

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL

Trabajo Fin de Grado

Graduado en ingeniería eléctrica

**Autor:** Sergio Molinos Riera

**Tutor:** Jorge reig

**Curso:** 2016-2017

## INDICE

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL	1
1 MEMORIA	6
1.1. OBJETO DE PROYECTO	6
1.2. EMPRESA SUMINISTRADORA	6
1.3. TÉCNICO	6
1.4. EMPLAZAMIENTO	7
1.5. REGLAMENTOS Y NORMAS	7
1.6. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.	7
1.7. PREVISIONES DE CARGA.	8
1.7.1 Previsión de carga Alumbrado	8
1.7.2 Previsión de carga Fuerza y Otros Usos	9
1.7.3 Previsión carga total	9
1.8. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE.	10
1.8.1. Centro de transformación	10
1.8.2. Línea general de alimentación	10
1.8.3. Derivación individual	10
1.8.3.1. Descripción general	11
1.8.3.2 Características de los materiales	11
1.8.3.2.1 Canalizaciones y tubo	11
1.8.3.2.2 Conductores	11
1.8.4. Equipos de conexión de energía reactiva	12
1.9. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE INTERIOR	13
1.9.1. Cuadro general de distribución	13
1.9.2. Líneas de alimentación secundarias y circuitos interiores	14
1.9.3. Cuadros auxiliares	16
1.10. ILUMINACION	16
1.10.1 Iluminaria interior y exterior	16
1.10.1.1 Alumbrado de seguridad	18
1.10.1.2 Alumbrado de evacuación	19
1.10.1.3 Alumbrado antipánico	20
1.10.1.4 Alumbrado de reemplazamiento	21
1.11 PROTECCIONES	21
1.11.1 Protección contra Sobreintensidades	21
1.11.2 Protección contra sobretensiones	21
1.11.3 Protección contra contactos directos e indirectos	22

1.11.3.1	Contactos directos	22
1.11.3.2	Contactos indirectos	22
2	CÁLCULOS	23
2.1	DERIVACIÓN INDIVIDUAL	23
2.2	CIRCUITOS INTERIORES Y LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN SECUNDARIAS	24
2.2.1	Línea de alimentación del Cuadro Secundario	27
2.2.2	Circuito de Alumbrado taller 1	27
2.3.	DESGLOSE DE CIRCUITOS	29
2.3.1	cuadro general de distribución (C.G.D.)	29
2.3.2	Cuadro secundario (C.S.)	29
2.4	CALCULO DE LAS PROTECCIONES	30
2.4.1	Protecciones contra sobretensiones	30
2.4.1.1	CGD	31
2.4.1.2	C.S.	31
2.4.2	Protecciones contra contactos indirectos e indirectos	32
2.4.2.1	Interruptores diferenciales	32
2.4.2.2	Instalaciones de tierra	33
2.5	CALCULO DEL EQUIPO DE COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA	36
3	PLANOS	39
3.1	PLANO DE SITUACIÓN	39
3.2	PLANO DE EMPLAZAMIENTO	39
3.3	PLANO ALZADO Y COTAS DE LA NAVE	39
3.4	PLANO DE DISTRIBUCION NAVE	39
3.5	PLANO DE CIRCUITO DE TOMAS DE CORRIENTE	39
3.6	PLANO DE CIRCUITO DE ALUMBRADO	39
3.7	PLANO DE CIRCUITO ALUMBRADO EMERGENCIA	39
3.8	PLANO RED DE TIERRAS	39
3.9	PLANO ESQUEMA UNIFILAR	39
4	PLIEGO DE CONDICIONES	40
4.1	AMBITO DE APLICACIÓN	40
4.2	CERTIFICADOS DE HOMOLOGACION DE EMPRESAS Y PERSONAL	40
4.3	CALIDAD DE LOS MATERIALES.	40
4.3.1	Bandejas portacables eléctricos y sus soportes.	40

4.3.2 Canales para instalaciones.	41
4.3.3 Tubos de protección.	42
4.3.4. Conductores eléctricos.	44
4.3.5 Cajas de empalme y derivación.	44
4.3.6 Aparatos de mando y maniobra.	45
4.3.7 Aparatos de protección.	45
4.3.8 Cuadros eléctricos.	46
4.3.9 Interruptores, conmutadores y contactores eléctricos.	47
4.3.10 Equipos de alumbrado.	47
4.3.11 Tomas de corriente y mecanismos.	48
4.3.12 Batería de condensadores.	48
4.3.13 Ensayos sobre los materiales y equipos.	48
4.4 NORMAS PARA LA EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.	49
4.4.1 Canalizaciones.	49
4.4.2 Volúmenes de prohibición.	50
4.4.4 Puesta a tierra.	51
4.5 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.	52
4.6 MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.	52
4.7 DOCUMENTACION.	53
4.8 MEDICION Y ABONO.	54
5 ANEXO: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	56
5.1. DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	56
5.2. RIESGOS ESPECÍFICOS	56
5.2.1. respecto al lugar de trabajo.	56
5.2.2. respecto a la obra civil:	56
5.2.3. Respecto a la obra mecánica:	57
5.3. MEDIDAS Y NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES	57
5.3.1. Medidas de seguridad colectivas:	58
5.3.2. Medidas de seguridad individuales:	60
5.3.3. Normativa legal y reglamentación aplicable:	61
5.4. FORMACIÓN.	61
5.5. BOTIQUINES	61
5.6. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS.	61
5.7. RECONOCIMIENTO MÉDICO.	62
5.8. PREVISIONES DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.	62
5.9. RIESGOS PROPIOS DE LA ACTIVIDAD.	62



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI



5.10.	<i>ESPACIO DE TRABAJO.</i>	62
5.11.	<i>ORDEN Y LIMPIEZA.</i>	63
5.17	NORMATIVA APLICABLE	63
6	PRESUPUESTO	65

## 1 MEMORIA

### 1.1. OBJETO DE PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el de definir técnica y dimensionalmente las instalaciones de Baja Tensión para una nave industrial, comprendiendo el estudio desde el Cuadro de Protección y Medida (CPM) hasta los circuitos receptores.

La instalación eléctrica será totalmente nueva partiendo del Cuadro de Protección y Medida (CPM) hasta el Cuadro General de Distribución. De este cuadro se alimentara cada uno de los distintos receptores de alumbrado y fuerza, así como los cuadros secundarios.

El suministro de energía eléctrica para las instalaciones que constituyen el presente proyecto, se llevara a cabo en Baja Tensión, siendo la tensión de cálculo y de distribución 400V entre fases y 230V entre fase y neutro, a una frecuencia de 50Hz.

### 1.2. EMPRESA SUMINISTRADORA

La empresa encargada de suministrar la energía eléctrica es IBERDROLA, con una tensión de 400 V y una frecuencia de 50 Hz.

### 1.3. TÉCNICO

El presente proyecto ha sido realizado por Sergio Molinos Riera, alumno de la Universidad Politécnica de Alcoy para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Eléctrica.

## 1.4. EMPLAZAMIENTO

El edificio donde se realizara la instalación eléctrica se encuentra en el: Polígono Industrial Ridel, 1T ubicado en Mutxamel, Alicante.

## 1.5. REGLAMENTOS Y NORMAS

Para la ejecución de las instalaciones de este proyecto, se regirán los criterios marcados en los Reglamentos Vigente, en particular:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por decreto 842/2002 de fecha 2 de Agosto de 2002 (B.O.E. nº224 del 18/09/2002).
- Normas UNE de referencia u otras para los materiales que puedan ser objeto de ellas.
- Instrucciones técnicas complementarias del reglamento.
- Ordenanzas Municipales particulares dedicadas por el Excmo. Ayuntamiento.
- Normas dictadas por la Comunidad Autónoma Correspondiente.

## 1.6. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.

La nueva instalación será una nave industrial de una superficie de **223.4 m<sup>2</sup>** construidos y **200.3m<sup>2</sup>** útiles

Esta nave estará dividida en una sola única planta, distribuida en varias zonas, el taller donde se procederá a la preparación, elaboración y distribución de los productos realizados, almacén donde estarán almacenados los materiales para realizar los productos, oficinas donde se realizaran los trámites administrativos, vestuarios hombres, vestuarios mujeres, comedor.

ZONA	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
Taller	96.3
Almacén	25.7
Oficinas	17.3
Vestuarios 1	19.4
Vestuarios 2	24.5
Comedor	13.6
Cuarto eléctrico	3.5
<b>Total</b>	<b>200.3</b>

## 1.7. PREVISIONES DE CARGA.

### 1.7.1 Previsión de carga Alumbrado

Nº circuito	uso	concepto	lámpara	unid	W/unid	Potencia instalada (W)	Fs.	Potencia prevista(W)
1.1	Cuadro eléctrico	Pantalla estanca	Fluorescente 2 x 36 W	1	72	72	1	72
1.2	taller 1	Foco	Inducción	6	400	2400	1	2400
1.3	taller 2	Foco	inducción	3	400	1200	1	1200
1.4	taller 3	Pantalla estanca	Fluorescente 2 x 58 W	10	116	1160	1	1160
1.5	almacén	Pantalla estanca	Fluorescente 2 x 36 W	6	72	432	1	432
1.6	V. Hombres	Pantalla estanca	Fluorescente 2 x 36 W	4	72	392	1	392
		Lámpara compacta	Fluorescencia 26 W	4	104			
1.7	V. Mujeres	Pantalla estanca	Fluorescente 2 x 36 W	4	26	340	1	340
		Lámpara compacta	Fluorescencia 26 W	2	26			
1.8	Comedor	Pantalla estanca	Fluorescente 2 x 36 W	3	72	216	1	216
1.9	Oficina	Pantalla estanca	Fluorescente 2 x 36 W	6	72	432	1	432
1.10	exterior	Foco	inducción	2	400	1200	1	1200
		Rotulo	inducción	1	400			
1.11	emergencias	Pantalla emer.	Led 6 W	9	6	54	1	54
<b>Total alumbrado</b>						<b>7898</b>		<b>7898</b>

### 1.7.2 Previsión de carga Fuerza y Otros Usos

Nº circuito	uso	concepto	unid	W/unid	Potencia instalada (W)	Fs.	Potencia prevista(W)
2	Bases 400 V	Banco 1	1	15000	30000	1	30000
		Banco 2	1	15000			
3	Base 400 V	Cuadro general	1	2500	2500	1	2500
		Banco 1	3	3450	10350	0.33	3450
4	Bases 230 V	Banco 2	2	3450	6900	0.5	3450
		taller	4	3450	13800	0.25	3450
		comedor	4	3450	13800	0.25	3450
		oficinas	6	3450	20700	0.16	3450
5	Base 230 v	Cuadro general	1	2500	2500	1	2500
6	Reserva	Reserva		1500	1500	1	1500
8	Cuadro secundario maquinaria	sierra	1	1472	13984	1	13984
		taladro	1	1472			
		torno	1	7360			
		fresadora	1	2208			
		esmeriladora	1	1472			
<b>Total otros usos</b>					<b>116034</b>		<b>67734</b>

### 1.7.3 Previsión carga total

Concepto	Potencia instalada (W)	Potencia prevista (W)
Alumbrado	7898	7898
Otros usos	116034	67734
<b>Total Potencia Instalada</b>	<b>123932</b>	
<b>Total Potencia Prevista</b>		<b>75632</b>

Según el Reglamento de Baja Tensión es su ITC-BT-10 establece que la carga correspondiente a los edificios destinados a concentración de industrias se calcula considerando un mínimo de 125 W por metro cuadrado y planta.

La superficie total del edificio es de 200.3 m<sup>2</sup>, lo que supondrá una previsión mínima de 25.04 kW.

El total de consumos previstos como se observa en la tabla adjunta es de 75.63 kW.

La cantidad anterior es superior al mínimo exigido, por lo que instalando en el cuadro una protección adecuada a la suma de los consumos instalados en el edificio, se tendrá garantizado el cumplimiento de las exigencias de la ITC-BT-10.

En resumen, tendremos una nave industrial con una potencia aparente de 71.84 KVa, ya que se corregirá el factor de potencia hasta 0.95.

## 1.8. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE.

### 1.8.1. Centro de transformación

En el presente proyecto no procede el cálculo del mismo.

### 1.8.2. Línea general de alimentación

La línea General de alimentación es aquella que enlaza la Caja General de Protección con el cuadro de acometida o centralización de contadores, al tratarse de un único usuario nuestra instalación podrá simplificarse como se describe en el esquema del apartado 2.1 de la ITC-BT-12, en donde se dispone, que podrán coincidir la CGP y el equipo de la medida en la misma envolvente y no existir la línea general de alimentación, siendo los fusibles de seguridad los de la caja de protección y medida (CPM).

### 1.8.3. Derivación individual

La línea o derivación individual enlazara el contador del abonado con los dispositivos privados de mando y protección. En este caso, se considera la línea de salida de Baja Tensión desde la CPM (Caja de Protección y Medida), que da suministro al cuadro general de distribución. Esta línea es de cable de cobre bajo tubo con aislamiento de 0.6/1KV XLPE, de sección  $70 \text{ mm}^2$ , siendo

este no propagador de incendio y con emisiones de humos y opacidad reducida. Discurrirá enterrada desde la salida de la CPM por el exterior de la nave hasta llegar a esta, donde saldrán vistas hasta el cuadro general.

Tendrá una longitud de aproximadamente 20 m y la caída de tensión será inferior al 1.5 % máximo permitido según la ITC-BT-15, al ser servicio para un único usuario.

### 1.8.3.1. Descripción general

La derivación individual se instalara de acuerdo a la instrucción ITC-BT-15. Partirá desde el equipo de medida, instalado en la CPM, enlazado con el cuadro general de baja tensión, mediante canalización subterránea bajo tubo.

### 1.8.3.2 Características de los materiales

#### 1.8.3.2.1 Canalizaciones y tubo

Al tratarse de una canalización enterrada, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4 y sus características mínimas serán, las indicadas en la tabla 8 y 9 de la ITC-BT-21.

Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso, el conductor de protección.

Los tramos de derivaciones individuales a los cuadros desde las verticales, discurrirán empotrados bajo tubo flexible de PVC, y salir a la caja del ICP correspondiente.

Se dejara un tubo de reserva, para futuras ampliaciones.

#### 1.8.3.2.2 Conductores

La derivación individual esta constituidas por conductores unipolares aislados de cobre, tipo RZ1K (AS), con tensión asignada 0.6/1 kV, con cubierta tipo

XLPE, no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Para distinguir los conductores, utilizaremos el código de colores indicado en la ITC-BT-19.

La utilización de conductores unipolares aislados tiene como ventaja la posibilidad de instalar en la misma canalización el hilo de mando.

El hilo de mando se utiliza para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas, dicho conductor será de  $1.5 \text{ mm}^2$  de sección aislante.

En nuestro caso, al tratarse de cables aislados en el interior de tubos enterrados, la derivación individual cumplirá lo indicado en la ITC-BT-07 para redes subterráneas.

#### 1.8.4. Equipos de conexión de energía reactiva

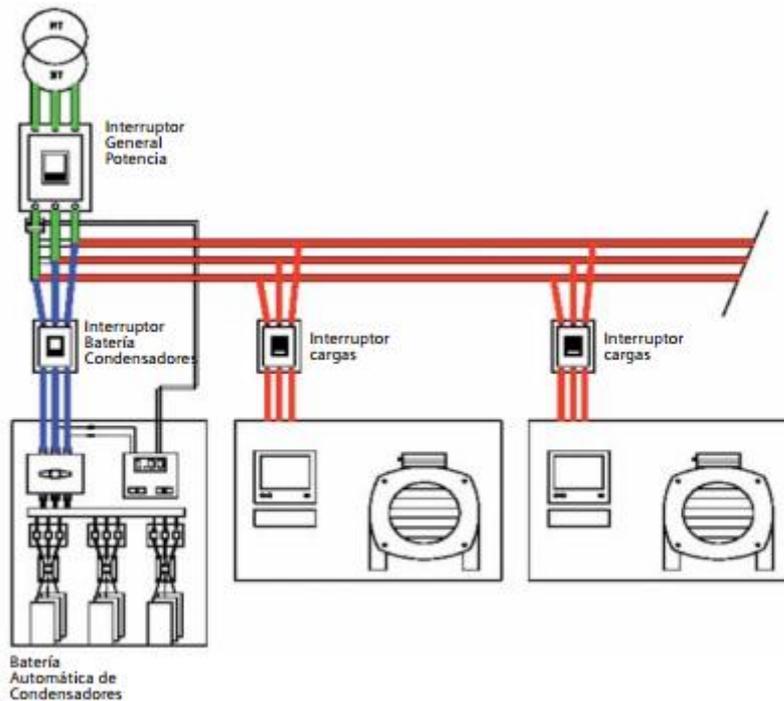
El equipo elegido es el siguiente:

- Compensación centralizada y regulada

Se trata de compensar en la acometida de la instalación, de forma que la instalación quede sin energía reactiva justo antes del contador de energía eléctrica.

Para ello es necesaria una batería de condensadores regulada. El equipo, pues, contiene un regulador que a partir de las señales de intensidad y tensión provenientes de la instalación es capaz de conectar y/o desconectar aquellos pasos necesarios para alcanzar el nivel de compensación requerido.

Ejemplo de instalación:



Junto al CGD, se instalara una batería de condensadores con compensación automática de 400 V 50 Hz. Compuesta por un armario de la marca Schneider de 50 Kvar.

## 1.9. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE INTERIOR

### 1.9.1. Cuadro general de distribución

Se encuentra ubicado en el cuarto de contadores, cerca de la entrada del edificio.

Se situara a una altura medida desde el suelo comprendida entre 1,4 y 2 m.

Se trata de un armario con puerta de cerradura en el que se ubican los dispositivos generales de mando y protección. Este armario se ajustara a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439-3, con grado de protección mínimo IP-

30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. Dispondrá de una caja de material aislante, precintable y de dimensiones de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar, y de características y tipo según modelo oficialmente aprobado, para separar el interruptor de control de potencia (ICP) del resto de dispositivos.

Las características de los dispositivos generales de mando y protección, se describen en la ITC-BT-17, y comprenden los siguientes mecanismos.

- Interruptor de control de potencia
- Un interruptor general automático de corte omnipolar de accionamiento manual.
- Un interruptor diferencial general como mínimo, destinado a la protección contra contactos indirectos.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores del edificio.

Además se incluirán dos tomas de corriente, una monofásica y otra trifásica para posibles emergencias.

El cableado del cuadro se realizara con cable no propagador de llama con baja emisión de humos y opacidad reducida, tipos ES07Z1-K y RZ1-K.

### 1.9.2.Líneas de alimentación secundarias y circuitos interiores

Estas líneas son las que alimentan los cuadros auxiliares, son las líneas trifásicas que están formadas por tanto, por tres conductores de fase, un conductor de neutro y el conductor de protección, cuyos colores de identificación seguirán el código establecido en la ITC-BT-19.

Se realizaran por el falso techo, dentro del edificio de oficinas para posteriormente ir alojadas en bandeja por el edificio hasta localizar sus respectivos cuadros.

El cableado desde el cuadro general de distribución al cuadro secundario se realizara con cable de 0.6/1 kV de tensión de trabajo, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina ignifuga designación RZ1K (AS), del tipo no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, cuyas características vienen especificadas en la UNE EN 211234,5.

Como regla general, el cableado desde los cuadros a cada uno de los puntos de consumo de alumbrado y receptores de otros usos se realizara con cable 450/750 V de tensión de trabajo aislamiento termoplástico de poliolefina ignifuga designación ES07Z1K (AS), cuyas características viene especificadas en la UNE 211002, o con cable 0,6/1KV de tensión de trabajo, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina ignifuga designación RZ1K (AS) , del tipo no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Para los receptores de alumbrado, otros usos y fuerza de servicios de seguridad no autónomos o circuitos con fuentes autónomas centralizadas tales como central de detección de incendios grupo contra incendios , centralita telefónica, central de intrusión, rack voz y datos, terminal de control de presencia, central de detección CO, etc. Se empleara cable 0,6/1KV de tensión de trabajo, aislamiento especial de silicona y cubierta termoplástico de poliolefina ignifuga designación SZ1K (AS+), del tipo no propagadores de incendio con emisión de humos, opacidad reducida y resistencia al fuego categoría PH 90, cuyas características vienen especificadas en la UNE EN 211234,5 y UNE EN 50200.

Los cables tienen el aislamiento o cubierta de color verde (AS) o naranja (AS+), todos iguales.

Los conductores se marcaran con la letra de fase y circuito, tanto a la entrada como a la salida de los interruptores automáticos de cualquier aparato de corte, y en las cajas de conexión.

La distribución se efectuara en el interior de tubos protectores dispuestos superficialmente, enterrados, empotrados o en bandeja.

Para canalizaciones en superficie se empleara el tubo blindado enchufable con manguito LHR libre de halógenos, cuyas características vienen especificadas en la UNE EN 2008621.

Para canalizaciones en la zona de taller se empleara tubo rígido de acero enchufable, galvanizado interior y exterior.

La bandeja empleada en las canalizaciones vistas y canalizaciones por falso techo se realizara con bandeja de chapa de acero galvanizada en caliente perforada con tapa.

### 1.9.3. Cuadros auxiliares

En el edificio se encuentra un cuadro secundario situado en el almacén próximo a los servicios que alimenta, según se detalla en los planos y esquemas del presente Proyecto.

Cumplirá los mismos requisitos que el Cuadro General.

## 1.10. ILUMINACION

### 1.10.1 Iluminaria interior y exterior

El estudio de iluminación, se ha realizado en cuenta el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por lo que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (anexo IV) y de la guía técnica para

la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo (artículo 8).

Se tendrá en cuenta también la UNE-EN 12464-1, para iluminación interior y la UNE-EN 12464-2, para iluminación exterior.

Los aparatos de alumbrado a utilizar serán de lámparas fluorescentes preferentemente, para los locales y vías de evacuación, con portalámparas de seguridad, equipo electromagnético, envolvente y difusor, conectándose la carcasa mediante conductor de protección a la red de tierra equipotencial de la instalación.

Para el encendido de los aparatos de alumbrado, se utilizarán interruptores calibrados a 1,8 veces (ITC-BT-44) como mínimo la carga prevista en cada circuito estando protegidos estos si fuese necesario, con cortocircuitos fusibles de calibre no superior a la intensidad admisible en los conductores de alimentación.

Las derivaciones de alimentación a los receptores de alumbrado, se realizarán directamente e independientemente a cada receptor, desde las cajas de derivación más próximas, mediante cable tipo manguera y clavija con sujeción a la carcasa del receptor mediante elementos roscados que aseguran una firme conexión mecánica, con aislamiento para una tensión de servicio de 0.75 kV, borna de conexión sujeta a la carcasa del receptor, asegurándose en ambos puntos la conexión mecánica mediante racores adecuados.

#### - Alumbrado de emergencia y señalización

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve. Se incluyen dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

#### 1.10.1.1 Alumbrado de seguridad

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía.

Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- a) en todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas
- b) los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- c) en los aseos generales de planta en edificios de acceso público.

- d) en los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) en los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- f) en las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- g) en todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- h) en toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- i) en el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida
- j) cerca de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- k) cerca de cada cambio de nivel.
- l) cerca de cada puesto de primeros auxilios.
- m) cerca de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- n) en los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

En las zonas incluidas en los apartados m) y n), el alumbrado de seguridad proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.

#### 1.10.1.2 Alumbrado de evacuación

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

### 1.10.1.3 Alumbrado antipánico

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

#### 1.10.1.4 Alumbrado de reemplazamiento

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales.

Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

### 1.11 PROTECCIONES

#### 1.11.1 Protección contra Sobreintensidades

Todos los circuitos estarán protegidos contra sobreintensidades que pueden aparecer en un circuito, por lo que la interrupción se debe realizar en un tiempo conveniente, o bien, el circuito estará dimensionado para las sobreintensidades previstas tal como se explica en el REBT en la ITC-BT-22.

Las sobreintensidades se pueden producir por las siguientes motivos:

- Por sobrecarga debida a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Por cortocircuito
- Por descarga eléctrica atmosférica

#### 1.11.2 Protección contra sobretensiones

Las sobretensiones transitorias son transmitidas por las redes de distribución.

Las sobretensiones tienen origen, normalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, de conmutación de redes, y por defecto de las redes. Tal como explica en el REBT en la ITC-BT-23.

Para hacer frente a estas sobretensiones transitorias se utiliza descargadores a tierra o líneas de toma de tierra.

En el presente proyecto, no se instalaran.

### 1.11.3 Protección contra contactos directos e indirectos

En la ITC-BT.24 del REBT se describen las medidas destinadas a asegurar la protección de las personas y animales.

#### 1.11.3.1 Contactos directos

Los contactos directos acurren cuando una persona entra en contacto con la parte activa de algún material o equipo eléctrico de la instalación.

Los medios que se van a utilizar para proteger contra estos contactos son las siguientes:

Protecciones por aislamiento de las partes activas.

Protección mediante barreras o envoltorios.

Protección mediante obstáculos que dificulten el acceso a las partes activas, o no poner partes activas al alcance de las personas.

Protección complementaria para dispositivos de corriente diferencial residual.

#### 1.11.3.2 Contactos indirectos

Los contactos indirectos ocurren cuando una persona entra en contacto con la masa, de toma de tierra, accidentalmente con una tensión.

Para evitar los contactos indirecto habrá que instalar un aparato o dispositivo que desconecte, o abra el circuito, cuando exista un contacto indirecto. Estos dispositivos son los interruptores diferenciales, que cuando detecta una fuga de corriente provoca la abertura del circuito.

## 2 CÁLCULOS

### 2.1 DERIVACIÓN INDIVIDUAL

En el caso de los conductores destinados a alimentar el C.G.D, se tendrá en cuenta lo descrito en el apartado de la ITC-BT-07 para conductores enterrados en el interior de tubos.

La alimentación será trifásica, 400V entre fases y 230V entre fase y neutro. Se dimensionara la sección del conductor para la máxima potencia que se puede llegar a alcanzar. Dicha potencia es de 87,569 kW. Al tratarse de un único usuario en que no existe línea general de alimentación, se tomara una caída de 1,5%, tal y como indica la ITC-BT-15.

Para el cálculo de la intensidad máxima admisible y de la sección del conductor a emplear, se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$S_{ct} = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot L}$$

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Dónde:

$S_{ct}$  = Sección por caída de tensión

$P$  = Potencia demandada prevista (W)

$L$  = Longitud del circuito (m)

$\sigma$  = conductividad a la  $T^a$  máxima del cobre en servicio permanente para XLPE

$I_c$  = Intensidad del circuito

$e$  = máxima caída de tensión (V)

$U$  = tensión de la línea (V)

$\cos \varphi$  = factor de potencia de la carga

$$S_{ct} = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U} = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot \frac{e(\%)}{100} \cdot U \cdot U} = \frac{((7360 \cdot 1.25) + 75393) \cdot 20}{44 \cdot \frac{1.5 \cdot 400}{100} \cdot 400} = 16.02 \text{ mm}^2$$

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{84593}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 152.63 \text{ A}$$

Con los datos calculados, en la tabla 5 del apartado 3.1.2 de la ITC-BT-07 obtenemos una derivación individual con una sección de  $70 \text{ mm}^2$  y una intensidad máxima admisible de 170 A. Esta elección cumple los criterios de asignación de sección de un conductor que establece que  $I_c \leq I_N \leq I_{adm}$  quedando de esta manera:

$$158.49 \text{ A} \leq 160 \text{ A} \leq 170 \text{ A}$$

Dónde:

$I_c$  = Intensidad del circuito.

$I_N$  = Intensidad nominal de la protección (PIA).

$I_{adm}$  = intensidad máxima admisible.

Para el conductor de neutro iremos a la tabla 1 de la ITC-BT-07, resultando un conductor de  $70 \text{ mm}^2$ .

El diámetro del tubo será de 125 mm, según tabla 9 de la ITC-BT-21.

## 2.2 CIRCUITOS INTERIORES Y LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN SECUNDARIAS

La sección de los conductores a utilizar se determinara de manera que la caída de tensión entre el origen de la instalación, CGD, y cualquier punto de

utilización, sea menor de 5 % para la instalación de fuerza y del 3 % para la del alumbrado, tal y como se indica en la ITC-BT-19.

Como criterio de diseño se concreta dejar un 1 % de caída de tensión máxima para las líneas de alimentación secundarias, quedando una caída de tensión del 2 % para los circuitos interiores de iluminación y del 4 % para los circuitos interiores de fuerza.

Además se establece un factor de simultaneidad para cada cuatro secundario, dependiendo del número de circuitos a los que se alimente.

- De 2 a 3 circuitos un factor de simultaneidad de 0,9
- De 4 a 5 circuitos un factor de simultaneidad de 0,8
- De 6 a 9 circuitos un factor de simultaneidad de 0,7
- Más de 10 circuitos un factor de simultaneidad de 0,6

La alimentación será trifásica, 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro, para las líneas de alimentación secundarias, mientras que, para los circuitos interiores, desinados a alimentar los distintos receptores, será monofásica, 230 V, exceptuando las tomas de corrientes trifásica.

Se tendrá en cuenta, para el cálculo de los conductores de lámparas de descarga, un factor de arranque de 1,8, mientras que para los conductores que alimentan motores se tomara 1,25.

Se consideran para cada circuito la potencia total instalada, aplicando para los recetores con equipos de arranques, el coeficiente 1,8 (ITC-BT-44, Apartado 3) a la potencia neta de estos y para el caso de que los receptores sean motores,

el coeficiente será de 1,25 (ITC-BT-47, Apartado 3) sobre la potencia neta de los recetores.

Los casos de conductores que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma de 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Para realizar el cálculo de la sección de los conductores, así como, las intensidades máximas admisibles para cada circuito se han empleado las siguientes formulas, dependiendo de la alimentación:

*Sistemas trifásicos:*

$$S_{ct} = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot L} \qquad I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

*Sistemas monofásicos:*

$$S_{ct} = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot L} \qquad I_c = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$$

Dónde:

$S_{ct}$  = Sección por caída de tensión

P = Potencia demandada prevista (W)

L = Longitud del circuito (m)

$\sigma$  = conductividad a la T<sup>a</sup> máxima del cobre en servicio permanente para XLPE

$I_c$  = Intensidad del circuito.

e = máxima caída de tensión (V)

U = tensión de la línea (V)

Cos ( $\varphi$ ) = factor de potencia de la carga

Se calculara una línea de alimentación secundaria y uno de los circuitos interiores, como ejemplos, para ver la diferencia entre la línea trifásica y monofásica.

### 2.2.1 Línea de alimentación del Cuadro Secundario

$$S_{ct} = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U} = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot \frac{e(\%) \cdot U}{100} \cdot U} = \frac{(1.25 \cdot 7360 + 6624) \cdot 20}{44 \cdot \frac{1 \cdot 400}{100} \cdot 400} = 2.99 \text{ mm}^2$$

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{15824}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 28.55 \text{ A}$$

Determinadas las intensidades de cortocircuito y la sección por caída de tensión, pero considerando el caso más desfavorable, según la ITC-BT-19 y conociendo que las líneas de alimentación secundaria discurrirán por falso techo y en bandejas, para el tipo de cable XLPE, tendremos una sección de 6 mm<sup>2</sup> y una intensidad máxima admisible de 32 A.

Esta elección cumple los requisitos de asignación de sección de un conductor que establece que  $I_c \leq I_n \leq I_{adm}$  y en nuestro caso nos queda:

$$28.55A \leq 32A \leq 32A$$

El conductor de protección se calculara según lo establecido en la tabla 2 de la ITC-BT-19, resultando un conductor de sección 6 mm<sup>2</sup>.

Para el conductor de neutro se seguirá lo establecido en la tabla 1 de la ITC-BT-07, obteniendo un conductor de sección 6 mm<sup>2</sup>.

El diámetro del tubo será de 25 mm, según tabla 9 de la ITC-BT-21.

### 2.2.2 Circuito de Alumbrado taller 1

Este circuito corresponde con alumbrado de la parte del taller donde está la maquinaria.

$$S_{ct} = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\sigma \cdot \frac{e(\%)}{100} \cdot U \cdot U} = \frac{2 \cdot (1.8 \cdot 2400) \cdot 15}{44 \cdot \frac{3 \cdot 230}{100} \cdot 230} = 1.85 \text{ mm}^2$$

$$I_c = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{4320}{230 \cdot 1} = 18.78 \text{ A}$$

Como en el caso anterior, con los datos obtenidos y con la tabla de la ITC-BT-19 para el mismo tipo de instalación, se obtendrá una sección de 2.5 mm<sup>2</sup> y una intensidad máxima admisible de 21 A, cumpliéndose  $I_c \leq I_n \leq I_{adm}$

$$18.78A \leq 20A \leq 21A$$

Para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección neutro será como mínimo igual a la de las fases, según ITC-BT19.

El conductor de protección se calculara según lo establecido en la tabla 2 de la ITC-BT-19, resultando de sección 2,5 mm<sup>2</sup>.

El tubo será elegido acorde a lo establecido en la tabla 5 en la ITC-BT-21 obteniendo un tubo de 20 mm de diámetro.

## 2.3. DESGLOSE DE CIRCUITOS

### 2.3.1 cuadro general de distribución (C.G.D.)

Nº de circuito	circuito	Longitud (m)	$\sigma$ (xlpe)	Tensión (V)	Cdt (%)	fdp	P (W)	$I_{cir}$	I.A (A)	Cdt (v)	Cdt (%)	Cdt Total(%)	Sección final	$i_{adm}$	Neutro (mm <sup>2</sup> )	Tierra (mm <sup>2</sup> )	Tubo (mm <sup>2</sup> )
<b>0</b>	<b>Derivación individual</b>	20	44.00	400	1.5	0.8	83790	153	160	1.39	0.35	0.7	70	170	70	35	125
<b>1</b>	<b>Alumbrado</b>	0.3	44.00	400	3	0.8	14216	25.7	25	0.09	0.02	0.69	4	34	4	4	
1.1	Alumbrado cuarto eléctrico	2	44.00	230	3	0.8	129.6	0.56	10	0.03	0.01	0.63	1.5	15	1.5	1.5	16
1.2	Alumbrado taller 1	15	44.00	230	3	0.8	4320	18.8	20	4.76	2.07	2.69	2.5	21	2.5	2.5	20
1.3	Alumbrado taller 2	15	44.00	230	3	0.8	2160	9.39	10	3.8	1.65	2.27	1.5	15	1.5	1.5	16
1.4	Alumbrado taller 3	15	44.00	230	3	0.8	2088	9.08	10	3.67	1.59	2.21	1.5	15	1.5	1.5	16
1.5	Alumbrado almacén	20	44.00	230	3	0.8	777.6	3.38	10	1.76	0.77	1.38	1.5	15	1.5	1.5	16
1.6	Alumbrado vestuario mujeres	10	44.00	230	3	0.8	612	2.66	10	0.69	0.3	0.92	1.5	15	1.5	1.5	16
1.7	Alumbrado vestuario hombres	10	44.00	230	3	0.8	705.6	3.07	10	0.8	0.35	0.96	1.5	15	1.5	1.5	16
1.8	Alumbrado comedor	8	44.00	230	3	0.8	388.8	1.69	10	0.44	0.19	0.81	1.5	15	1.5	1.5	16
1.9	Alumbrado oficina	5	44.00	230	3	0.8	777.6	3.38	10	0.44	0.19	0.81	1.5	15	1.5	1.5	16
1.10	Alumbrado exterior	15	44.00	230	3	0.8	2160	9.39	10	3.8	1.65	2.37	1.5	15	1.5	1.5	16
1.11	Alumbrado emergencia	15	44.00	230	3	0.8	900	3.91	10	2.55	1.11	1.73	1.5	15	1.5	1.5	16
<b>2</b>	<b>Bases 400 V</b>	0.3	44.00	400	5	0.8	30000	54.1	63	0.03	0.01	0.68	16	81	16	16	
2.1	Bases banco 1	15	44.00	400	5	0.8	15000	27.1	32	2.15	0.54	1.22	6	32	6	6	25
2.2	Bases banco 2	15	44.00	400	5	0.8	15000	27.1	32	2.15	0.54	1.22	6	32	6	6	25
<b>3</b>	<b>Base 400 V cuadro</b>	4	44.00	400	5	0.8	2500	13.6	16	0.10	0.02	0.63	2.5	21	2.5	2.5	
<b>4</b>	<b>Bases 230 V</b>	0.3	44.00	400	5	0.8	20500	36.9	40	0.06	0.01	0.69	6	44	6	6	
4.1	Bases banco 1	15	44.00	230	5	0.8	3450	18.7	20	3.8	1.65	2.35	2.5	21	2.5	2.5	20
4.2	Bases banco 2	15	44.00	230	5	0.8	3450	18.7	20	3.8	1.65	2.35	2.5	21	2.5	2.5	20
4.3	Bases taller	20	44.00	230	5	0.8	3450	18.7	20	5.06	2.2	2.9	2.5	21	2.5	2.5	20
4.4	Bases comedor	15	44.00	230	5	0.8	3450	18.7	20	3.8	1.65	2.35	2.5	21	2.5	2.5	20
4.5	Bases oficinas	5	44.00	230	5	0.8	3450	18.7	20	1.27	0.55	1.24	2.5	21	2.5	2.5	20
<b>5</b>	<b>Base 230 V cuadro</b>	4	44.00	230	5	0.8	2500	13.6	16	0.35	0.15	0.76	2.5	21	2.5	2.5	
<b>6</b>	<b>Reserva</b>	0.3	44.00	230	5	0.8	1500	8.15	10	0.21	0.09	0.79	2.5	21	2.5	2.5	
<b>7</b>	<b>Batería de condensadores</b>	4	44.00	400	5	0.8	83790	76.4	95	0.3	0.08	0.78	25	100		16	40
<b>8</b>	<b>Cuadro secundario</b>	20	44.00	400	1	0.8	15824	28.6	32	3.02	0.76	1.4	6	32	6	6	25

### 2.3.2 Cuadro secundario (C.S.)

Nº de circuito	circuito	Longitud (m)	$\sigma$ (xlpe)	Tensión (V)	Cdt (%)	fdp	P (W)	$I_{corto}$	I.A (A)	Cdt (v)	Cdt (%)	Cdt Total(%)	Sección final	$i_{adm}$	Neutro (mm <sup>2</sup> )	Tierra (mm <sup>2</sup> )	Tubo (mm <sup>2</sup> )
8.1	Sierra	10	44.00	400	4	0.8	1472	3.32	16	0.36	0.09	1.39	2.5	8.5	2.5	2.5	20
8.2	Taladro	10	44.00	400	4	0.8	1472	4.98	16	0.36	0.09	1.39	2.5	8.5	2.5	2.5	20
8.3	Torno	10	44.00	400	4	0.8	7360	16.6	20	1.17	0.29	1.59	4	24	4	4	25
8.4	Fresadora	10	44.00	400	4	0.8	2208	3.32	16	0.54	0.13	1.44	2.5	8.5	2.5	2.5	20
8.5	Esmeriladora	10	44.00	400	4	0.8	1472	3.32	16	0.36	0.09	1.39	2.5	8.5	2.5	2.5	20

## 2.4 CALCULO DE LAS PROTECCIONES

### 2.4.1 Protecciones contra sobretensiones

Siguiendo los criterios establecidos en la ITC-BT-22, todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobretensiones que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizara en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Se instalara un interruptor automático en cabecera del CGD, así como en los distintos cuadros auxiliares.

También se instalaran interruptores automáticos de protección contra sobretensiones de corriente o cortocircuito, también llamados PIAs, cuya función es aislar cada uno de los circuitos de la instalación donde aparecen defectos de sobreintensidad, sin que se vean afectados el resto de circuitos de la instalación.

El calibre de los interruptores automáticos magnetotermicos se pueden observar en los esquemas unifilares correspondientes a cada una de las líneas.

La guía técnica de aplicación del reglamento electrotécnico de Baja tensión, es su anexo 3, propone un método de simplificado para el cálculo de las corrientes de cortocircuito para el caso de que, como ocurre generalmente, se desconozca la impedancia del circuito de alimentación a la red. En este caso se admite que en caso de cortocircuito la tensión en el inicio de las instalaciones se puede considerar como 0.8 veces la tensión de suministro.

Para el cálculo se han empleado las siguientes formulas:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} \qquad I_{cc} = \frac{0.8 \cdot U}{R}$$

$I_{cc}$ : intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado

$U$ : tensión de alimentación fase – neutro (230V)

$R$ : resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación

$\rho$ : Resistividad del cobre a  $t^{\text{a}}$  ambiente

$S$ : Sección del conductor de fase

$L$ : Longitud del conductor

### 2.4.1.1 CGD

La línea al C.G.D. tiene una sección de 70 mm<sup>2</sup> por fase y una longitud de 20 m, y la línea de alimentación al C.S. Por tanto:

$$R_{(GRAL)} = \frac{\rho \cdot L_{(GRAL)}}{S} = \frac{0.018 \cdot 20 \cdot 4}{70} = 0.02057 \Omega$$

$$R_{(GRAL)} = 0.02057 \Omega$$

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot 400}{0.015} = 15556.66 A$$

A la vista del resultado obtenido, el poder de corte como mínimo del interruptor automático general instalado en el C.G es de 20 kA

### 2.4.1.2 C.S.

La línea al C.G.D. tiene una sección de 70 mm<sup>2</sup> por fase y una longitud de 20 m, y la línea de alimentación al C.S. 6 mm<sup>2</sup> y 20 m. Por tanto:

$$R_{(GRAL)} = \frac{\rho \cdot L_{(GRAL)}}{S} = \frac{0.018 \cdot 20 \cdot 4}{70} = 0.02057 \Omega$$

$$R_{(CAL)} = \frac{\rho \cdot L_{(CAL)}}{S_{(CAL)}} = \frac{0.018 \cdot 20 \cdot 4}{6} = 0.24 \Omega$$

$$R = R_{(GRAL)} + R_{(CAL)} = 0.26 \Omega$$

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot 400}{0.26} = 1230.77 \text{ A}$$

A la vista del resultado obtenido, el poder de corte mínimo del interruptor automático general instalado en el C.S es de 1.5 kA.

## 2.4.2 Protecciones contra contactos indirectos e indirectos

Se emplearan interruptores diferenciales para ello, unido a la protección de la instalación de tierras, según lo establecido en la ITC-BT-24.

El esquema de conexión será el tipo TT.

### 2.4.2.1 Interruptores diferenciales

Los interruptores diferenciales se utilizan como protección complementaria de contactos directos, y son interruptores de corriente diferencial-residual.

La utilización de interruptores diferenciales se tiene que hacer con una red de toma de corriente de todos los receptores de la instalación. De esta manera cuando se produce un defecto a tierra, este interruptor desconecta la instalación, actuando de forma inmediata, sin que dé tiempo a que la persona entre en contacto con el defecto.

La selección de los interruptores diferenciales desconecta solo el circuito donde se ha producido el defecto, manteniendo el resto de la instalación en servicio.

Deberá existir una escala de actuación entre los interruptores diferenciales y el resto de protecciones instaladas.

La intensidad nominal de los interruptores diferenciales, será igual o mayor al interruptor automático al que siga y su sensibilidad será de 30 mA y 300mA, según ITC-BT-24.

#### 2.4.2.2 Instalaciones de tierra

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de paso a tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24V. Conocido este valor y dado que el esquema de protección adoptada contra contactos indirectos es del tipo TT, según la instrucción ITC-BT-24, apartado 4.1.2 y que los interruptor diferenciales empleados tienen una sensibilidad mínima de 300 mA, nos impone una resistencia a tierra, de valor:

$$R_A \cdot I_a \leq U$$

Donde:

$R_A$ : suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

U: es la tensió de contacte límit convencional.

I<sub>a</sub>: Es la corrent diferencial-residual del ID (sensibilitat).

$$R_A \leq \frac{U}{I_a} \leq \frac{24}{0.30} \leq 80$$

La resistència de un electrodo depèn de seues dimensions, de seua forma y de resistivitat del terreny en el que se establece.

Según la tabla 5 de la ITC-BT-18, la resistència R en  $\Omega$ , de toma de tierra realizada con un conductor enterrado horizontalmente, que calcularse aproximadamente por medio de la siguiente fórmula:

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

Dónde:

$\rho$ = Resistivitat del terreny en ohmios metro

R =Resistivitat en  $\Omega$

L= Longitud de la zanja ocupada por el conductor, en metros.

- La longitud a considerar es el perímetro del edificio.

La tabla 3 de la ITC-BT-18 nos aporta unos valores orientativos de la resistivitat en función del terreny. Tras haberse realizado un estudio previo del terreny, según el cual éste está compuesto por una mezcla de arcillas compactas, se comprueba en dicha tabla que su resistivitat está comprendida entre 100 y 200  $\Omega$  m. No obstante una medición sobre el terreny para obtener una resistivitat más fiable, ha permitido obtener un valor más aproximado de 150  $\Omega$  m.

El perímetre del edifici es de 25 m, sin embargo, debido a que el conductor puede enterrarse en zig-zag, se tomara una longitud de 27.5 m luego la resistividad del anillo de tierra es:

$$R_{\text{tanillo}} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 150}{27.5} = 10.9 \Omega$$

Sin embargo, en la resistividad del terreno influyen muchos factores como la humedad, la temperatura, las variaciones estacionales, etc., observándose que en verano la resistividad es mayor en verano que en invierno. Por este motivo, y a pesar de que el valor de la resistencia obtenido anterior mente está dentro de lo permitido para garantizar la seguridad de las personas, se ha decidido instalar además, 5 picas de tierra, colocadas a una distancia de 15 m como se puede comprobar en el plano correspondiente. Dichas picas, una vez colocadas en hilera, tendrán una resistencia de paso a tierra de:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{n \cdot L}$$

Dónde:

n = número de picas

L = longitud de picas

La resistencia total de paso a tierra será:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{n \cdot L} = \frac{2 \cdot 150}{5 \cdot 27} = 2.22 \Omega$$

La resistencia total de paso a tierra será:

$$R = 1 / [(1/R_{\text{tanillo}}) + (1/R_{\text{tanillo}})]$$

$$R_t = \frac{1}{1/(1/R_{\text{tanillo}}) + (1/R_{\text{tanillo}})} = \frac{1}{(1/10.9) + (1/2.22)} = 1.844 \Omega$$

A esta red de puesta a tierra se conectarán las masas de todos los equipos eléctricos. La toma de tierra se realizará con cable desnudo trenzado de cobre electrolítico de 35 mm<sup>2</sup>, formando un anillo con las armaduras de los pilares, pilares metálicos, mallazo y piquetas. La conexión del cable de tierra a cada una de las partes metálicas de la cimentación y piquetas se realizará con bridas de conexión.

Pondremos en contacto el cuadro general con el punto de puesta a tierra, con un cable unipolar de cobre con aislamiento de XLPE y Tensión asignada de 0,6/1 kV, de sección de 35 mm<sup>2</sup>, a este cable lo llamaremos, línea principal de tierra.

## 2.5 CALCULO DEL EQUIPO DE COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA

Para el cálculo de la batería de condensadores se tendrán en cuenta los siguientes datos:

- Suministro: Trifásico
- Tensión compuesta: 400 V
- Potencia activa: 83790 W
- $\cos \phi$  Instalación: 0.8
- $\cos \phi$  a conseguir: 0.95
- Conexión condensadores: Triangulo

En primer lugar calcularemos los ángulos de fase  $\phi_1$  y  $\phi_2$ .

$$\phi_1 = \cos^{-1}(0.8) = 36.86^\circ$$

$$\phi_2 = \cos^{-1}(0.95) = 18.19^\circ$$

Obteniendo tangentes:

$$\tan (1) = \tan (32.435)$$

$$\tan (2) = \tan (18.19)$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$Q_c = P \cdot (\tan \phi_1 - \tan \phi_2) = 83790 \cdot (0.749 - 0.33) = 35.5 \text{ KVar}$$

La potencia reactiva a compensar será 35.5 KVar

Substituyendo en la fórmula:

$$C = \frac{Q_c \cdot 1000}{3 \cdot U^2 \cdot \omega} = 33.44 \mu F$$

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

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$C = 33.44 \mu F$$

Los resultados obtenidos son:

- Potencia Reactiva a compensar (kVAr): 35.3
- Gama de Regulación: (1:2:4:)
- Potencia de escalón (kVAr): 5.04
- Capacidad Condensadores ( $\mu F$ ): 33.44

La secuencia que debe realizar el regulador de reactiva para dar señal a las diferentes salidas es:

Gama de regulación; 1:2:4 (tres salidas).

1. Primera salida.



2. Segunda salida.
3. Primera y segunda salida.
4. Tercera salida.
5. Tercera y primera salida.
6. Tercera y segunda salida.
7. Tercera, primera y segunda salida.

Obteniéndose así los siete escalones de igual potencia.

Se recomienda utilizar escalones múltiplos de 5 kVAr.



## 3 PLANOS

3.1 PLANO DE SITUACIÓN

3.2 PLANO DE EMPLAZAMIENTO

3.3 PLANO ALZADO Y COTAS DE LA NAVE

3.4 PLANO DE DISTRIBUCION NAVE

3.5 PLANO DE CIRCUITO DE TOMAS DE CORRIENTE

3.6 PLANO DE CIRCUITO DE ALUMBRADO

3.7 PLANO DE CIRCUITO ALUMBRADO EMERGENCIA

3.8 PLANO RED DE TIERRAS

3.9 PLANO ESQUEMA UNIFILAR

## 4 PLIEGO DE CONDICIONES

### 4.1 AMBITO DE APLICACIÓN

El objeto de este pliego es establecer las condiciones y garantías que cumplirán los locales, materiales, equipos e instalaciones destinados al control, maniobra transformación y distribución de la energía eléctrica con tensiones nominales inferiores a 1000 V en corriente alterna.

### 4.2 CERTIFICADOS DE HOMOLOGACION DE EMPRESAS Y PERSONAL

Las empresas instaladoras deberán estar en posesión del “Documento de Calificación empresarial” (DCE) debidamente renovado, otorgado por la Delegación del Ministerio de Industria y Energía, Orden del 2 de Octubre de 1979 (BOE del 5 de Noviembre de 1979).

El personal responsable al cargo de la dirección de ejecución de las instalaciones deberá estar en posesión del título de grado superior, medio o en su defecto, del de instalador autorizado, con el alcance que a cada título le sea aplicable según normativa vigente ITC-MIBT-040.

La instalación cumplirá con todos los artículos e Instrucciones Técnicas Complementarias contenidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) que le sean aplicables.

### 4.3 CALIDAD DE LOS MATERIALES.

#### 4.3.1 Bandejas portacables eléctricos y sus soportes.

Las bandejas serán perforadas para facilitar la aireación de los conductores y podrán ser con o sin cubierta, siendo del primer tipo en las zonas polvorientas para evitar la acumulación de polvo sobre los conductores.

Será tales que las líneas proyectadas ocuparán aproximadamente el 70% de la capacidad de la bandeja y el ala de la bandeja será como mínimo de 30 milímetros. En cualquier caso se respetarán las especificaciones del proyecto salvo indicación contraria de la Dirección Facultativa.

El fabricante las mismas suministrará las piezas de unión, tornillería, soportes, cubiertas, bisagras, piezas curvas, piezas para derivaciones y demás accesorios, no admitiéndose manipulaciones del material para que desempeñe un fin distinto al original

Las bandejas serán de acero y contarán con uno de los siguientes tratamientos anticorrosión:

Zincado electrolítico blanco, entre 8 y 12 micras según UNE 37-552-73

Zincado electrolítico bicromatado entre 12 y 15 micras, según UNE 37-552-73

Galvanizado en continuo de 20 micras.

Galvanizado en caliente superior a 70 micras según UNE 37-508-88

#### 4.3.2 Canales para instalaciones.

Los canales utilizados serán cerrados con tapa lisa, permitirán un 40% de ampliaciones.

El fabricante los canales suministrará los codos, derivaciones, curvas, cubrejuntas, etc, no admitiéndose manipulaciones del material para que desempeñe un fin distinto al original.

Los canales serán de PVC y cumplirán las siguientes especificaciones:

- .- Reacción ante el fuego clave M1 según UNE 23727 y no provocador de incendios según UNE 20432
- .- Rigidez dieléctrica superior a 200 kV/cm<sup>2</sup>
- .- Coeficiente de dilatación inferior a 0´1 mm/°C·m

### 4.3.3 Tubos de protección.

Los tubos de canalización utilizados serán aislantes, del tipo flexible o rígido según su destino.

Bajo un mismo tubo solo habrá conductores de un mismo circuito, salvo que todos estén aislados para la misma tensión máxima de servicio, todos los circuitos partan de un mismo cuadro de mando y protección o cada circuito está protegido individualmente frente a sobrecorrientes.

El diámetro de los tubos se define en las tablas I, II, III, IV y V de la instrucción MIE BT 019 del reglamento electrotécnico de baja tensión. Dicho tubo deberá tener una sección interior superior al triple de la sección de los conductores si hay 5 o mas conductores.

Los tubos se fijarán a las paredes, pilares o techos mediante bridas, protegidas frente a la corrosión y sólidamente sujetas, separadas un máximo de 0'8 m. para tubo rígido y de 0'6 m. para tubo flexible. Además se dispondrán abrazaderas en la proximidad de cajas o aparatos así como antes y después de los cambios de dirección.

Deberán soportar sin deformación 60°C los tubos de PVC y 70°C los metálicos con forro de papel impregnado.

Las superficies interna y externa de los conductos estarán exentas de rebabas, asperezas y defectos semejantes.

Los conductos, cuando se curven o se aplasten o se sometan a choques o a temperaturas extremas, no deberán deteriorarse de forma que se dificulte la introducción de los cables por tracción.

Se prohíbe el uso de cualquier elemento plástico o de cualquier otro material que pueda ser propagador de incendio, exigiéndose certificados y pruebas en este aspecto.

Las especificaciones de los tubos de PVC serán las siguientes:

Reacción ante el fuego clave M1 según UNE 23727 y no provocador de incendios según UNE 20432 Resistente a ambientes húmedos salinos o químicamente agresivos, no precisando mantenimiento de pared gruesa, resistente al impacto y al punzonamiento.

Las características de los tubos según UNE-20-333-87 se indican en las siguientes tablas, no admitiéndose ningún conducto no normalizado.

Tubo rígido de PVC

Diámetro exterior (mm)	Tolerancia (mm)	Diámetro interior (mm)
15,2	±0,2	12,0
18,6	±0,2	15,5
20,4	±0,2	17,3
22,5	±0,2	19,3
28,3	±0,2	24,6
37,0	±0,3	32,6
47,0	±0,3	41,6
59,3	±0,3	53,7

Tubo flexible de PVC

Diámetro exterior (mm)	Tolerancia (mm)	Diámetro interior (mm)
13,0	+0 ; -0,4	10,0
15,5	+0 ; -0,4	12,0
19,0	+0 ; -0,4	15,0
21,0	+0 ; -0,4	17,0
22,3	+0 ; -0,5	18,3
29,0	+0 ; -0,5	23,8
37,3	+0 ; -0,8	31,3
47,7	+0 ; -0,8	40,2
61,0	+0 ; -1,0	54,0

#### 4.3.4. Conductores eléctricos.

Los conductores eléctricos de baja tensión serán de cobre electrolítico puro con aislamiento de doble capa de PVC o polietileno reticulado, de acuerdo con las indicaciones del proyecto. La tensión nominal de aislamiento será de 1000 V para las acometidas y líneas repartidoras y de 750 V para el resto de la instalación.

La conexión entre conductores se hará cuidadosamente mediante piezas metálicas resistentes a la corrosión que garanticen un contacto eléctrico eficaz, pudiéndose utilizar bornas de conexión o regletas, nunca con un simple retorcimiento o arrollamiento entre ambos conductores.

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los activos. Discurrirán por las mismas canalizaciones que los conductores activos.

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento

AZUL	Conductor neutro
AMARILLO – VERDE	Conductor tierra y protección
MARRON, NEGRO Y GRIS	Fases (R, S, T)

#### 4.3.5 Cajas de empalme y derivación.

Estarán construidas para soportar instalaciones eléctricas de una tensión mínima de 380 V.

Serán de material aislante (PVC) y tendrán un grado de protección IP55 según UNE 2034. Las dimensiones de las mismas serán las necesarias para alojar todos los conductores que deban contener. Su profundidad será, al menos, 1'5 veces el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm.

La fijación de las mismas se realizará mediante tornillos o cables de acero.

Presentarán una adecuada resistencia dieléctrica y no se ablandarán ni se quemarán con el calor.

#### 4.3.6 Aparatos de mando y maniobra.

La función de los contactores es evitar la formación del arco permanente al cortar la corriente máxima del circuito, pudiendo realizar un número de maniobras del orden de 10.000 en las condiciones de trabajo.

Serán del tipo cerrado y las piezas de contacto serán tales que su temperatura no exceda los 65°C. Llevarán marcada su intensidad y tensión nominales.

#### 4.3.7 Aparatos de protección.

- Interruptores diferenciales:

Los interruptores diferenciales protegerán contra contactos indirectos, siendo su propósito el de proteger la vida de las personas al evitar las corrientes de derivación a través de estas a tierras. La sensibilidad de los mismos será la indicada en la memoria y presupuesto salvo indicación contraria por parte de la Dirección Facultativa.

- Interruptores automáticos:

Los interruptores automáticos serán del tipo magnetotérmico y podrán cortar la máxima corriente del circuito. Sus características figuran en la memoria y presupuesto del proyecto. Contarán con accionamiento manual y llevarán marcadas su tensión y corriente nominales.

- Cortacircuitos fusibles:

Los fusibles cortaràn la corriente cuando no funcionen los anteriores elementos. Como se describe en la memoria van calibrados con aquellos. Van dispuestos sobre material aislante e incombustible. Seràn recambiables bajo tensi3n sin peligro alguno y llevaràn mercada la intensidad y tensi3n nominales de trabajo.

Las características de los mismos se ceñiràn a lo indicado en la memoria y presupuesto del proyecto, pudiéndose sustituir por otros de diferente denominaci3n siempre que las nuevas características sean aceptadas por parte de la Direcci3n Facultativa.

#### 4.3.8 Cuadros eléctricos.

Se construiràn de acuerdo con la norma UNE 20098, para instalaci3n interior, a prueba de polvo, con grado de protecci3n especificado en la memoria y/o presupuesto, de acuerdo con UNE UNE-20324.

Todos los circuitos principales (entradas y salidas) estaràn protegidos e independizados por separadores metálicos o aislantes no propagadores de llama.

Estaràn completamente montados, cableados y probados siendo su altura máxima de 2.100 milímetros.

Todos los cuadros contaràn con identificaci3n realizada en PVC rígido en negro con fondo blanco que se situará mediante adhesivo en el centro de la parte frontal del mismo. De idéntica forma se señalaràn las unidades de entrada y salida, relés, pulsadores, lámparas,etc.

Las normativas técnicas aplicables y exigibles para el equipo eléctrico instalado en los cuadros son UNE 20103 para interruptores automáticos de BT y UNE 20109 para la aparamenta de maniobra en BT.

#### 4.3.9 Interruptores, conmutadores y contactores eléctricos.

Todos los interruptores, conmutadores y contactores estarán contruidos para soportar una tensión mínima de 380 V en corriente alterna. Todos los aparatos llevarán inscrito en una de sus partes de manera legible la marca de la fábrica así como su tensión y corriente nominal.

Los aparatos de tipo cerrado llevarán una indicación clara de su posición de abierto y cerrado.

Los orificios para la entrada de los conductores deberán tener la suficiente amplitud para introducir el conductor con su envolvente de protección.

Las características nominales de los aparatos serán las indicadas en el proyecto o en su defecto las indicadas por la Dirección Facultativa.

#### 4.3.10 Equipos de alumbrado.

Los equipos de alumbrado y sus especificaciones se indican en los documentos del proyecto. Los aparatos se suministrarán completos: armaduras, suspensión, lámparas y demás accesorios y un conductor de enlace.

Los portalámparas no presentarán ningún defecto, sus partes estarán bien fijadas y el aparato estará garantizado para el uso de las lámparas, sin sobretemperaturas perjudiciales para la luminaria.

El equipo será fácilmente desmontable para su limpieza y sustitución, las luminarias de tipo cerrado deberán llevar un cerrojo que no permita el depósito interior de partículas de polvo.

Las lámparas, luminarias y aparellaje necesario serán de una casa acreditada y la dirección se reserva el derecho de realizar ensayos de rendimiento y calidad de los mismos.

#### 4.3.11 Tomas de corriente y mecanismos.

Su diseño, construcción y ensayo cumplirán las normas

UNE 20352: Tomas de corriente para usos industriales.

UNE 20-3224: Grado de protección de la envolvente.

Las clavijas y las cajas de enchufe estarán construidas para una tensión mínima de 380 V. todas las partes de la caja y de la clavija accesibles al contacto normal serán de material aislante y dispondrán de toma de tierra.

#### 4.3.12 Batería de condensadores.

La batería de condensadores instalada cumplirá la norma CEI 831. La capacidad de los condensadores estará comprendida ente el 95% y el 110% de la capacidad nominal. La batería de condensadores incluirá una resistencia de descarga integrada en el condensador.

El factor de pérdidas corresponderá a un consumo máximo de 0,4 W por KVAR como valor medio, incluyendo resistencias de descarga.

El equipo instalado contará con un sistema que gestione la conexión automática de los escalones en función del consumo en cada momento.

#### 4.3.13 Ensayos sobre los materiales y equipos.

El contratista está obligado a presentar con la debida antelación en el inicio de la unidad de obra, información técnica y certificados de ensayos de las características de todos los materiales, equipos y aparatos para que la dirección Facultativa acepte el tipo más conveniente. En caso de no presentar estos certificados, serán realizados a cargo del contratista.

Una vez hecha la elección, se comprobarán las características aparentes de los mismos, siempre que lleguen a obra con el correspondiente certificado.

## 4.4 NORMAS PARA LA EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.

### 4.4.1 Canalizaciones.

La ejecución de las canalizaciones tanto las que van bajo tubo como las que van sobre bandeja seguirán las direcciones paralelas y perpendiculares que delimitan el local. Se procurará la facilidad tanto para la introducción como para el retirado de los conductores una vez realizada la instalación de conductores y accesorios.

Cada conductor podrá seccionarse de modo que se garantice la separación de cada circuito del resto de la instalación.

En el tendido de los cables se tendrá especial cuidado en evitar la torsión, doblado, tracción excesiva, presión y curvaturas muy pronunciadas.

El radio mínimo de curvatura será 12 veces el diámetro.

No se admitirán entroncamientos ni derivaciones intermedias motivadas por errores en la medición u otras causas, para ello se utilizarán siempre alojamientos y materiales adecuados al tipo de cable y previamente determinados por la dirección facultativa (cajas de entroncamientos, arquetas, celdas de distribución, etc.)

El recorrido de tubos y bandejas se indicará previamente sobre los muros y se someterá a la aprobación de la Dirección Facultativa antes de proceder a la sujeción definitiva. Se hará un replanteo racional y coordinado con otras instalaciones de modo que no se produzcan interferencias y se evite en lo posible las obras auxiliares de albañilería.

Los finales de todos los cables contarán con terminales del tipo de presión.

En conductos verticales de largo recorrido, los cables se sujetarán mediante abrazaderas de material aislante, cuya misión será evitar que todo el peso del cable gravite en el pie de la vertical.

Independientemente del código de colores de los conductores se marcarán con etiquetas imperdibles de modo que quede perfectamente señalado a que circuito pertenece el cable.

Al atravesar muros o paredes se colocará tubo protector además del propio de la instalación.

Todos los empalmes y derivaciones se realizarán en las correspondientes cajas. Todas las regletas de bornes irán selladas en el fondo de la caja sin perforarla, no admitiéndose empalmes por dobladura y posterior encintado.

Las entradas y salidas de cables a cajas de derivación o de otro tipo se harán mediante prensaestopas de alojamiento cónico, no admitiéndose los de alojamiento plano.

#### 4.4.2 Volúmenes de prohibición.

En cuartos de baño y aseos se considerarán los siguientes volúmenes de prohibición y protección:

**Prohibición:** Volumen determinado por los planos verticales y tangentes a bordes de ducha o aseo y los planos horizontales del suelo y a 2'25 m. del fondo del aseo o ducha

**Protección:** Idéntico al anterior pero los planos verticales situados 1 metro mas del de prohibición.

En el volumen de prohibición no habrá interruptores, tomas de corriente ni aparatos de iluminación. En el de protección no habrá interruptores ni tomas de corriente a no ser que sean de seguridad.

#### 4.4.3 Resistencia de aislamiento.

La resistencia de aislamiento de la instalación será por lo menos de  $1000 \times U$  ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio en voltios, con un valor mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores mediante la aplicación de una tensión continua entre 500 y 1000 V en vacío y como mínimo 250 V con una carga de 100.000 ohmios.

#### 4.4.4 Puesta a tierra.

Se dispondrá de una puesta a tierra accesible y señalizada que conectará las masas y dispositivos de corte por corriente y tensión de defecto.

El conductor de neutro estará eficazmente unido a tierra y se comprobará la puesta a tierra para que garantice las especificaciones de proyecto.

Las líneas de enlace con el suelo serán de cobre u otro material con elevado punto de fusión y su sección no será nunca inferior a  $16 \text{ mm}^2$  para las líneas principales del suelo ni a  $35 \text{ mm}^2$  para las líneas de enlace con tierra. El flagelo que forma la puesta a tierra será de cobre con una sección mínima de  $50 \text{ mm}^2$

Las picas de puesta a tierra serán de acero recubiertas de cobre salvo especificación contraria en otros documentos del proyecto, siendo el diámetro mínimo de 15 mm y la longitud mínima de 1'5 metros.

Para la conexión de los dispositivos de los circuitos de puesta a tierra se dispondrá de bornes y elementos de conexión que garanticen y den seguridad

de una unió perfecta, incluso antes los esfuerzos originados por un cortocircuito.

No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Entre tomas de tierra independientes se mantendrá un aislamiento adecuado para evitar la aparición de tensiones en caso de falta.

El recorrido de los conductores será el mas corto posible, sin cambios bruscos de dirección, tendrán protección contra la corrosión.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua, prohibiéndose la utilización de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc. Se dispondrá que las conexiones se efectúen con mucho cuidado, mediante piezas de conexión adecuadas, asegurando la superficie de contacto (tornillos, roblones o soldaduras de alto punto de fusión).

#### 4.5 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

Previamente a la recepción de las instalaciones se realizarán las siguientes mediciones, obteniéndose de ellas un resultado satisfactorio :

- .-Medición del aislamiento de la instalación
- .-Medición de la toma de tierra
- .-Comprobación visual de la instalación
- .-Comprobación del disparo de los diferenciales
- .-Comprobación de disparo de los interruptores automáticos.

#### 4.6 MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, aislamiento de la instalación así como las variaciones en la instalación.

Para la limpieza de lámparas, cambio de bombillas y cualquier otra manipulación se desconectará el interruptor automático correspondiente a dicho circuito.

Cada dos años y en la época en que el terreno esté mas seco se medirá la resistencia de tierra y se comprobará que no excede el valor fijado. Se comprobará el estado de las picas de tierra y la continuidad de la puesta a tierra.

Cada dos años se comprobará también el estado de las conexiones frente a la corrosión así como la continuidad de las líneas.

#### 4.7 DOCUMENTACION.

El titular de la instalación debe poseer a la recepción de la misma los siguientes documentos:

Copia de la certificación de dirección y terminación de obras con las variaciones que se hubieran producido durante la ejecución.

Proyecto técnico de la instalación, copia del presentado ante la administración.

Copia del boletín de enganche a la red, correctamente tramitado por la administración.

El instalador proporcionará una persona con capacidad técnica y experiencia suficiente que sea aceptada por la dirección facultativa la cual desempeñará el cargo de director de los trabajos a todos los efectos.

La Dirección Facultativa dará las instrucciones a dicho director de los trabajos, el cual puede ser sustituido a petición de la dirección facultativa. Es obligación de la misma impartir las disposiciones técnicas necesarias para la correcta

ejecución de las instalaciones incluso de las variaciones imprevistas en el proyecto.

Durante la instalación se llevará un libro de órdenes en el que se anotarán las variaciones sufridas por la instalación con respecto a la proyectada.

#### 4.8 MEDICION Y ABONO.

Las mediciones se realizarán según los planos de planta apoyados por los alzados y detalles a escala que sean necesarios.

Las instalaciones se abonarán de acuerdo con los precios unitarios indicados en el cuadro de precios del Presupuesto del presente proyecto:

- Conductos de bandeja.

Se abonará por metro lineal de unidad tipo de bandeja colocado, incluyendo accesorios, soportes galvanizados, elementos de fijación, placas de identificación y trenzas flexibles de puesta a tierra..

- Conductos de tubo

Se abonará por metro lineal de unidad tipo de tubo incluyendo accesorios, soportes, manguitos, boquillas y elementos de fijación.

- Aparenta eléctrica

Se abonará por unidad tipo suministrada, montada, conexionada y probada.

- Cuadros eléctricos de baja tensión.

Se abonarán por unidad tipo de cuadro colocada, incluyendo bancada metálica, fijación y nivelación.

- Circuitos de fuerza y alumbrado.

Se abonará por metro lineal de unidad tipo de cable totalmente tendido y conectado en sus extremos, incluyendo fijación e identificación.

## 5 ANEXO: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 5.1. DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos a los que se refiere este estudio son los inherentes a la obra civil, construcción e instalación de aparatos y conducciones así como sus elementos auxiliares y, en particular, los asociados a la ejecución del presente proyecto de acuerdo con la Memoria, Planos etc. que se reflejan en este.

### 5.2. RIESGOS ESPECÍFICOS

La presente identificación de riesgos debe ser analizada y complementada por el contratista instalador en su Plan de Seguridad en función de su propio sistema de ejecución de obra y de las circunstancias particulares de su operativo.

#### 5.2.1. respecto al lugar de trabajo.

Los riesgos derivados del lugar de trabajo son, principalmente:

- Atropellos y golpes por vehículos propios y ajenos a la obra.
- Condiciones de evacuación.
- Exposición a condiciones climatológicas.
- Proximidad con servicios (agua, gas, electricidad)
- Accidentes causados por seres vivos.
- Caídas en frentes de excavación y accesos.

#### 5.2.2. respecto a la obra civil:

Los riesgos derivados de este tipo de trabajo provienen de:

Maquinaria y vehículos para la realización de trabajos de demolición, excavación, relleno y reposición de la zanja.

- Golpes por objetos y herramientas.

- Riesgos de derrumbamiento o desprendimiento de tierras.
- Utilización de equipos de aire comprimido.
- Exposición al ruido.
- Proyección de partículas.
- Aspiración de polvo.
- Pisadas sobre objetos punzantes o cortantes.
- Contactos eléctricos (cables ocultos o subterráneos).

### 5.2.3. Respecto a la obra mecánica:

Los riesgos derivados de este tipo de trabajo provienen de:

- Maquinaria y útiles específicos del trabajo.
- Movimiento de materiales.
- Atropellos, vuelco, atrapamientos, etc. por maquinaria de obra, equipos y útiles de carga y descarga.
- Caída de objetos en manipulación y materiales.
- Golpes y atrapamientos con herramientas.
- Proyecciones (purgas, amolados, presión, etc.).
- Radiaciones en procesos de soldadura eléctrica y radiografiados.
- Proyección de material fundido y quemaduras en procesos de soldadura.
- Utilización de productos nocivos, tóxicos o agresivos.
- Utilización de botellas a presión (gases comprimidos, licuados o disueltos a presión).
- Trabajos con posibilidad de presencia de gas.
- Contactos eléctricos.

### 5.3. MEDIDAS Y NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES

Las presentes medidas y normas de seguridad deben ser analizadas, desarrolladas y complementadas por el contratista en su Plan de Seguridad en

función de su propio sistema de ejecución de obra y de las circunstancias particulares de su operativo.

### 5.3.1. Medidas de seguridad colectivas:

#### 5.3.1.1. Respecto al lugar de trabajo:

- Acondicionamiento de los pasos para peatones.
- Vallado, balizamiento y señalización adecuada de la obra.
- Instalación de escaleras adecuadas de acceso en excavaciones de más de 1,2 metros de profundidad.
- Dotación de botiquines oportunos según el número de trabajadores.
- Previsión de drenajes adecuados y de medidas que eviten perjuicios por avenidas de aguas pluviales.
- Observancia de distancias de seguridad con otros servicios.
- Conocimiento previo sobre la interferencia con otras instalaciones.
- Previo y durante la permanencia en recintos confinados, verificación de las condiciones de seguridad.

#### 5.3.1.2. Respecto a la obra civil:

- Ejecución de estibamientos o de taludes adecuados de acuerdo con la legislación.
- El almacenamiento de tierras, materiales y escombros estará apartado del borde de la zanja.
- La maquinaria de excavación debe ir provista de estructuras de protección contra vuelcos y caídas de objetos, sistema de freno de seguridad y señalizaciones ópticas y acústicas adecuadas.
- Utilización correcta de los equipos, útiles y herramientas asegurando su correcto estado de mantenimiento.
- Aislamiento de los martillos neumáticos.
- Respetar las distancias de seguridad entre las partes móviles de los equipos y las conducciones eléctricas u otros servicios, tanto aéreos como subterráneos.

- Respetar distancias de seguridad entre las partes móviles de las máquinas y el personal de obra así como entre operarios al realizar trabajos de obra civil y demolición tanto mecánicos como manuales.

#### 5.3.1.3. Respecto a la obra mecánica:

Utilización de los equipos, útiles, herramientas y accesorios según las especificaciones de los fabricantes, manteniendo actualizadas las revisiones y las calibraciones pertinentes, así como su correcto estado de mantenimiento.

- La manutención y acopio de materiales se realizará en condiciones de seguridad adecuadas.
- Utilización de los productos (disolventes, masillas, cintas de revestimiento, etc.) según instrucciones de seguridad del fabricante.
- Cuando se realicen trabajos de radiografiado, se tomarán las precauciones necesarias para evitar las exposiciones.
- Se evitará la de ambulación por encima de otros servicios o su utilización como apoyo.

#### 5.3.1.4. Trabajos con posible presencia de gases:

En trabajos con posible presencia de gases siempre permanecerá una persona en la proximidad.

Se ha de disponer de equipos homologados para la medición de concentración de gas y de concentración de oxígeno.

- Se ha de disponer a pie de obra de extintores en condiciones de uso sin desprecintar.
- No se ha de encender fuego, fumar, generar chispas, ni utilizar equipos o máquinas que no sean aptos para su uso en atmósfera inflamable en las proximidades de los puntos de posibles fugas de gas. En caso de ser preciso, se debe comprobar previamente la no presencia de atmósfera inflamable y asegurar los medios para que ésta no se produzca.

- Se han de tomar precauciones para la eliminación de la electricidad estática y de los riesgos de generación de chispas con las herramientas y para el mantenimiento de continuidad eléctrica en las tuberías metálicas.

### 5.3.2. Medidas de seguridad individuales:

Para impedir las posibles consecuencias de aquellos riesgos que no pueden ser totalmente evitados con las medidas de seguridad colectivas descritas en apartados anteriores, se utilizarán protecciones personales. Se ha de utilizar:

- Protección de la cabeza ante el riesgo de lesiones en la misma.
- Gafas de seguridad ante el riesgo de proyección de partículas.
- Guantes en trabajos con posibilidad de agresiones o golpes en las manos.
- Guantes dieléctricos ante posibilidad de contactos directos.
- Botas o zapatos de seguridad ante el riesgo de caídas de objetos sobre los pies.
- Protección acústica en trabajos con niveles de ruido no admisibles.
- Ropa ignífuga ante el riesgo o presencia de gases o productos inflamables.
- Protección respiratoria ante el riesgo de deficiencia de oxígeno o de respirar aire enrarecido o con sustancias nocivas.
- Dispositivos anticaídas en alturas superiores a 2 metros.

Protecciones especiales y adecuados para trabajos de soldadura eléctrica, autógena y oxicorte, en trabajos de chorreado, etc.

### 5.3.3. Normativa legal y reglamentación aplicable:

La empresa contratada para la ejecución de los trabajos, ha de observar las normas de seguridad reglamentarias de aplicación.

Los reglamentos electrotécnico de baja tensión, general del servicio público de gases combustibles, de aparatos a presión, de aparatos de elevación y manutención y de seguridad en las máquinas y las que se indican específicamente en el presente proyecto en su apartado Memoria.

### 5.4. FORMACIÓN.

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

### 5.5. BOTIQUINES

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo que contenga como mínimo : desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

### 5.6. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS.

Se deberá informar a los operarios de la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra, y en sitio bien visible, una lista con todos los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc.,

a fin de garantir un ràpid transport de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

### **5.7. RECONOCIMIENTO MÉDICO.**

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo.

### **5.8. PREVISIONES DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.**

Se señalará, de acuerdo con la normativa vigente, el enlace con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

### **5.9. RIESGOS PROPIOS DE LA ACTIVIDAD.**

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgos de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas o que detengan las maniobras peligrosas antes del acceso a dichas zonas.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

### **5.10. ESPACIO DE TRABAJO.**

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

- 3 metros de altura desde el piso hasta el techo .No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros.

- 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.

### 5.11. ORDEN Y LIMPIEZA.

- Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en caso de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos de forma que sea posible utilizarlas sin dificultades en todo momento.
- Los lugares de trabajo, incluidos los locales de servicio, y sus respectivos equipos e instalaciones, se limpiarán periódicamente y siempre que sea necesario para mantenerlos en todo momento en condiciones higiénicas adecuadas. A tal fin, las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento.
- Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

### 5.17 NORMATIVA APLICABLE

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Orden de 9 de marzo de 1971, BOE 16 y 17 . Corrección de errores BOE 06.04.71.
- Observaciones: El artículo 39.1 ha sido derogado por el decreto 1316/1989, de 27.10.89 (BOE 02.11.89). Se han derogado los Capítulos I y III por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995. BOE 10.11.95.
- Ley 31/1995 de prevención de riesgos laborales.

- RD 485/1997 de señalización de seguridad.
- RD 486/1997 de condiciones en lugares de trabajo.
- RD 487/1997 sobre manipulación manual de cargas.
- RD 773/1997 de utilización de Equipos de Protección Individual.
- RD 1215/1997 de utilización de equipos de trabajo.
- RD 1627/1997 de disposiciones mínimas de seguridad en obras de construcción.
- RD 1316/1989 sobre protección ante la exposición al ruido en el lugar de trabajo.

## 6 PRESUPUESTO

Código	Denominación	Unidad	Cantidad	P.V.P.	Tiempo	Precio tiempo	Importe
<b>1. 1.</b>	<b>MEDICIÓN DE CABLES</b>						<b>2.689,160000</b>
PIRES05Z1X1.5A	Cable afumex 750v 1x1.5mm <sup>2</sup> azul	METRO	145,000	0,3500	0,020	28,0000	131,950000
PIRES05Z1X1.5N	Cable afumex 750v 1x1.5mm negro	METRO	145,000	0,3500	0,020	28,0000	131,950000
PIRES05Z1X1.5T	Cable afumex 750v 1x1.5mm tierra	METRO	145,000	0,3500	0,020	28,0000	131,950000
PIRES05Z1X2.5N	Cable afumex 750v 1x2.5mm negro	METRO	75,000	0,5800	0,020	28,0000	85,500000
PIRES05Z1X2.5A	Cable afumex 750v 1x2.5mm <sup>2</sup> azul	METRO	75,000	0,5800	0,020	28,0000	85,500000
PIRES05Z1X2.5A	Cable afumex 750v 1x2.5mm <sup>2</sup> azul	METRO	54,000	0,5800	0,020	28,0000	61,560000
PIRES05Z1X2.5M	Cable afumex 750v 1x2.5mm marrón	METRO	54,000	0,5800	0,020	28,0000	61,560000
PIRES05Z1X2.5N	Cable afumex 750v 1x2.5mm negro	METRO	54,000	0,5800	0,020	28,0000	61,560000
PIRES05Z1X2.5G	Cable afumex 750v 1x2.5mm gris	METRO	54,000	0,5800	0,020	28,0000	61,560000
PIRES05Z1X2.5T	Cable afumex 750v 1x2.5mm tierra	METRO	54,000	0,5800	0,020	28,0000	61,560000
PIRES05Z1X6A	Cable afumex 750v es071k 1x6mm <sup>2</sup> azul	METRO	52,000	1,1400	0,043	28,0000	121,890000
PIRES05Z1X6M	Cable afumex 750v es07z1k 1x6mm marrón	METRO	52,000	1,1400	0,030	28,0000	102,960000
PIRES05Z1X6A	Cable afumex 750v es071k 1x6mm <sup>2</sup> azul	METRO	52,000	1,1400	0,043	28,0000	121,890000
PIRES05Z1X6G	Cable afumex 750v es07z1k 1x6mm gris	METRO	52,000	1,1400	0,030	28,0000	102,960000
PIRES05Z1X6N	Cable afumex 750v es07z1k 1x6mm negro	METRO	52,000	1,1400	0,030	28,0000	102,960000
PIRES05Z1X6T	Cable afumex 750v 1x6mm tierra	METRO	52,000	1,1400	0,030	28,0000	102,960000
PIRES05Z1X16A	Cable afumex 750v es07vk 1x16mm azul	METRO	3,000	2,9700	0,040	28,0000	12,270000
PIRES05Z1X16N	Cable afumex 750v es07z1k 1x16 negro	METRO	3,000	2,9700	0,040	28,0000	12,270000
PIRES05Z1X16G	Cable afumex 750v es07vk 1x16mm gris	BLIST	3,000	2,9700	0,040	28,0000	12,270000
PIRES05Z1X16M	Cable afumex 750v es07vk 1x16mm marron	BLIST	3,000	2,9700	0,040	28,0000	12,270000
PIRES05Z1X25A	Cable afumex 750v es07vk 1x25mm <sup>2</sup> az	METRO	8,000	3,4500	0,005	28,0000	28,720000
PIRES05Z1X25T	Cable afumex 750v 1x25mm <sup>2</sup> tierra	METRO	2,000	9,2800	0,100	28,0000	24,160000
PIRRZ1K1X70	Cable afumex 1000v 0.6/1kv rz1k1x70mm	METRO	84,000	8,1900	0,100	28,0000	923,160000
PIRRZ1K1X35	Cable afumex 1000v 0.6/1kv rz	METRO	21,000	5,2500	0,040	28,0000	133,770000

1k1x35mm <sup>2</sup>							
<b>1. 2.</b>	<b>MEDICIÓN DE TUBOS</b>						<b>2.480,010000</b>
AISBBGE16	Tubo aiscan b blindado gris ench.¿16mm	METRO	127,000	1,1300	0,200	28,0000	854,710000
AISBBGE20	Tubo aiscan b blindado gris ench.¿20mm	METRO	141,000	1,5200	0,200	28,0000	1.003,920000
AISBBGE25	Tubo aiscan b blindado gris ench.¿25mm	METRO	55,000	2,0500	0,200	28,0000	420,750000
AISBBGE40	Tubo aiscan b blindado gris ench.¿40mm	METRO	4,000	4,3000	0,323	28,0000	53,380000
AISDRL125	Tubo enterrado curvab.doble-pared 125	BLIST	25,000	5,3300	0,020	28,0000	147,250000
<b>1. 3.</b>	<b>PROTECCIONES</b>						<b>7.007,820000</b>
<b>1. 3. 1.</b>	<b>MAGNETOTERMICOS</b>						<b>3.386,620000</b>
SCHA9K17610	Magnetotermico k60n i+n 10a curva c	UNIDA	11,000	22,5300	0,185	28,0000	304,810000
SCHA9K17616	Magnetotermico k60n i+n 16a curva c	UNIDA	1,000	22,9300	0,185	28,0000	28,110000
SCHA9K17620	Magnetotermico k60n i+n 20a curva c	UNIDA	6,000	24,4800	0,000	28,0000	146,880000
SCHA9F79416	Magnetotermico c60n pia iv 16a curva c	UNIDA	5,000	143,6200	0,390	28,0000	772,700000
SCHA9F79420	Magnetotermico c60n pia iv 20a curva c	UNIDA	1,000	147,6900	0,398	28,0000	158,830000
SCHA9F79432	Magnetotermico c60n pia iv 32a curva c	UNIDA	6,000	159,7200	0,398	28,0000	1.025,180000
SCHA9F79463	Magnetotermico ic60n iv 63a curva c	BLIST	1,000	417,2400	0,398	28,0000	428,380000
SCHA9N18376	Magnetotermico c120n 4p 125a c ci miniat	BLIST	1,000	516,1300	0,200	28,0000	521,730000
<b>1. 3. 2.</b>	<b>DIFERENCIALES</b>						<b>3.621,200000</b>
SCHA9R60225	Diferencial ii 25a 30ma 220v	UNIDA	2,000	74,1900	0,230	28,0000	161,260000
SCHA9R81425	Diferencial iv 25a 30ma 380v	UNIDA	6,000	340,1900	0,398	28,0000	2.108,000000
SCHA9R81440	Diferencial iv 40a 30ma ac	UNIDA	2,000	341,0600	0,000	28,0000	682,120000
SCHA9R75440	Diferencial 4p 40a 300mA	UNIDA	1,000	258,7500	0,200	28,0000	264,350000

SCHA9R84463	Diferencial iv 63a 300ma 380v	UNIDA	1,000	394,3300	0,398	28,0000	405,470000
<b>1. 4. CPM</b>							<b>1.216,180000</b>
GAV67020160	Fusible nh 0 GI C/indicador 160a	UNIDA	3,000	11,2600	0,033	28,0000	36,550000
LEG025341	Magnetotèrmico dpx 250 iv 36ka 160a	UNIDA	1,000	1.175,4300	0,150	28,0000	1.179,630000
<b>1. 5. ILUMINACION</b>							<b>9.526,500000</b>
THRPE2X36	Pantalla estanca 2x36 cableada para tubo	UNIDA	24,000	25,1200	0,200	28,0000	737,280000
THRT8GP120BF	Tubo led 120cm 18w vidrio polica bf 6500	UNIDA	48,000	9,7400	0,000	28,0000	467,520000
THRPE2X58	Pantalla estanca 2x58 cableada para tubo	UNIDA	11,000	35,5200	0,330	28,0000	492,360000
THRT8GP150BF	Tubo led 150cm 22w vidrio polic bf 6500k	UNIDA	22,000	16,1400	0,100	28,0000	416,680000
VENSOLCAM2250	Campana induccion 250w reflect p bajo	UNIDA	12,000	496,2000	2,000	28,0000	6.626,400000
LEG661605	Emergencia ura21led 160lm 1h ip42 np	UNIDA	10,000	51,1100	0,300	28,0000	595,100000
THRND20CSBNBL	Downlight led superf 18w blanco b neutro	UNIDA	6,000	26,2600	0,200	28,0000	191,160000
<b>1. 6. TOMAS DE CORRIENTE</b>							<b>416,650000</b>
LEG004285	Toma corriente ii+t 16a mod. carril	UNIDA	1,000	18,7800	0,180	28,0000	23,820000
LEG055558	Base cetac superf sal. 16a 3p+n+t 400v	BLIST	4,000	11,3300	0,200	28,0000	67,720000
LEG055378	Base saliente 32a - 3p+n+t	UNIDA	3,000	18,3100	0,120	28,0000	65,010000
LEG055353	Base saliente 16a - 2p+t	UNIDA	18,000	10,2500	0,150	28,0000	260,100000
<b>1. 7. INSTALACION DE TIERRA</b>							<b>653,720000</b>
DESC35	Cable descubierto 35mm	Kg	35,000	13,6000	0,050	28,0000	525,000000
MOR20CU	Pica 2mts cu -141	UNIDA	5,000	18,1600	0,120	28,0000	107,600000
BRIKU1616	Brida ku 1616 - abrazadera tierra cu	UNIDA	6,000	2,9600	0,020	28,0000	21,120000

<b>1. 8.</b>		<b>EQUIPOS DE CONEXION</b>					<b>191,260000</b>	
LEG034275	Regleta con nylbloc 4mm blanca (12 unid)	BLIST	20,000	1,4600	0,005	28,0000	32,000000	
LEG034276	Regleta conex nylbloc 6mm blan (12 unid)	UNIDA	20,000	1,6300	0,010	28,0000	38,200000	
LEG092136	Caja estanca plexo 105x105mm	UNIDA	8,000	2,9000	0,100	28,0000	45,600000	
LEG092166	Caja estanca plexo 155x110x80	UNIDA	3,000	5,0200	0,100	28,0000	23,460000	
ZTALL1	Tornillería, fichas, material auxiliar, etc.		1,000	38,0000	0,500	28,0000	52,000000	
<b>1. 9.</b>		<b>REACTIVA</b>					<b>3.317,000000</b>	
MER52869	Bateria condensadores 60kvar	UNIDA	1,000	3.261,0000	2,000	28,0000	3.317,000000	
<b>1. 10.</b>		<b>CUADROS Y ARMARIOS</b>					<b>981,580000</b>	
MERPRA13815	Cofret pragma 24 5 filas, superficie	BLIST	1,000	434,1100	0,420	28,0000	445,870000	
MERPRA16524	Puerta plena pragma 24 5 filas	BLIST	1,000	127,1100	0,010	28,0000	127,390000	
LEG004888	Repartidor iv 125a	UNIDA	1,000	56,2000	0,400	28,0000	67,400000	
MERPRA13812	Cofret pragma 24 2 filas, superficie	BLIST	1,000	250,2600	0,200	28,0000	255,860000	
MERPRA16224	Puerta plena pragma 24 2 filas	BLIST	1,000	84,7800	0,010	28,0000	85,060000	
						<b>BASE IMPONIBLE</b>	<b>28.479,8800</b>	
						<b>IVA 21%</b>	<b>5.980,7748</b>	
						<b>TOTAL</b>	<b>34.460,6548</b>	