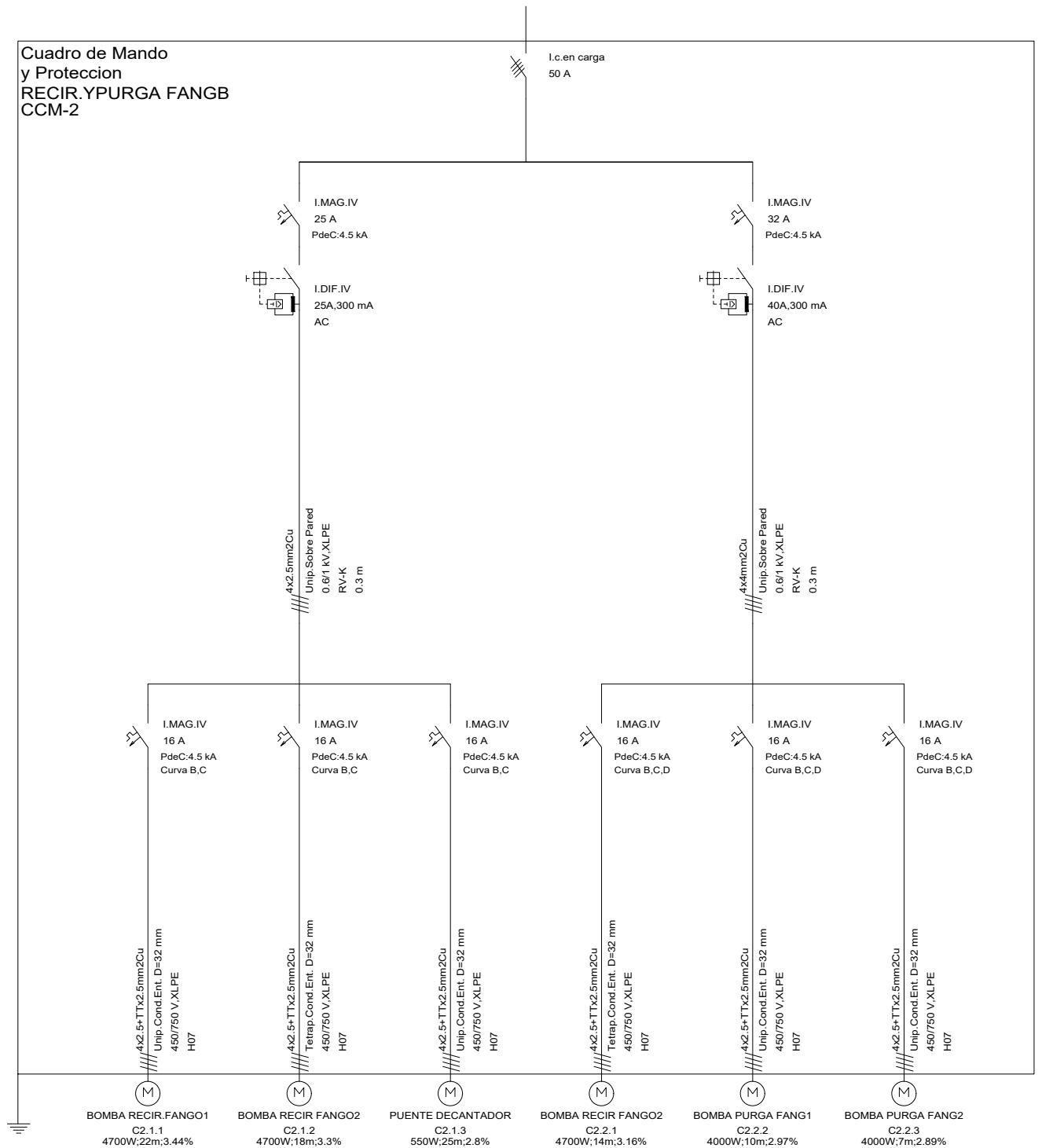
Nº Plano:

8.1

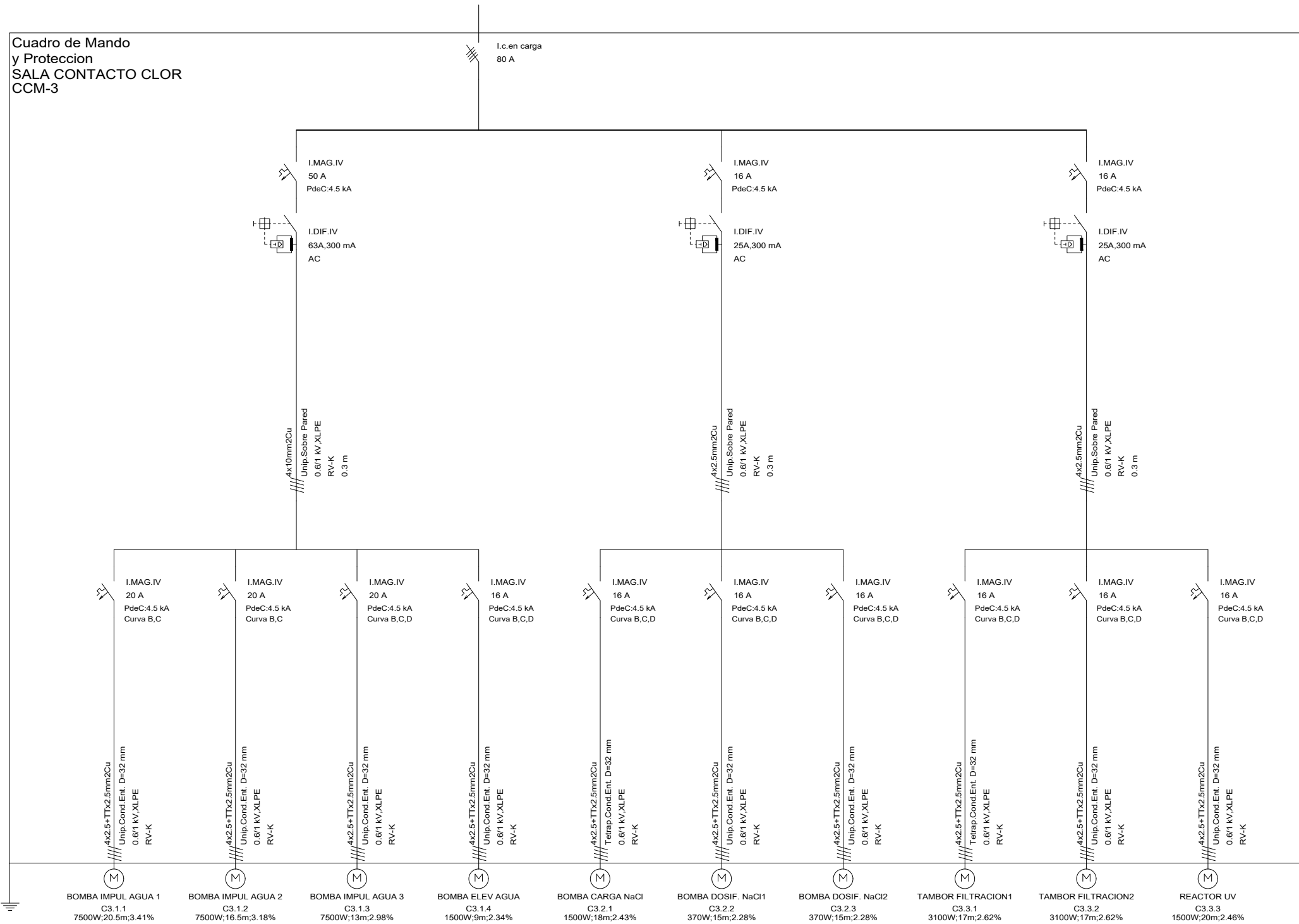
Cuadro de Mando y Protección RECIR.YPURGA FANGA CCM-1



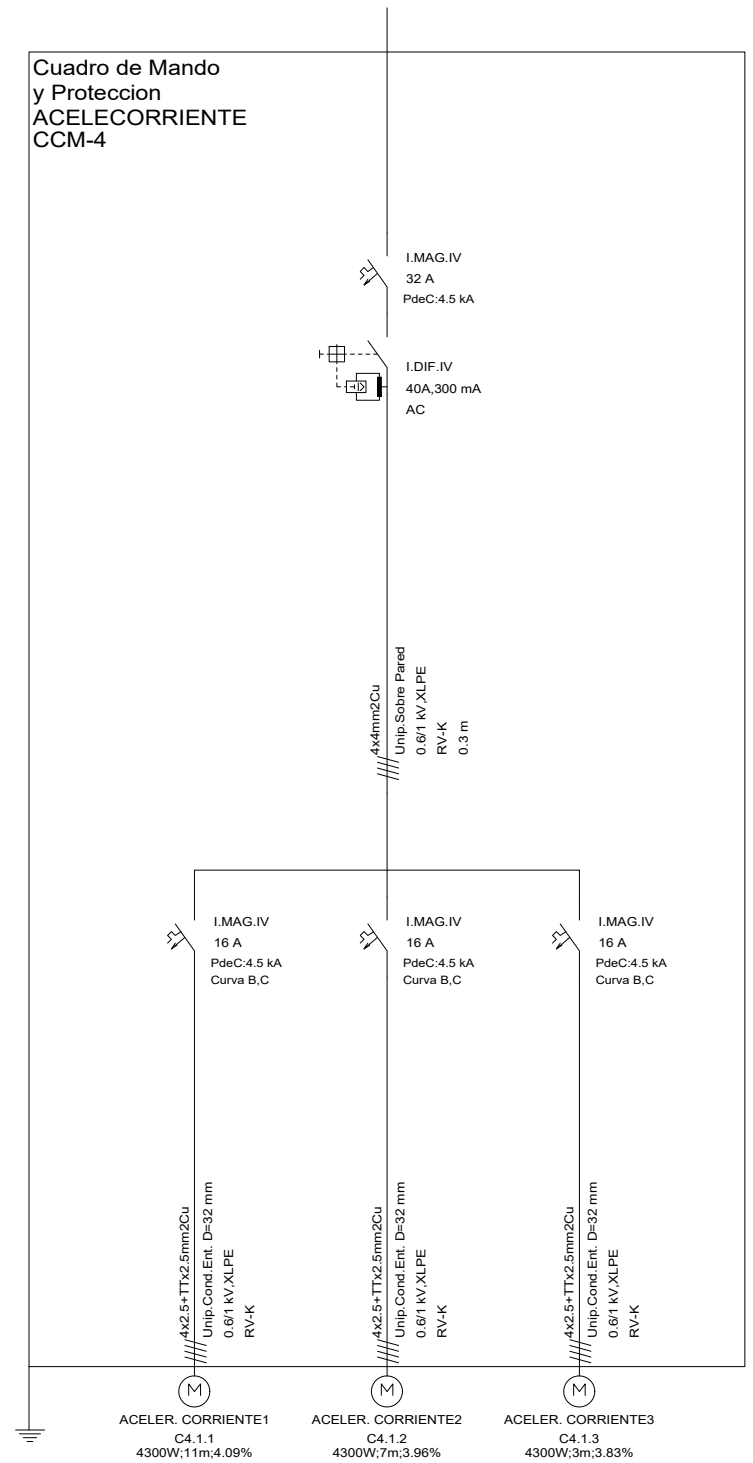
Cuadro de Mando y Protección RECIR.YPURGA FANGB CCM-2



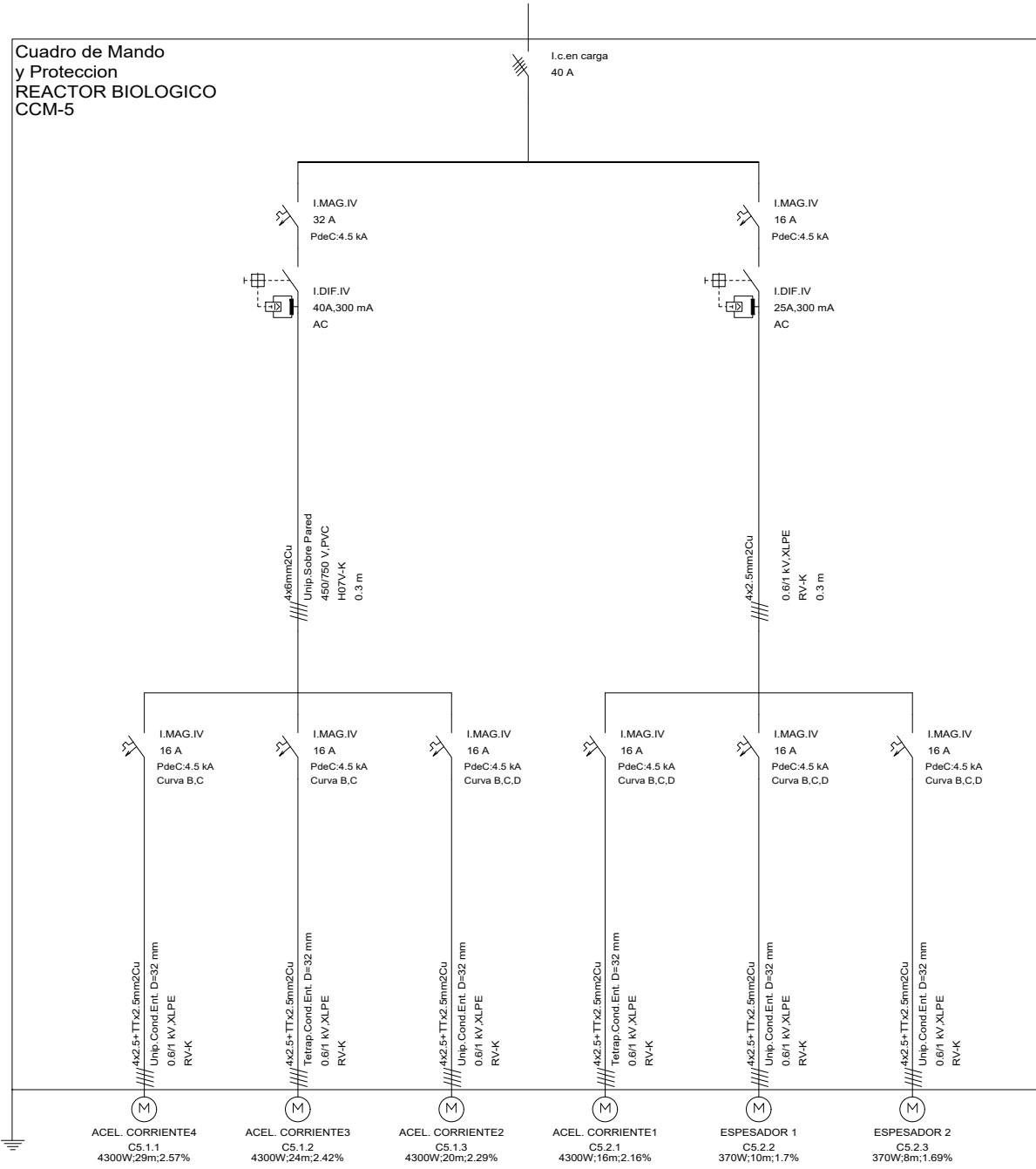
Cuadro de Mando y Protección
SALA CONTACTO CLOR
CCM-3



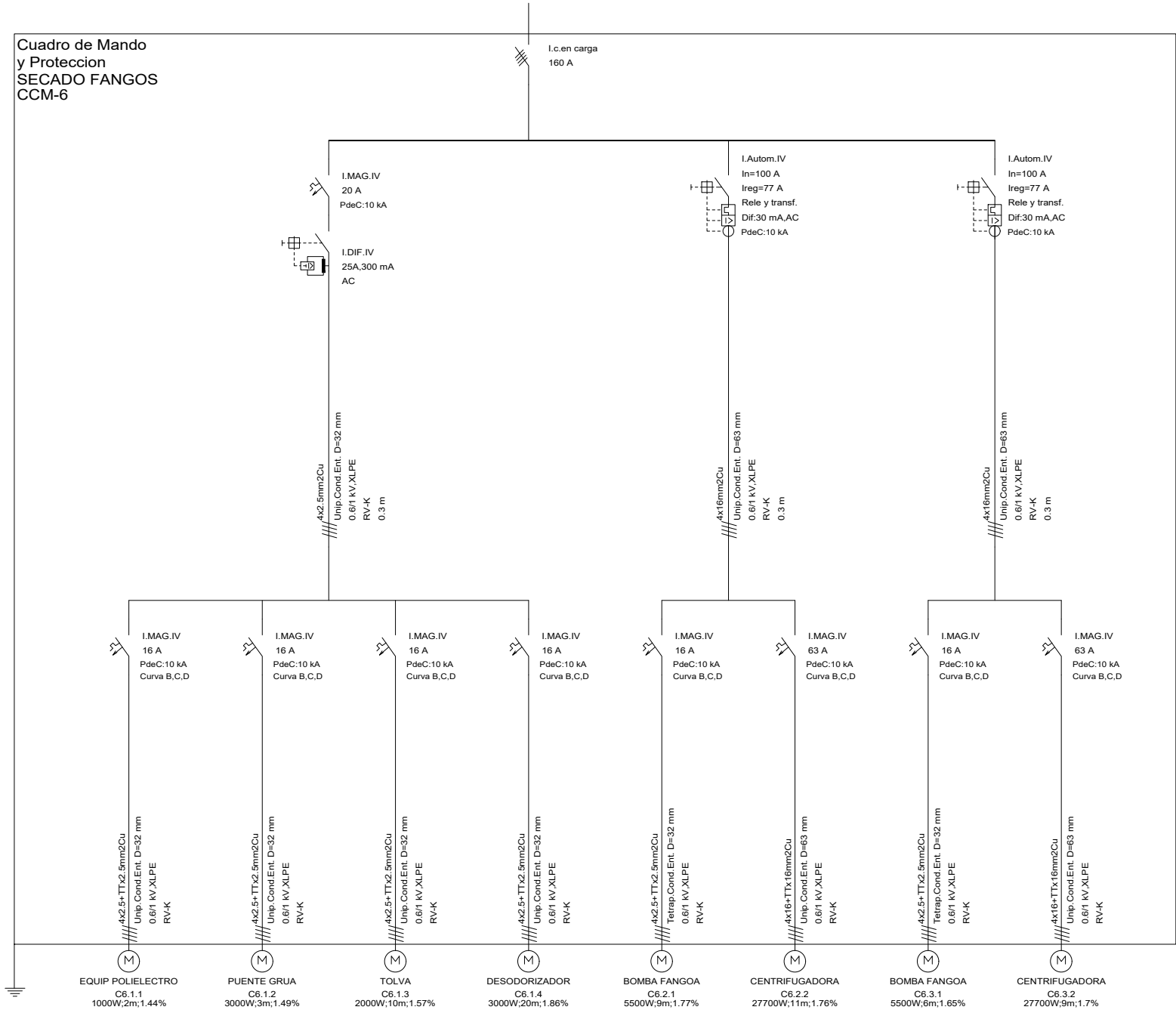
Cuadro de Mando y Protección
ACELECORRIENTE
CCM-4



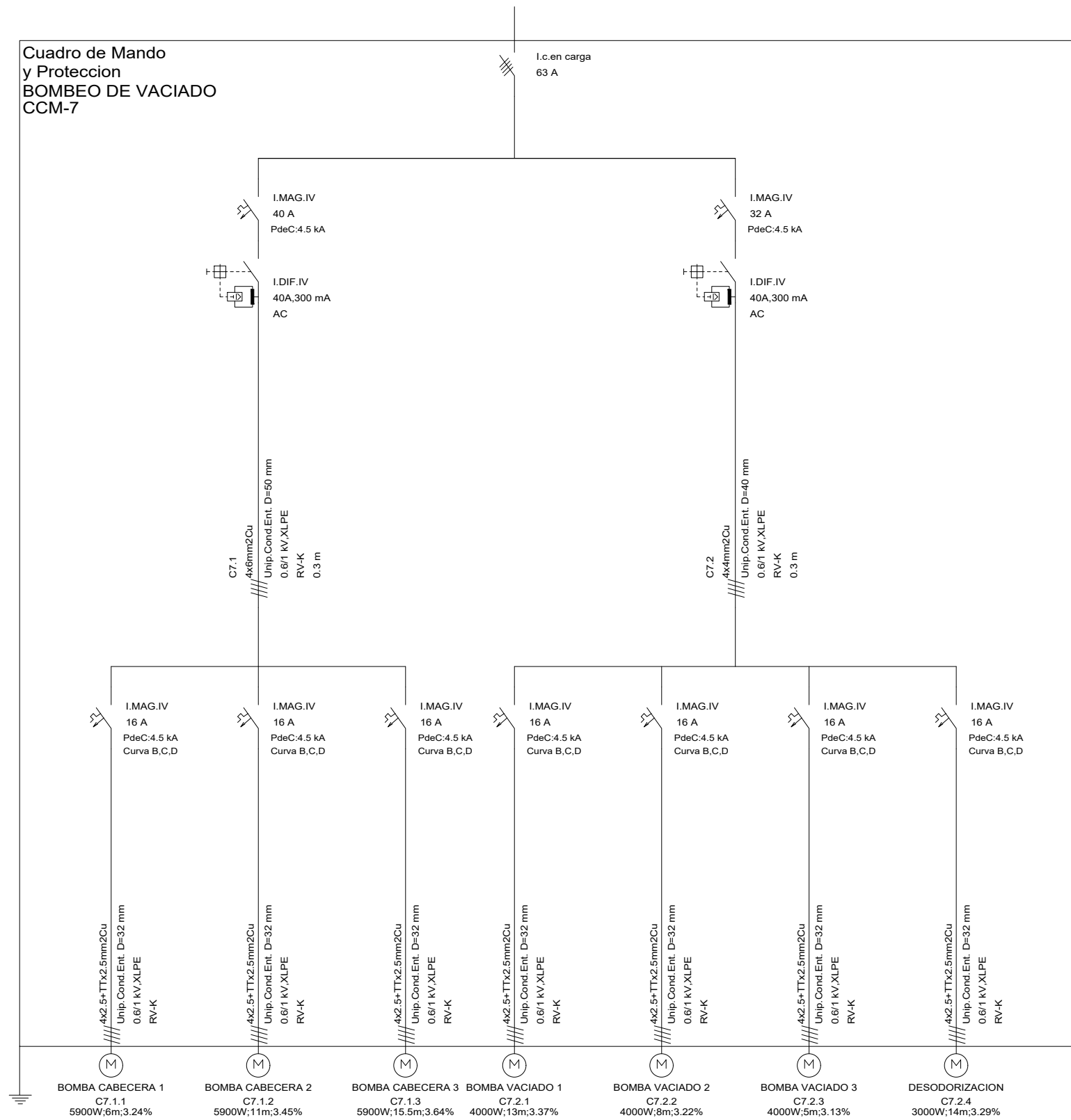
Cuadro de Mando y Protección REACTOR BIOLÓGICO CCM-5



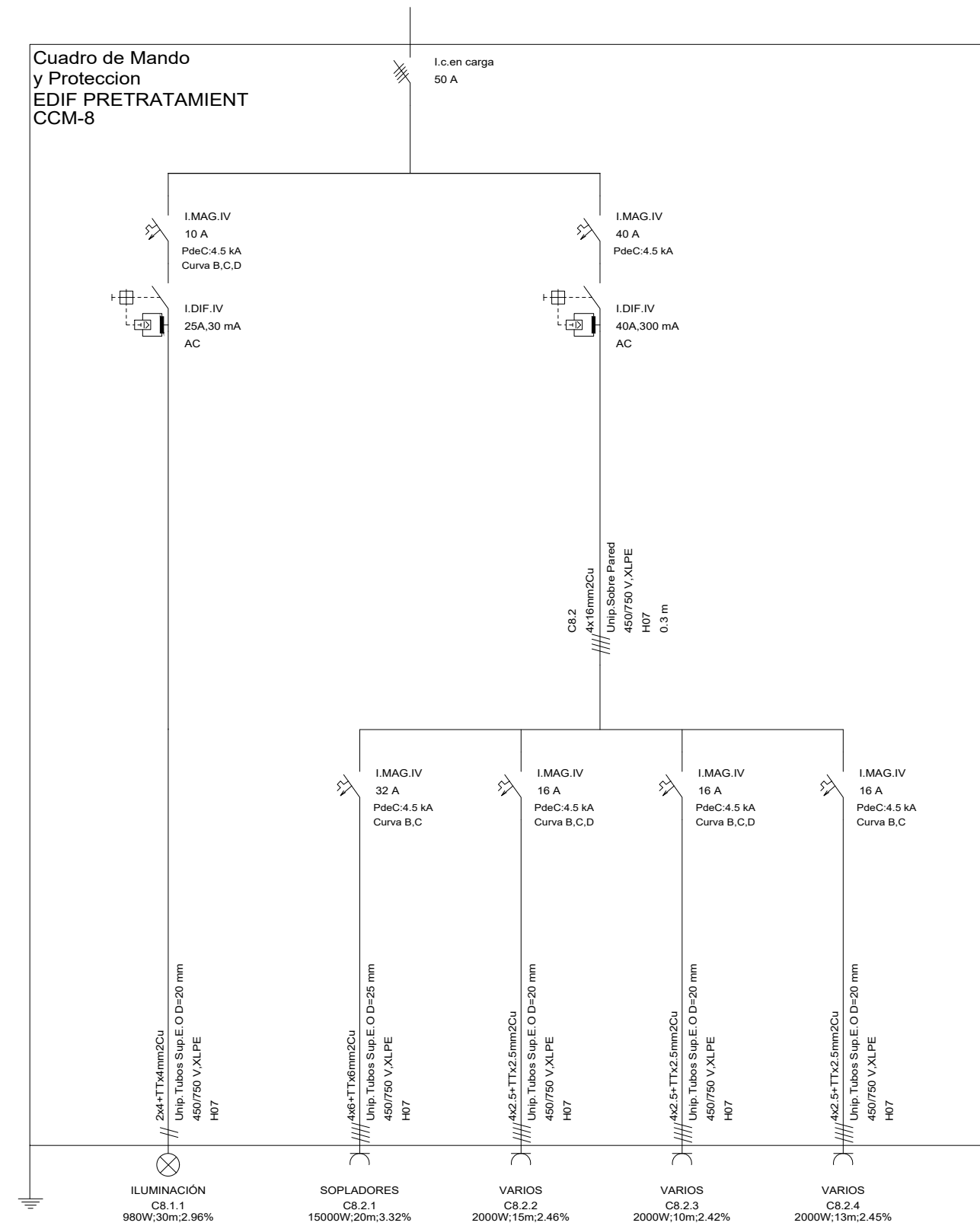
Cuadro de Mando y Protección SECADO FANGOS CCM-6



Cuadro de Mando y Protección BOMBEO DE VACIADO CCM-7



Cuadro de Mando y Protección EDIF PRETRATAMIENT CCM-8



LEYENDA INSTALACIÓN PUESTA ATIERRA

— CABLE DESNUDO DE Cu. 25mm²

