

## ÍNDICE.

1.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	2
1.1.- Objeto del anexo. ....	2
1.2.- Reglamentos de aplicación.....	2
1.3.- Clasificación y características de las instalaciones.....	3
1.3.1.- Sistemas de alimentación. Tensiones de alimentación. ....	3
1.3.2.- Clasificación según riesgo de las dependencias de la industria. ....	4
1.3.3.- Características de la instalación según el riesgo. ....	6
1.4.- Generalidades. Centro de transformación. ....	7
1.5.- Aparatos de maniobra y protección. ....	13
1.5.1.- Protecciones. ....	13
1.5.2.- Protección de motores y/o receptores. ....	16
1.6.- Instalaciones interiores o receptoras. ....	19
1.6.1.- Subdivisión de instalaciones.....	20
1.6.2.- Posibilidad de conectar y desconectar en carga. ....	21
1.6.3.- Sistemas de instalación. ....	21
1.7.- Conductores e identificación de los mismos.....	23
1.7.1.- Secciones mínimas reglamentarias. ....	24
1.7.2.- Canalizaciones y protecciones. ....	26
1.8.- Luminarias. ....	28
1.9.- Tomas de corriente.....	28
1.10.- Puesta a tierra. ....	29
1.11.- Compensación del factor de potencia.....	34
1.12.- Necesidades abastecer. ....	36
1.13.- Potencia eléctrica prevista. ....	37
1.14.- Potencia total prevista de la instalación.....	42
1.14.1.- Tensión nominal y caída de tensión admisible. ....	42
1.14.2.- Método de cálculo en las líneas de alimentación.....	44
1.14.2.1.- Cálculo de la intensidad máxima admisible.....	46
1.14.2.2.- Sección del conductor. ....	49
1.14.2.3.- Diámetro del tubo. ....	49
1.14.2.4.- Protecciones.....	50
1.14.3.- Líneas de la instalación interior. ....	51
1.14.4.- Acometida.....	58
1.14.5.- Caja general de protección.....	58
1.14.6.- Puesta a tierra. ....	59

# 1.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

---

## 1.1.- Objeto del anexo.

Este Anexo tiene como objetivo, definir, diseñar y justificar las instalaciones eléctricas en la Lavandería Industrial, situada en el polígono industrial de Arinaga, en el Término Municipal de Agüimes, en la isla de Gran Canaria. El documento servirá además de base para garantizar el cumplimiento de cuantas leyes, normas y reglamentos vigentes que sean de aplicación a la Industria de referencia en cuanto a la presente instalación se refiere.

## 1.2.- Reglamentos de aplicación.

Para el diseño y cálculo de la presente instalación eléctrica, se ha tenido específicamente en cuenta, la normativa y recomendaciones, que a continuación se detalla y que principalmente afecta a esta instalación:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, de acuerdo con el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Norma Tecnológica en la Edificación, NTE-IEP: “Instalación de Puesta a Tierra”.
- Las normas técnicas particulares que la Empresa Suministradora Unelco, S.A. tiene autorizadas en la Comunidad Canaria, para las Instalaciones de Media y Baja Tensión.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

- Orden de 6 de julio de 1984 por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

- ORDEN de 19 de agosto de 1997, por la que se aprueba la Norma Particular para Centros de Transformación de hasta 30 k, en el ámbito de suministro de Unión Eléctrica de Canarias, S.A.

- NTP 222: Alta tensión: seguridad en trabajos y maniobras en centros de transformación.

### 1.3.- Clasificación y características de las instalaciones.

#### 1.3.1.- Sistemas de alimentación. Tensiones de alimentación.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se clasifican, según las tensiones nominales que se les asignen, en la forma siguiente:

	<i>Corriente Alterna</i>	<i>Corriente Contínua</i>
<i>Muy baja tensión</i>	$Un \leq 50V$	$Un \leq 75V$
<i>Tensión usual</i>	$50 < Un \leq 500V$	$75 < Un \leq 750V$
<i>Tensión especial</i>	$500 < Un \leq 1.000V$	$750 < Un \leq 1.500V$

Las tensiones nominales usualmente utilizadas en la presente actividad serán de:

- 230V entre fases para las redes trifásicas de tres conductores.
- 230V entre fase y neutro, y 400V entre fases, para las redes trifásicas de 4 conductores.

La frecuencia empleada en la red será de 50Hz.

Cuando en las instalaciones no pueda utilizarse alguna de las tensiones normalizadas citadas anteriormente, porque deban conectarse a o derivar de otra instalación con tensión diferente, se consolidará su inscripción a que la nueva instalación pueda ser utilizada en el futuro con la tensión normalizada que pueda preverse.

La alimentación se realizará desde un centro de transformación, que está situado en el interior de la nave, y cuya salida dará al exterior, como se puede ver en planos. Del centro de transformación saldrá una línea subterránea hasta el cuadro general de distribución, que estará lo más cerca posible a la salida. Dicho cuadro estará en un armario de fábrica de bloque, con puertas metálicas y bajo llave. En dicho armario se dispondrá de todos los medios para la seguridad y buen funcionamiento de la instalación.

### 1.3.2.- Clasificación según riesgo de las dependencias de la industria.

(De acuerdo a la ITC-BT correspondiente)

En nuestro caso, la actividad dispone de varias zonas diferenciadas, en concreto:

- Zona de calderas.
- Zona de maquinaria.

- Zona de producción.
- Zona de vestuarios.
- Zona de 1ª planta, con despachos, aseos.

La zona de calderas y el centro de transformación tienen clasificación. El resto de las zonas no tienen clasificación específica, por lo que las instalaciones eléctricas no se verán afectadas por prescripciones particulares, tal y como se resume a continuación:

#### Zonas afectadas.

- Locales con riesgo de incendio o explosión.  
No existen zonas clasificadas como tal.
- Locales húmedos.  
No existen zonas clasificadas como tal.
- Locales mojados.  
No existen zonas clasificadas como tal.
- Locales con riesgos de corrosión.  
No existen zonas clasificadas como tal.
- Locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión.  
No existen zonas clasificadas como tal.
- Locales a temperatura elevada.

*La sala de calderas.* Por lo que las instalaciones eléctricas cumplirán las prescripciones particulares que les afecten a este respecto.

- Locales a muy baja temperatura.  
No existen zonas clasificadas como tal.
- Locales en los que existan baterías de acumuladores.  
No existen zonas clasificadas como tal.
- Locales de características especiales.  
No existen zonas clasificadas como tal

- Instalaciones a muy baja tensión.

No existen zonas clasificadas como tal.

- Instalaciones a tensiones especiales.

No existen zonas clasificadas como tal.

- Instalaciones de grupos electrógenos.

No existen zonas clasificadas como tal.

- Instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico.

*Centro de transformación.* Por lo que las instalaciones eléctricas cumplirán las prescripciones particulares que les afecten a este respecto.

### 1.3.3.- Características de la instalación según el riesgo.

En este caso la zona de caldera tiene clasificación de local de temperatura elevada.

Según ITC-BT-30, se considerará local a temperatura elevada, donde la temperatura ambiente es susceptible de sobrepasar frecuentemente los 40°C, o bien se mantiene permanentemente por encima de los 35°C.

En estos locales se cumplirán entre otras condiciones la siguiente:

Los cables aislados con materias plásticas o elastómeros podrán utilizarse para una temperatura ambiente de 50°C aplicando el factor de reducción, para los valores de la intensidad máxima admisible.

Para temperaturas ambiente mayores a 50°C se utilizarán cables especiales con aislamiento que presente una mayor estabilidad térmica.

Para el caso del centro de transformación, tiene clasificación de local afectos a un servicio eléctrico.

En estos se ha de cumplir las siguientes condiciones:

- Estarán obligatoriamente cerrados con llave cuando no haya en ellos personal de servicio.
- El acceso a estos locales deberá tener, al menos, una altura libre de 2 metros y una anchura mínima de 0,7 metros. Las puertas se abrirán hacia el exterior.
- Si la instalación contiene instrumentos de medida que deban ser observados o aparatos que haya que manipular constantemente, tendrá un pasillo de servicio de una anchura mínima de 1,10 metros. Cuando existan a los lados del pasillo de servicio piezas desnudas bajo tensión, no protegidas, aparatos a manipular o instrumentos a observar, la distancia entre equipos eléctricos instalados enfrente unos de otros, será como mínimo de 1,30 metros.
- El pasillo de servicio tendrá una altura de 1,90 metros, como mínimo.

En el resto de las zonas, puesto que no tienen clasificación específica, las instalaciones no deberán cumplir ningún requisito particular especial, y serán ejecutada según las normas generales que dicta el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2.002, de 2 de Agosto (BOE 19-9-2002) e Instrucciones Técnicas Complementarias.

#### 1.4.- Generalidades. Centro de transformación.

Para las necesidades eléctricas se ha instalado un centro de transformación, dicho centro de transformación se encuentra ubicado en el interior de la nave, con acceso directo del exterior. El Centro de Transformación es de **1.250KVA**, alimentando a todos los receptores de la instalación de Baja Tensión.

### CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN (CGD).

Desde este cuadro general partirán las líneas generales que alimentarán los receptores tanto de alumbrado como de fuerza motriz y otros usos, bien sea directamente o bien a través de cuadros secundarios.

En él se ubican los dispositivos de mando y protección, destinados a proteger circuitos y personas. También se coloca, en una envolvente precintable independiente o dentro del mismo cuadro CGD, el interruptor de control de potencia (ICP), si se dispone de él.

La necesidad de colocar un ICP la establece la compañía suministradora en función del tipo de facturación y suministro.

Debido a la potencia demandada por el edificio, ésta se controlará por máxímetro y no mediante interruptor de control de potencia ya que se superan los 20kW de potencia.

Esta acción permitirá, sin suponer problema alguno de desabastecimiento de energía eléctrica, una potencia contratada menor a la previsible, que no incluya aquellas demandas ocasionales y muy puntuales, tales como son el funcionamiento del grupo de presión del sistema contra incendios.

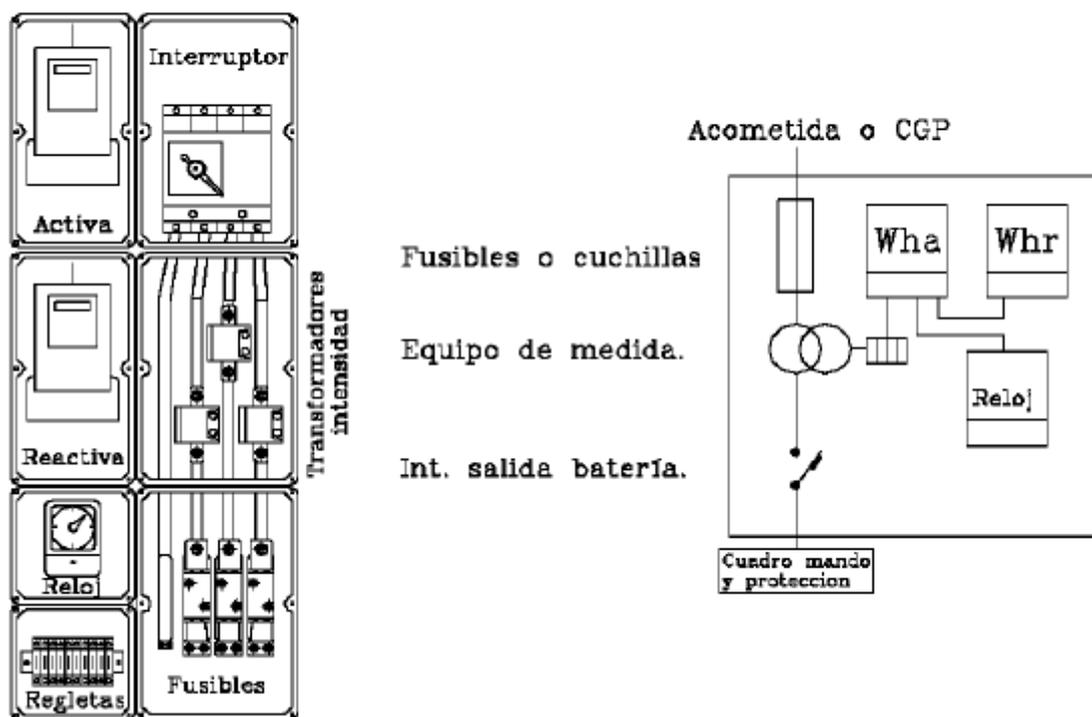
En el caso de que dichas demandas adicionales se efectúen, la empresa suministradora cambiará de tarifa, penalizando el exceso de consumo eléctrico producido, pero únicamente cuando éste se prolongue durante más de 15 min.

Como se trata de un único abonado, el reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en vigor establece que se pueden simplificar las instalaciones de enlace, al coincidir en el mismo lugar la Caja General de Protección y la situación del equipo de medida y no existir, por lo tanto, la Línea General de

Alimentación. En consecuencia, el fusible de seguridad coincide con el fusible de la CGP.

Además, según la ITC-BT-13 punto 2, la Caja General de Protección que incluye el contador, sus fusibles de protección y, en su caso, reloj para discriminación horaria, se denomina Caja de Protección y Medida (CPM).

### B) Montaje para una potencia contratada superior a 50 kW.



*Elementos de un cuadro General de Distribución.*

Dicho cuadro tiene como misión la protección de la derivación individual contra sobrecorrientes de corriente; irá provista de cortocircuitos fusibles en todos los conductores de fase, con poder de corte no inferior a la corriente de cortocircuito en ese punto de la instalación. Dispondrá además de bornes para acometida de neutro con conexión amovible y derivación de la línea principal a tierra. Llevará indicativo de homologación, intensidad y tensión nominal, designación UNESA, año de fabricación y referencia del fabricante.

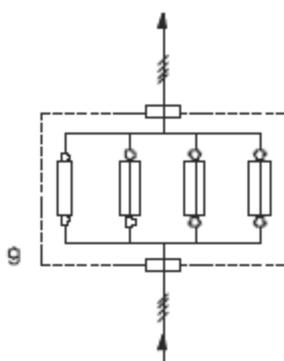
En este caso, el equipo de medida estará ubicado en la misma hornacina en la caja de protección y medida (CPM). De este punto partirá la derivación individual (se insiste que en el caso de un único abonado no existe línea general de alimentación) hacia el cuadro general.

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más próximo posible a una puerta de acceso.

En la tabla 3.1, se muestran las distintas cajas generales de protección homologadas para este tipo de distribución CGP.

**Tabla 3.1: Cajas generales de protección (CGP) homologadas**

Designación de la CGP	Bases		Intensidad máxima del fusible (A)
	Número	Tamaño	
CGP-7-63	3	22x58	63
CGP-7-100	3	00	100
CGP-7-160	3	0	160
CGP-7-250	3	1	250
CGP-7-400	3	2	400
CGP-9-160	3	0	160
CGP-9-250	3	1	250
CGP-9-400	3	2	400



*Distribución de los elementos de una CGD.*

La alimentación desde el centro de transformación hasta el cuadro general de distribución se hará de forma subterránea. Y puesto que es subterránea, la CPM se instalará en un armario en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, un grado de protección IP43 según UNE 20.324 y con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora.

La parte inferior de la puerta se encontrará a una distancia mínima del suelo de 30 cm.

En ningún caso se admitirá el montaje superficial.

El material transparente para la lectura, será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

La Caja de Protección y Medida deberá ser de Clase II (doble aislamiento o aislamiento reforzado).

#### EQUIPO DE MEDIDA.

Características: Se dispondrá de un contador de activa-reactiva.

Situación: El equipo de medida quedará ubicado en la misma hornacina de la caja de protección y medida (CPM), y los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar instalados a una altura comprendida entre 0,7 m. y 1,8 m.

#### COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS CUADROS.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático (IGA) de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia. El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo.

- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local.

- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

Si se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen.

## LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN.

Desde la salida del cuadro general partirán derivaciones individuales, a los cuadros secundarios.

### 1.5.- Aparatos de maniobra y protección.

En general se instalarán en el origen de los circuitos a proteger (en el caso de la protección frente a cortocircuitos es obligatorio), así como en cualquier punto donde se produzca una disminución de la intensidad admisible y el cable derivado quede sin adecuada protección.

Deberán soportar la influencia de agentes externos.

Los fusibles irán colocados sobre materia aislante. Permitirán su recambio bajo tensión. Llevarán marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.

Los interruptores automáticos tendrán una curva intensidad-tiempo adecuada al circuito a proteger. Tendrán el poder de corte adecuado para el lugar de instalación, en caso contrario se asociarán a fusibles apropiados. Llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de la corriente y el símbolo de la característica de la desconexión (curva).

#### 1.5.1.- Protecciones.

##### Contra contactos INDIRECTOS.

### ***Puesta a tierra.***

El sistema de protección elegido frente a los contactos indirectos es el de puesta a tierra de las masas y empleo de interruptores diferenciales, teniendo en cuenta que la alimentación de corriente se hace desde redes en las que el punto neutro está directamente unido a tierra (Sistema de distribución TT).

La sección del conductor de tierra o línea de enlace con el electrodo de puesta a tierra será como mínimo de 35 mm<sup>2</sup> de cobre y la conexión con la pica se efectuará con una pieza de empalme adecuada o con soldadura de alto poder de fusión. Esta piqueta estará situada bajo el cuadro de mando y protección y hasta él llegará la línea de tierra para que pueda discurrir a los receptores por el mismo tubo que aloja la línea de alimentación, con igual sección que ésta.

### ***Interruptor diferencial.***

Los interruptores diferenciales provocan la desconexión automática de la alimentación 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 diferencial debe abrir automáticamente en un tiempo conveniente la instalación a proteger (inferior a 5 segundos), determina 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 24 V en locales húmedos.

Los interruptores diferenciales deberán resistir la corriente de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de la instalación, de no ser así,

estarán protegidos con cortacircuitos fusibles adecuados, y además, responderán a las características que señale la Instrucción ITCBT- 24 y 25.

Se utilizarán interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad para alumbrado y oficinas y un interruptor diferencial de 300 mA para fuerza.

Se tendrá en cuenta lo preceptuado en la Instrucción ITC-BT-24, sobre tipo de protección y sobre las características que deben reunir los dispositivos de protección.

### ***Contra SOBREINTENSIDADES.***

Se revisará lo expuesto en las Instrucciones ITC-BT-22 y 24, sobre tipo de protección y sobre las características que debe reunir los dispositivos de protección.

Todo circuito estará protegido frente a las sobreintensidades que puedan presentarse, para lo cual se producirá la interrupción del circuito en un tiempo conveniente o estará sobredimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Excepto el conductor de protección, todos los conductores (incluido el neutro) estarán protegidos frente a los efectos de las sobreintensidades. Las sobreintensidades pueden ser de dos tipos:

- Sobrecarga: Sobreintensidad “pequeña” debida a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuito: Sobreintensidad “grande” debida a un defecto de aislamiento franco (unión directa de dos elementos a diferentes potenciales).

### ***Frente a sobrecargas:***

“El límite de intensidad admisible por el conductor ha de quedar garantizada por el dispositivo de protección utilizado”. Cuando la sección del neutro sea inferior a la sección de fases y puedan preverse en él sobrecargas, se deberá disponer un elemento que controle la intensidad por el neutro y haga actuar el dispositivo que protege las fases (nunca hay que cortar el neutro sin cortar antes las fases).

En los demás casos (sección del neutro igual a la sección de fases o sobrecargas no previsibles para el neutro) el conductor neutro estará convenientemente protegido por el dispositivo que protege a las fases. Los dispositivos de protección podrán ser fusibles calibrados e interruptores automáticos con curva térmica de corte.

### ***Frente a cortocircuitos:***

“En el origen de todo circuito se establecerá una protección frente a cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de la instalación”. Los dispositivos de protección podrán ser fusibles calibrados e interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

## 1.5.2.- Protección de motores y/o receptores.

### ***Conductores de conexión.***

Las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo, deben ser las siguientes:

- Un solo motor.

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.

En los motores de rotor devanado, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque -conductores secundarios- deben estar dimensionados, asimismo, para el 125 % de la intensidad a plena carga del rotor. Si el motor es para servicio intermitente, los conductores secundarios pueden ser de menor sección según el tiempo de funcionamiento continuado, pero en ningún caso tendrán una sección inferior a la que corresponde al 85 % de la intensidad a plena carga en el rotor:

- Varios motores.

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.

### ***Contra sobreintensidades.***

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que elimine, 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. Las características de los dispositivos de protección deben estar de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para

estos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

### ***Contra la falta de tensión.***

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.

Dicho dispositivo puede formar parte del de protección contra las sobrecargas o del de arranque, y puede proteger a más de un motor si se da una de las circunstancias siguientes:

- Los motores a proteger estén instalados en un mismo local y la suma de potencias absorbidas no es superior a 10 Kw.
- Los motores a proteger estén instalados en un mismo local y cada uno de ellos queda automáticamente en el estado inicial de arranque después de una falta de tensión.

Cuando el motor arranque automáticamente en condiciones preestablecidas, no se exigirá el dispositivo de protección contra la falta de tensión, pero debe quedar excluida la posibilidad de un accidente en caso de arranque espontáneo. Si el motor tuviera que llevar dispositivos limitadores de la potencia absorbida en el arranque, es obligatorio, para quedar incluidos en la anterior excepción, que los dispositivos de arranque vuelvan automáticamente a la posición inicial al originarse una falta de tensión y parada del motor.

### ***Sobreintensidad de arranque.***

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.

Cuando los motores vayan a ser alimentados por una red de distribución pública, se necesitará la conformidad de la Empresa distribuidora respecto a la utilización de los mismos, cuando se trate de:

- Motores de gran inercia.
- Motores de arranque lento en carga.
- Motores de arranque o aumentos de carga repetida o frecuente.
- Motores para frenado.
- Motores con inversión de marcha.

En los motores de ascensores, grúas y aparatos de elevación en general, tanto de corriente continua como de alterna, se computará como intensidad normal a plena carga, la necesaria para elevar las cargas fijadas como normales a la velocidad de régimen una vez pasado el período de arranque, multiplicada por el coeficiente 1,3.

No obstante lo expuesto, y en casos particulares, podrán las empresas prescindir de las limitaciones impuestas, cuando las corrientes de arranque no perturben el funcionamiento de sus redes de distribución.

### **1.6.- Instalaciones interiores o receptoras.**

Las instalaciones interiores o receptoras son aquellas que parten del cuadro de distribución y enlazan con los receptores. Están constituidas

principalmente por las líneas eléctricas o circuitos que alimentan a estos receptores junto con los elementos que permiten actuar sobre ellos, como pulsadores, interruptores, tomas de corriente, etc...

La instrucción que trata de los aspectos generales de la misma es la ITC-BT-19

Las instalaciones exteriores de alumbrado tienen la denominación de exteriores porque hacen referencia a circuitos que suelen estar a la intemperie. Como constituyen un tipo concreto de receptores agrupados para una función específica, se trata en una instrucción independiente (ITC-BT-09) pero sin embargo tales circuitos deben considerarse dentro del diseño y cálculo de las instalaciones interiores.

### 1.6.1.- Subdivisión de instalaciones.

Con objeto de conseguir que los defectos y averías que surjan en un punto de la instalación no afecten a su totalidad y, además, se facilite su localización, las instalaciones interiores se subdividirán, dando lugar a una estructura ramificada. Así, del cuadro de distribución parten diferentes circuitos para alimentar a los receptores o a cuadros secundarios, de los que a su vez salen otros circuitos.

#### ***Cuadros secundarios y su composición.***

En este caso se dispone de seis cuadros secundarios, del que parten las líneas que alimentan los distintos componentes, alumbrado y tomas de corriente de la nave.

Se describen en el apartado de cálculos.

### 1.6.2.- Posibilidad de conectar y desconectar en carga.

Prácticamente todo receptor, circuito principal o línea que alimente a un cuadro secundario tiene que poder conectarse y desconectarse en carga con una sola maniobra.

Para llevar esta acción a cabo, es fundamental que el dispositivo tenga un poder de corte y cierre adecuado. En este sentido, un seccionador, por ejemplo, no serviría para ello.

Los dispositivos admitidos son los siguientes:

- Interruptores manuales.
- Cortacircuitos fusibles de accionamiento manual, o cualquier sistema aislado que permita estas maniobras y tenga poder de corte y cierre adecuado. (interruptores automáticos como los magnetotérmicos).
- Clavijas de tomas de corriente, cuando la intensidad nominal de las mismas sea inferior a 16<sup>a</sup>

### 1.6.3.- Sistemas de instalación.

Una vez decidida la estructura que va a poseer la instalación, debe seleccionarse cómo van a ser instalados los conductores que la constituyen. Existen diversas formas permitidas para realizar el tendido de conductores, recogidas en varias instrucciones del REBT según el tipo de instalación de que se trate. Se enumeran a continuación los tipos de canalizaciones más frecuentes:

- Conductores bajo tubo empotrado.
- Conductores bajo tubo en montaje superficial.
- Conductores bajo canaleta en montaje superficial.
- Conductores sobre bandeja.

Los factores que se tendrá en cuenta para el cálculo de la sección de los conductores es la máxima intensidad que éstos pueden transportar. Estos valores de intensidad vienen tabulados en función de la capacidad de disipación térmica que tenga cada tipo de instalación.

La tabla donde se encuentran estos valores de intensidad máxima admisible son la citada en la ITC-BT-19 para conductores de cobre, que a su vez se obtiene de la tabla 52-C20 que aparece en la Norma UNE 20460-5-523.

Los factores de corrección pueden ser motivados por uno o varios de los siguientes motivos:

- Por la temperatura ambiental sea diferente de 40°C. ITC-BT-06 y 07.
- Porque el circuito se disponga en un local con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT-29). En este caso el factor de corrección es 0,85.
- Porque hay varios circuitos agrupados en el mismo conducto y el tramo donde se encuentren agrupados sea superior a 3 metros.

La tabla a consultar es la 52-E1 de la citada norma. Se podría evitar la reducción de intensidad admisible si se respetaran las separaciones mínimas entre conductores que se dan en la tabla 1 de la norma UNE 21144-2-2.

Los conductores eléctricos tienen asignada una intensidad máxima admisible por debajo de la cual se garantiza que la temperatura no se elevará hasta valores perjudiciales. Los límites de temperatura considerados dependen del tipo de aislamiento del conductor y son los siguientes:

- Aislamientos termoplásticos: 70°C
- Aislamientos termoestables: 90°C

<u>Material</u>	<u>Temperatura</u>	
	70°C	90°C
Cobre	48	44
Aluminio	30	28

Constante de los materiales

## 1.7.- Conductores e identificación de los mismos.

Un cable es la denominación de un conductor único o bien de un conjunto de varios conductores eléctricos agrupados dentro de una misma cubierta.

Para la alimentación de los receptores en una instalación eléctrica, se necesita una serie de conductores que tienen denominaciones concretas según la función que desempeñan.

Básicamente, estos conductores son: Conductores de fase, neutro y de protección.

El material a emplear, para la instalación de baja tensión será de cobre, de la clase 5, que forman muchos hilos finos, agrupados de forma helicoidal.

Este tipo de cable es a excepción en la parte del cuadro general de distribución y líneas secundarias, que será de la clase 2.

El aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE) con una tensión de aislamiento de 0,6/1kV, para los cables instalados de forma subterránea, como puede ser la acometida.

Mientras que para los cables dispuesto sobre bandejas, o en el interior de tubos de protección, como pueden ser las líneas que alimentan cuadros secundarios, y las que alimentan los receptores el aislamiento, serán de PVC con una tensión de aislamiento de 450/750V.

Los cables han de ser no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiendo para ellos las cajas de derivación. Las cajas de derivación serán de tipo estanco (al menos IP 54) y en éstas se realizarán las derivaciones con bornes reglamentarios, respetándose la estanqueidad en las conexiones, mediante prensaestopas que aseguren una protección IP 54.

Los conductores eléctricos irán perfectamente identificados, de acuerdo con lo establecido por la ITC-BT-20, Apartado 2.1.3., tal y como sigue a continuación:

- Conductor de protección: Amarillo-verde.
- Conductores de fase: Marrón, negro y gris.
- Conductor neutro: Azul claro.

### 1.7.1-. Secciones mínimas reglamentarias.

Las secciones mínimas reglamentarias serán:

- En la acometida subterránea:
  - 6 mm<sup>2</sup> para conductores de cobre.
  - 16 mm<sup>2</sup> para conductores de aluminio.
- En las líneas de la instalación de enlace:

- 1,5 mm<sup>2</sup> para líneas de alumbrado.
- 2,5 mm<sup>2</sup> para líneas de fuerza.

- En las líneas de alumbrado público:

- 6 mm<sup>2</sup> para líneas de alumbrado.

Las secciones de los conductores de neutro serán las marcadas en el RBT, según sean líneas de acometida, líneas de enlace o líneas interiores.

En la tabla siguiente se tiene la sección mínima del conductor neutro que se recoge en la ITCBT- 06 y 07.

Sección de los conductores de fase (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima del conductor neutro (mm <sup>2</sup> )	
	Redes aéreas	Redes subterráneas
16	16	16
25	25	16
35	35	16
50	50	25
70	50	35
95	50	50
120	70	70
150	70	70
185	95	95
240	120	120

Asimismo, los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada por la siguiente tabla de la instrucción ITC-BT-19:

*Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm<sup>2</sup>)*

*Sección mínima de los conductores de protección Sp (mm<sup>2</sup>)*

$$S \leq 16$$

$$Sp = S$$

$$16 < S \leq 35$$

$$35 \leq Sp = 16$$

$$S > 35$$

$$S_p = S/2$$

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.

- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no forman parte de la canalización y no tienen una protección mecánica.

### 1.7.2.- Canalizaciones y protecciones.

Para dimensionar los sistemas de conducción de cables hay que tener en cuenta que deben tener cabida suficiente para incluir el conductor de protección además de los de cada fase y neutro. Las dimensiones de los conductos se calculan siguiendo las indicaciones de las instrucciones ITC-BT-20 y 21 para cada sistema de instalación.

Las dimensiones mínimas de algunos de los sistemas de conducción se resumen a continuación:

- Conductores aislados fijados directamente sobre paredes: las curvas de los cables deben ser mayores o iguales a 10 veces el diámetro exterior del cable. Los cables utilizados serán de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1kV.

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta los siguientes factores:

1. Con el fin de que los cables no puedan doblarse por su propio peso se dispondrá de fijaciones que no estarán separadas entre dos de ellos más de 0,40 metros.

2. Los cruces de cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior a aquella.

Ø Conductores aislados bajo molduras: las ranuras deben tener un ancho mínimo de 6 mm para cables rígidos.

- Conductores aislados en el interior de huecos de construcción: La sección mínima de los huecos será de 4 veces la ocupada por los cables o tubos. La dimensión más pequeña será dos veces el diámetro exterior de mayor sección de los cables o tubos, adoptando como mínimo 20mm. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750V.

No se instalarán circuitos de potencia y circuitos de muy baja tensión de seguridad en las mismas canalizaciones, a menos de que se aisle para la tensión más alta presente.

No se instalarán las canalizaciones eléctricas por debajo de otras canalizaciones que puedan producir condensaciones, como pueden ser canalizaciones de vapor, de agua, gas, etc.

Se dispondrán de la forma en que se pueda facilitar su maniobra, inspección y acceso a las mismas.

En la instalación los conductores aislados irán sobre bandeja perforada cumpliendo la norma UNE 20.460-5-52.

En la tabla que se muestra a continuación (ITC-BT 21) figuran los diámetros interiores nominales mínimos en mm para los tubos protectores en función del número, clase y sección de los conductores que han de alojar, según sistema de instalación y clase de los tubos.

Tabla 2. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será, como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

## 1.8.- Luminarias.

Las luminarias, por su construcción, reunirán las condiciones que se indican en la Instrucción ITC-BT-44, Apartado 2.1.

Tanto estos mecanismos, como los que se instalen para conectar los motores y luminarias, cumplirán por su fabricación, con las condiciones que señala la Instrucción ITCBT- 43.

## 1.9.- Tomas de corriente.

Los receptores portátiles se conectarán a las canalizaciones por medio de un cable apto para estos usos, que incorporará una clavija para la toma de corriente. Los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. El cable móvil incluirá el número de conductores necesarios y el conductor de protección.

Los cables en la entrada al aparato estarán protegidos contra los riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos adecuados constituidos por materiales aislantes.

La conexión de los cables aptos para usos móviles a la instalación alimentadora se realizará mediante clavija y toma de corriente o bien mediante cajas de conexión.

Las clavijas utilizadas para la conexión de los receptores a las bases de tomas de corriente de la instalación de alimentación serán de los tipos indicados en la serie de Normas UNE EN 60.309.

## 1.10.- Puesta a tierra.

La puesta a tierra 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 grupos de electrodos enterrados en el suelo, y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las descargas de origen atmosférico.

Los objetivos principales de la instalación de puesta a tierra son:

- Limitar la diferencia de potencial de las masas metálicas, instalaciones, etc... que pueden aparecer con respecto a tierra cuando se produce un contacto entre un conductor activo y los citados elementos.
- Permitir el paso a tierra de las corrientes de fuga o las de descarga de origen atmosférico.
- Asegurar la actuación de protecciones.

La instalación de puesta de tierra, estará formada por un anillo conductor enterrado de 35 mm<sup>2</sup> de sección de cobre desnudo a lo largo de toda la cimentación enterrado a una profundidad de 80 cm.

### Toma de tierra

Se dispondrá un electrodo metálico para unir a él todas las masas metálicas de los receptores ó que formen parte de la instalación, de manera que cualquier punto de estas masas no pueda permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta a un potencial superior en valor eficaz a 24 voltios (locales húmedos).

El conjunto de toma de tierra está compuesto por el electrodo, línea de enlace con tierra y el punto de puesta a tierra.

Los electrodos son los encargados de facilitar el paso a tierra de las corrientes de fuga que puedan producirse en una instalación. Los electrodos a usar en este proyecto serán, electrodos de picas verticales. Serán de cobre, con una longitud no inferior a 2 metros.

Su profundidad de enterramiento no será inferior a 0,5 metros.

Nunca se tomará las canalizaciones metálicas de otros servicios, como puede ser el agua, vapor, líquidos inflamables, etc..., como tomas de tierra por razones de seguridad.

### Línea principal de tierra

Estará constituida por un conductor que partirá del punto de puesta a tierra y al cual se conectarán las derivaciones necesarias a las masas metálicas de los receptores.

Esta línea principal de tierra será de las mismas características que los conductores de fase o polares, tendrá una sección de mínima de 70 mm<sup>2</sup>, se colocará bajo el mismo tubo protector que los conductores de energía y el color del aislamiento será amarillo-verde.

### Derivaciones de las líneas principales de tierra

Desde el embarrado general de tierra de cada uno de los cuadros se derivarán las diferentes líneas de tierra que conectarán los diferentes embarrados de toma de tierra del cuadro general y secundario. Los conductores derivados de tierra serán de las mismas características que los conductores activos e irán montados en las mismas canalizaciones que éstos.

### Conductores de protección.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- al neutro de la red,
- a un relé de protección.

La sección de los conductores de protección se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 apartado 543.1.1, o será la indicada en la tabla siguiente:

*Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm<sup>2</sup>)*

*Sección mínima de los conductores de protección Sp (mm<sup>2</sup>)*

$$S \leq 16$$

$$Sp = S$$

$$16 < S \leq 35$$

$$Sp = 16$$

$$S > 35$$

$$Sp = S/2$$

Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Cuando la instalación consta de partes de envolventes de conjuntos montadas en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envolvente metálica, estas envolventes pueden ser utilizadas como conductor de protección si satisfacen, simultáneamente, las tres condiciones siguientes:

- a. Su continuidad eléctrica debe ser tal que no resulte afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.

b. Su conductibilidad debe ser, como mínimo, igual a la que resulta por la aplicación del presente apartado.

c. Deben permitir la conexión de otros conductores de protección en toda derivación predeterminada.

La cubierta exterior de los cables con aislamiento mineral, puede utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, si satisfacen simultáneamente las condiciones a) y b) anteriores. Otros conductos (agua, gas u otros tipos) o estructuras metálicas, no pueden utilizarse como conductores de protección (CP ó CPN).

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas mencionadas anteriormente.

### Red de equipotencialidad.

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm<sup>2</sup>, si es de cobre.

Si el conductor suplementario de equipotencialidad uniera una masa a un elemento conductor, su sección no será inferior a la mitad de la del conductor de protección unido a esta masa.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

## 1.11.- Compensación del factor de potencia.

### Generalidades.

*Energía Reactiva:* Se pone de manifiesto cuando existe un trasiego de energía activa entre la fuente y la carga. Generalmente está asociada a los campos magnéticos internos de los motores y transformadores.

Se mide en kVAr. Como esta energía provoca sobrecarga en las líneas transformadoras y generadoras, sin producir un trabajo útil, es necesario neutralizarla o compensarla.

La instalación eléctrica diseñada contiene una serie de receptores (motores, fluorescentes,...) que consumen una cierta cantidad de energía reactiva inductiva, ya que necesitan campos magnéticos para su

funcionamiento. Este tipo de cargas, de carácter inductivo, absorbe energía de la red durante la fase de creación de los campos magnéticos y la entregan en la destrucción de los mismos.

Este trasiego de energía entre los receptores y la fuente da lugar a un consumo que no es aprovechable directamente por los receptores, además de provocar caídas de tensión en cabecera, calentando los conductores de alimentación.

Las compañías eléctricas penalizan el consumo de energía reactiva con el objeto de incentivar la corrección del factor de potencia, por medio de tarifas de suministros de energía eléctrica que establecen un recargo por estos consumos elevados de potencia reactiva.

Por ello, con el fin de corregir el factor de potencia, se dispone una batería de condensadores. Esta corrección aporta, además de un importante ahorro económico y una optimización de la instalación eléctrica.

Ventajas que se obtiene en la compensación de la potencia reactiva:

- Reducción de los recargos
- Reducción de las caídas de tensión
- Reducción de la sección de los conductores
- Disminución de las pérdidas
- Aumento de la potencia disponible en la instalación

#### Solución adoptada.

Una de las formas de compensar el factor de potencia es generando la potencia reactiva capacitiva necesaria mediante el empleo de condensadores estáticos. Se ha optado por una compensación global con un sistema de regulación a fin de mantener constante el factor de potencia de la instalación.

La Instrucción ITC-BT-43 recoge que, en el caso de que la compensación se realice a la totalidad de una instalación, se debe asegurar que la variación del factor de potencia no será mayor de un  $\pm 10\%$  del valor medio obtenido en un tiempo prolongado de funcionamiento, y que aparte de suprimir el consumo excesivo de reactiva, se ajustará la potencia aparente a la necesidad de la instalación.

Dicha compensación se realizará mediante la entrada y salida de una serie de etapas de una batería de condensadores, en función de la demanda de potencia reactiva de la instalación, de tal forma que el factor se mantenga en un valor prefijado.

La frecuencia de maniobras hace que el regulador conecte y desconecte los condensadores de la batería por medio de contadores.

Finalmente, la Instrucción ITC-BT-48 establece que si la carga residual de los condensadores pudiera poner en peligro a las personas, éstos llevarán consigo un dispositivo automático de descarga, o bien tendrán una inscripción que advierta de este peligro. Todos los módulos actuales de condensadores poseen en su interior resistencias de descarga y los propios contactores de maniobra para condensadores trifásicos incorporan a éstos las resistencias de descarga rápida.

## 1.12.- Necesidades abastecer.

Los cálculos de las intensidades se realizarán tomando un factor de potencia de 0,80 para toda la instalación.

En cuanto a los factores de simultaneidad, se considerarán en general, los que a continuación se citan, si bien en algunos casos, se aplicarán criterios de racionalidad:

### **Factores de Simultaneidad**

Alumbrado	0,80
Fuerza motriz	0,80
Otros usos	0,5

### 1.13.- Potencia eléctrica prevista.

A continuación se detallan las potencias totales instalada, que serán la suma de las potencias consumidas por todos y cada uno de los equipos y dispositivos de las diferentes instalaciones necesarias para el correcto funcionamiento, así como de los diferentes puntos del alumbrado general y de emergencia y/o señalización. Pero esto no se dará el caso de que todos los receptores funcionen a la misma vez, por lo que se multiplicará por un coeficiente de simultaneidad. Con lo que queda una potencia previsible, que también se adjunta a continuación:

<b>Cuadro A</b>			
<b>Iluminación</b>	<b>P(W)</b>	<b>Coeficiente</b>	<b>Potencia previsible(w)</b>
Sala transformador	260	0.8	208
Sala caldera	728	0.8	582
Toma monofásica (II+T) 16A (sala máquinas 6 tomas)	20700	0.5	10350
Toma trifásica (III+T) de 20A (sala máquinas 2 tomas)	15200	0.5	7600
Toma monofásica (II+T) 16A (sala transformador 2 tomas)	6900	0.5	3450
Toma monofásica (II+T) 16A (vestuarios 4 tomas)	13800	0.5	6900
Sala vestuario 1	80	0.8	64
Sala vestuario 2	80	0.8	64

Hall	96	0.8	77
<b>Fuerza</b>	<b>P(W)</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Potencia previsible</b>
Descalsificador	6250	0.8	5000
Bomba 1	3000	0.8	2400
Bomba 2	3000	0.8	2400
Bomba caldera	7500	0.8	6000
Bomba inyector	15000	0.8	12000
Termo	1000	0.8	800
Extractor	200	0.8	160
Bomba aire comprimido 1	4200	0.8	3360
Bomba aire comprimido 2	4200	0.8	3360
Secador	650	0.8	520
Compresor 1	22000	0.8	17600
Compresor 2	22000	0.8	17600
	146844		100495

## Cuadro B

Iluminación	P(W)	Coefficiente	Potencia previsible(w)
Sala proceso	7310	0.8	5848
Oficina 1	480	0.8	384
Oficina 2	480	0.8	384
Oficina 3	240	0.8	192
Oficina 4	360	0.8	288
Oficina 5	200	0.8	160
Oficina 6	480	0.8	384
Mantenimiento	360	0.8	288
Baños	246	0.8	197
Pasillo	572	0.8	458
Toma monofásica (II+T) 16A (administrativo izq 9 tomas)	31000	0.5	15500
Toma monofásica (II+T) 16A (baños 4 tomas)	13800	0.5	6900
Toma monofásica (II+T) 16A (administrativo drch 9 tomas)	31000	0.5	15500
Fuerza	P(W)	Coefficiente	Potencia previsible
Motor ascensor	5000	0.8	4000
	91528		50483

## Cuadro C

Fuerza	P(W)	Coefficiente de simultaneidad	Potencia previsible(w)
Secador secuencial	44000	0.8	35200
Secador rotativo	72000	0.8	57600
Secador rotativo pequeño 1	25000	0.8	20000
Secador rotativo pequeño 2	25000	0.8	20000
	216000		172800

## Cuadro D

<b>Iluminación</b>	<b>P(W)</b>	<b>Coeficiente</b>	<b>Potencia previsible(w)</b>
Toma trifásica (III+T) de 20A (sala máquinas 2 tomas)	15200	0.5	7600
Toma monofásica (II+T) 16A (sala proceso 2 tomas)	6900	0.5	3450
<b>Fuerza</b>	<b>P(W)</b>	<b>Coeficiente</b>	<b>Potencia previsible(w)</b>
Calandra 1	19600	0.8	15680
Calandra 2	19600	0.8	15680
Introductor 1	15500	0.8	12400
Introductor 2	15500	0.8	12401
Plegadora 1	1450	0.8	1160
Plegadora 2	1450	0.8	1160
Plegadora toallas1	3000	0.8	2400
Plegadora toallas2	3000	0.8	2400
Plegadora toallas3	3000	0.8	2400
Motor puerta 1	4225	0.8	3380
Motor puerta 2	4225	0.8	3380
Motor puerta 3	4225	0.8	3380
Motor puerta 4	4225	0.8	3380
	121100		90251

## Cuadro E

<b>Iluminación</b>	<b>P(W)</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Potencia previsible(w)</b>
Sala Bombeo	460	0.8	368
Toma trifásica (III+T) de 20A (sala bombeo 2 tomas)	15200	0.5	7.600
Toma monofásica (II+T) 16A (sala bombeo 2 tomas)	6900	0.5	3.450
<b>Fuerza</b>	<b>P(W)</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Potencia previsible(w)</b>
Tunel lavado	20000	0.8	16000
Conveyor	3075	0.8	2470
Prensa	17000	0.8	3600
Lavadora grande	33000	0.8	26400
Lavadora mediana 1	18000	0.8	14400
Lavadora mediana 2	18000	0.8	14400
Dosificador	1000	0.8	800
Bomba incendio	12000	0.8	9600
Bomba fontanería	1800	0.8	1440
Bomba fontanería	500	0.8	400
	146.935	0.8	100.928

## Cuadro general

Iluminación	P(W)	Coeficiente	Potencia previsible(w)
Toma trifásica (III+T) de 20A ( 2 tomas)	15.200	0.8	12.160
Toma monofásica (II+T) 16A ( 2 tomas)	6.900	0.8	3.450
Fuerza	P(W)	Coeficiente	Potencia previsible(w)
Motor puerta 1 exterior	4.225	0.8	3.380
Motor puerta 1 exterior	4.225	0.8	3.380
	30.550	0.8	22.370
		Cuadro A	100.495
		Cuadro B	50.483
		Cuadro C	90.251
		Cuadro D	172.800
		Cuadro E	100.928

### 1.14.- Potencia total prevista de la instalación.

La potencia total de la instalación es 752,957 kw. Pero como se ha comentado, la potencia será menor, por lo que en realidad queda una potencia prevista total de 559,067 kw.

#### 1.14.1.- Tensión nominal y caída de tensión admisible.

La tensión nominal de servicio será de 400 V. entre fases y 230 V. entre fase y neutro.

Los valores máximos de las caídas de tensión serán:

Tramo	Valor (%)	Valor (V)
Línea general de alimentación	0,50%	2 V
Derivación individual	1,00%	4 V

### Alimentación por transformador de compañía

Tipo Instalación	Valor (%)	Valor (V)
Alumbrado (monofásica)	3%	6,9 V
Alumbrado (trifásica)	3%	12 V
Fuerza motriz (monofásica)	5%	11,5 V
Fuerza motriz (trifásica)	5%	20 V

### Alimentación por transformador de distribución propio

Tipo Instalación	Valor (%)	Valor (V)
Alumbrado (monofásica)	4,50%	10,35 V
Alumbrado (trifásica)	4,50%	18 V
Fuerza motriz (monofásica)	6,50%	14,95 V
Fuerza motriz (trifásica)	6,50%	26 V

### 1.14.2.- Método de cálculo en las líneas de alimentación.

En el cálculo de las secciones de los conductores se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Tensión de alimentación.
- Intensidad de corriente máxima admisible en la línea: ITC-BT-06, ITC-BT-07 y
- ITC-BT-19 del RBT.
- Caída de tensión producida en la línea para instalaciones interiores, según la
- ITC-BT-19 del RBT.
- Secciones mínimas reglamentarias en acometida e instalación de enlace.
- Factores de corrección según la ITC-BT-47 y ITC-BT-44 para obtener las potencias de cálculo.

#### **Ecuaciones**

Para efectuar los cálculos de las líneas de distribución atendiendo a la intensidad de corriente admisible, emplearemos las siguientes ecuaciones:

#### Sistema monofásico

$$I_c = \frac{P}{U * \cos\alpha}$$

$$AV(\%) = \frac{200 * l * P_c}{S * U * v}$$

### Sistema trifásico

$$I_c = \frac{P}{U * \sqrt{3} * \cos\alpha}$$

$$AV(\%) = \frac{200 * l * P_c}{S * U * v}$$

Pc = Potencia de Cálculo (W).

L = Longitud de Cálculo (m).

AV = Caída de tensión (V).

v = Conductividad. Cobre 48.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

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

Cos α =Factor de potencia.

- Valores de v que dependerá del material y de la temperatura del mismo. Se podrá observar estos valores en la Tabla 10.2. Constante de los materiales.
- La caída de tensión acumulada de los circuitos nunca será superior a las máximas permitidas en la ITC-BT-11 y 19. Las cuales son:
- Al tratarse de un edificio que podrá ser alimentado directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, si así lo decidiera UNELCO, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso, las caídas de tensión admisibles serán de 4,5% para alumbrado y de 6,5% para los demás usos.
- Esto es equivalente a considerar una caída de tensión del 1,5% entre el centro de transformación y el comienzo de la instalación interior. Con

respecto a la caída ya en la instalación interior éstas serán del 3% en alumbrado y del 5% en el resto de los usos.

### 1.14.2.1.- Cálculo de la intensidad máxima admisible.

La intensidad calculada previamente será la que tenga que soportar el conductor. En la tabla 1 del ITC BT 19 se buscará aquel conductor que sea capaz de transportar una intensidad superior a la calculada, por lo que debe cumplir:

$$I_{\text{admisible conductor}} > I_{\text{circuito}}$$

**Tabla 1.** Intensidades admisibles (A) al aire 40°C. Números de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

A	Diagrama	Descripción	3x		2x		3x		2x		3x		2x	
			PVC	PVC	PVC	PVC	XLPE o EPR	XLPE o EPR	XLPE o EPR	XLPE o EPR	XLPE o EPR	XLPE o EPR	XLPE o EPR	XLPE o EPR
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes												
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra					3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos <sup>2)</sup> 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 <sup>3)</sup>							3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
E		Cables multiconductores al aire libre <sup>4)</sup> . Distancia a la pared no inferior a 0,3D <sup>5)</sup>							3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo <sup>4)</sup> . Distancia a la pared no inferior a D <sup>5)</sup>							3x PVC				3x XLPE o EPR <sup>1)</sup>	
G		Cables unipolares separados mínimo D <sup>5)</sup>											3x PVC <sup>1)</sup>	3x XLPE o EPR
		mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Cobre		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		

- 1) A partir de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección.
- 2) Incluyendo canales para instalaciones-canaletas- y conductos de sección no circular.
  - en bandeja no perforada.
  - en bandeja perforada.
- 3) D es el diámetro del cable.

Las tablas que se han de usar junto con la anterior se muestran a continuación:

ITC-BT-007, Tabla 12.

**Tabla 12.** Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente para cables con conductores de cobre en instalación al aire en galerías ventiladas (temperatura ambiente 40 °C)

Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Tres cables unipolares (1)			1 cable trifásico		
						
	Tipo de aislamiento					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	46	45	38	44	43	36
10	64	62	53	61	60	50
16	86	83	71	82	80	65
25	120	115	96	110	105	87
35	145	140	115	135	130	105
50	180	175	145	165	160	130
70	230	225	185	210	220	165
95	285	280	235	260	250	205
120	335	325	275	300	290	240
150	385	375	315	350	335	275
185	450	440	365	400	385	315
240	535	515	435	475	460	370
300	615	595	500	545	520	425
400	720	700	585	645	610	495
500	825	800	665	—	—	—
630	950	915	765	—	—	—

— Temperatura del aire: 40 °C.

— Un cable trifásico al aire o un conjunto (terna) de cables unipolares en contacto mutuo.

— Disposición que permita una eficaz renovación del aire.

(1) Incluye el conductor neutro, si existiese.

ITC-BT-007, Tabla 5.

**Tabla 5.** Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada (servicio permanente)

Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	Tipo de aislamiento					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	—	—	—
630	885	870	770	—	—	—

**Tipo de aislamiento:**

XLPE: Polietileno reticulado – Temperatura máxima en el conductor: 90 °C (servicio permanente).

EPR: Etileno propileno – Temperatura máxima en el conductor: 90 °C (servicio permanente).

PVC: Policloruro de vinilo – Temperatura máxima en el conductor: 70 °C (servicio permanente).

Temperatura del terreno: 25 °C – Profundidad de instalación: 0,70 m. – Resistividad térmica del terreno: 1 km/W.

(1) Incluye el conductor neutro, si existe.

(2) Para el caso de dos cables unipolares, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna de la terna de cables unipolares de la misma sección y tipo de aislamiento, multiplicada por 1,225.

(3) Para el caso de un cable bipolar, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna del cable tripolar o tetrapolar de la misma sección y tipo de aislamiento, multiplicada por 1,225.

Atendiendo a las ITC-BT-44 e ITC-BT-47, las potencias de cálculo de los circuitos alimentadores de receptores motores y de alumbrado con lámparas de descarga se verán afectados por los siguientes factores de corrección:

- Alimentación a un motor = 1,25
- Alimentación a varios motores = 1,25 por la potencia del mayor motor más el resto de potencias alimentadas.
- Lámparas de descarga = 1,8·fc

### 1.14.2.2.- Sección del conductor.

La sección elegida para el conductor es la que se obtiene de comparar los resultados obtenidos por las dos vías siguientes:

- Sección por intensidad máxima admisible (o por calentamiento).
- Sección por caída de tensión máxima reglamentaria

La sección a adoptar en principio será la más desfavorable de las dos anteriores, es decir, la mayor de ambas.

### 1.14.2.3.- Diámetro del tubo.

El diámetro del tubo se calculará en función de los siguientes parámetros:

- Sección del conductor
- Instalación trifásica o monofásica
- Número de circuitos que pasan por el tubo

Evaluando estos tres parámetros obtendremos el diámetro del tubo para cada uno de los circuitos constitutivos de la instalación. Y entrando en la tabla adjunto se podrá obtener el diámetro mínimo.

ITC-BT-21. Tabla 2.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será, como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

#### 1.14.2.4.- Protecciones.

En toda instalación eléctrica deben preverse dispositivos de protección que garanticen que toda corriente de cortocircuito será interrumpida antes de que sus efectos térmicos y mecánicos puedan resultar peligrosos para los conductores y conexiones. Para el cálculo de las protecciones se tendrán en cuenta dos parámetros en función de los cuales se elegirá el modelo y características de la protección dispuesta:

- Intensidad máxima del conductor.
- Intensidad del circuito.

La protección que se ha dispuesto para cada caso deberá cumplir las siguientes restricciones para ser efectiva:

1º) La intensidad de la protección debe ser menor que la intensidad máxima del conductor ya que, en caso contrario, no protegemos el conductor.

2º) La intensidad de la protección tiene que ser mayor que la intensidad del circuito, ya que en caso contrario actuaría dicha protección con el funcionamiento normal del receptor.

Por lo tanto se debe de cumplir que:

$$I_{\text{circuito}} < I_{\text{protección}} < I_{\text{máx. conductor}}.$$

### 1.14.3.- Líneas de la instalación interior.

En este apartado se van a exponer todos los resultados de los cálculos de la instalación eléctrica del edificio obtenidos aplicando el método detallado anteriormente.

Atendiendo a la ITC-RBT-19, la sección de los cables de neutro tendrá la misma sección que los de fase.

En el cálculo de secciones de cada las líneas se considerarán los factores de simultaneidad y utilización específicos que le afecten.

Los motores a instalar estarán dotados de arranque estrella-triángulo para de este modo no producir ninguna perturbación en el momento de su arranque.

## Cuadro A

Iluminación	P(W)	Coficiente	P(w)	V(v)	Icorregida	S			I <sub>max</sub>	Protección magnetotérmico		tubo	
Sala transformador	260	0.8	208	230	1.63	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Sala caldera	728	0.8	582	230	4.55	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Toma monofásica (II+T) 16A (sala máquinas 6 tomas)	20700	0.5	10350	230	45	2	10	T	10	68	2	50	40
Toma trifásica (III+T) de 20A (sala máquinas 2 tomas)	15200	0.5	7600	400	10.97	4	4	T	4	34	4	25	20
Toma monofásica (II+T) 16A (sala transformador 2 tomas)	6900	0.5	3450	230	15	2	6	T	6	49	2	25	25
Toma monofásica (II+T) 16A (vestuarios 4 tomas)	13800	0.5	6900	230	30	2	10	T	10	68	2	50	40
Sala vestuario 1	80	0.8	64	230	0.5	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Sala vestuario 2	80	0.8	64	230	0.5	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Hall	96	0.8	77	230	0.6	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Descalsificador	6250	0.8	5000	400	9.02	4	4	T	4	34	4	25	20
Bomba 1	3000	0.8	2400	400	4.33	4	2.5	T	2.5	25	4	20	20
Bomba 2	3000	0.8	2400	400	4.33	4	2.5	T	2.5	25	4	20	20
Bomba caldera	7500	0.8	6000	400	10.83	4	6	T	6	44	4	25	25
Bomba inyector	15000	0.8	12000	400	21.65	4	10	T	10	60	4	50	40
Termo	1000	0.8	800	230	4.35	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Extractor	200	0.8	160	230	0.87	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Bomba aire comprimido 1	4200	0.8	3360	400	6.06	4	4	T	4	34	4	25	20
Bomba aire comprimido 2	4200	0.8	3360	400	6.06	4	4	T	4	34	4	25	20
Secador	650	0.8	520	400	0.94	4	2.5	T	2.5	25	4	10	20
Compresor 1	22000	0.8	17600	400	31.75	4	10	T	10	60	4	50	50
Compresor 2	22000	0.8	17600	400	31.75	4	10	T	10	60	4	50	50

## Cuadro B

Iluminación	P(W)	Coeficiente	P(w)	V(v)	Icorregida	S				I <sub>max</sub>	Protección magnetotérmico		tubo
Sala proceso	7310	0.8	5848	230	45.77	2	10	T	10	68	2	50	40
Oficina 1	480	0.8	384	230	3	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Oficina 2	480	0.8	384	230	3	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Oficina 3	240	0.8	192	230	1.5	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Oficina 4	360	0.8	288	230	2.25	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Oficina 5	200	0.8	160	230	1.25	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Oficina 6	480	0.8	384	230	3	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Mantenimiento	360	0.8	288	230	1.5	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Baños	246	0.8	197	230	1.54	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Pasillo	572	0.8	458	230	3.58	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Toma monofásica (II+T) 16A (administrativo izq 9 tomas)	31000	0.5	15500	230	67.39	2	16	T	16	91	2	63	20
Toma monofásica (II+T) 16A (baños 4 tomas)	13800	0.5	6900	230	30	2	10	T	10	68	2	50	40
Toma monofásica (II+T) 16A (administrativo drch 9 tomas)	31000	0.5	15500	230	67.39	2	16	T	16	91	2	63	40
Motor ascensor	5000	0.8	4000	400	7.21	4	4	T	4	34	4	25	20

## Cuadro C

Iluminación	P(W)	Coefficiente	P(w)	V(v)	Icorregida	S				I <sub>max</sub>	Protección magnetotérmico		tubo
Secador secuencial	44000	0.8	35200	400	63.50	4	16	T	16	80	4	32	50
Secador rotativo	72000	0.8	57600	400	103.92	4	35	T	35	131	4	63	63
Secador rotativo pequeño 1	25000	0.8	20000	400	36.08	4	10	T	10	60	4	32	40
Secador rotativo pequeño 2	25000	0.8	20000	400	36.08	4	10	T	10	60	4	32	40

## Cuadro D

Iluminación	P(W)	Coefficiente	P(w)	V(v)	Icorregida	S				I <sub>max</sub>	Protección magnetotérmico		tubo
Toma trifásica (III+T) de 20A (sala máquinas 2 tomas)	15200	0.5	7600	400	10.97	4	4	T	4	34	4	16	20
Toma monofásica (II+T) 16A (sala proceso 2 tomas)	6900	0.5	3450	230	15	2	4	T	4	38	2	16	20
Calandra 1	19600	0.8	15680	400	28.29	4	10	T	10	60	4	50	40
Calandra 2	19600	0.8	15680	400	28.29	4	10	T	10	60	4	50	40
Introduccion 1	15500	0.8	12400	400	17.9	4	10	T	10	60	4	50	40
Introduccion 2	15500	0.8	12401	400	17.9	4	10	T	10	60	4	50	40
Plegadora 1	1450	0.8	1160	400	2.09	4	2.5	T	2.5	25	4	16	20
Plegadora 2	1450	0.8	1160	400	2.09	4	2.5	T	2.5	25	4	16	20
Plegadora toallas1	3000	0.8	2400	400	4.33	4	2.5	T	2.5	25	4	16	20
Plegadora toallas2	3000	0.8	2400	400	4.33	4	2.5	T	2.5	25	4	16	20
Plegadora toallas3	3000	0.8	2400	400	4.33	4	2.5	T	2.5	25	4	16	20
Motor puerta 1	4225	0.8	3380	400	6.09	4	4	T	4	34	4	16	20
Motor puerta 2	4225	0.8	3380	400	6.09	4	4	T	4	34	4	16	20
Motor puerta 3	4225	0.8	3380	400	6.09	4	4	T	4	34	4	16	20
Motor puerta 4	4225	0.8	3380	400	6.09	4	4	T	4	34	4	16	20

## Cuadro E

Iluminación	P(W)	Coeficiente	P(w)	V(v)	Icorregida	S				I <sub>max</sub>	Protección magnetotérmico		tubo
Sala Bombeo	460	0.8	368	230	2.88	2	2.5	T	2.5	29	2	10	20
Toma trifásica (III+T) de 20A (sala bombeo 2 tomas)	15200	0.5	7600	400	10.96	4	6	T	6	44	4	16	25
Toma monofásica (II+T) 16A (sala bombeo 2 tomas)	6900	0.5	3450	230	15	2	4	T	4	38	2	20	20
Túnel lavado	20000	0.8	16000	400	28.87	4	10	T	10	60	4	50	40
Conveyor	3075	0.8	2470	400	4.43	4	2.5	T	2.5	25	4	10	2
Prensa	17000	0.8	3600	400	24.53	4	10	T	10	60	4	50	40
Lavadora grande	33000	0.8	26400	400	47.63	4	16	T	16	80	4	50	50
Lavadora mediana 1	18000	0.8	14400	400	25.98	4	10	T	10	60	4	63	40
Lavadora mediana 2	18000	0.8	14400	400	25.98	4	10	T	10	60	4	50	40
Dosificador	1000	0.8	800	400	1.44	4	2.5	T	2.5	25	4	10	20
Bomba incendio	12000	0.8	9600	400	17.32	4	6	T	6	44	4	32	20
Bomba fontanería	1800	0.8	1440	400	2.59	4	2.5	T	2.5	25	4	10	20
Bomba fontanería	500	0.8	400	400	0.73	4	2.5	T	2.5	25	4	10	20

## Cuadro general

Iluminación	P(W)	Coeficiente	P(w)	V(v)	Icorregida	S				I <sub>max</sub>	Protección magnetotérmico		tubo
Toma trifásica (III+T) de 20A ( 2 tomas)	15200	0.8	12.160	400	17.55	4	6	T	6	44	4	32	25
Toma monofásica (II+T) 16A ( 2 tomas)	6900	0.8	3.450	230	15	2	4	T	4	38	2	25	20
Motor puerta 1 exterior	4225	0.8	3.380	400	4.87	4	2.5	T	2.5	25	4	10	20
Motor puerta 1 exterior	4225	0.8	3.380	400	4.87	4	2.5	T	2.5	25	4	10	20
Cuadro A	100.495	0.8	80.396	400	116.5	4	120	T	150	404	4	200	75
Cuadro B	50.483	0.8	40.386	400	58.3	4	16	T	70	225	4	160	50
Cuadro C	90.251	0.8	72.200	400	104.22	4	25	T	70	225	4	200	50
Cuadro D	172.800	0.8	138.240	400	199.53	4	120	T	150	404	4	315	75
Cuadro E	100.928	0.8	80.742	400	116.54	4	120	T	150	404	4	200	75

Para los cálculos de los diferenciales y de los interruptores automáticos se ha seguido el mismo procedimiento, agrupando los receptores en alumbrado, acometida y máquinas

#### 1.14.4.- Acometida.

La acometida será subterránea por medio de una arqueta de conexión y servida por la empresa suministradora desde la red de distribución pública hasta la caja general de protección, pasando por el centro de transformación.

El tramo de acometida que va del centro de transformación a la CGP se encontrará a una tensión de 400 V.

Al encontrarse enterrada, en el cálculo se tendrán en cuenta los coeficientes de mayoración de la intensidad circulante recogidos en la ITC-BT-07.

No se aplicarán los factores de corrección relacionados con la temperatura del terreno porque se considerará éste a 25 °C, ni el relacionado con la resistividad térmica del terreno (1K·m/W), ni tampoco el relacionado con la profundidad de la instalación dado que los cables se enterrarán a una profundidad de 0,7 m.

Sin embargo si se aplicará tanto el factor de corrección relacionado con la existenciade una terna de cables unipolares en el interior del mismo tubo ( $F_c = 0.8$ ), como aquel otro relacionado con la agrupación de cables unipolares teniendo en cuenta que se encuentran en contacto ( $F_c = 0.8$ ).

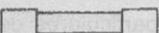
La siguiente tabla muestra los cálculos concernientes a éste último tramo de la acometida, realizados a partir de la potencia previsible del edificio:

#### 1.14.5.- Caja general de protección.

La corriente que circulará por el tramo de acometida, localizado entre el centro de transformación, y la caja general de protección, cuando la potencia sea la máxima previsible será:

$$I = 463,73 \text{ A}$$

Por la CGP circularán 463,73 A. Se colocarán fusibles de cuchilla del tipo 3 con una intensidad nominal de los fusibles de 630 A para preservar la instalación debido a aumentos de corrientes.

Modelo	Tipo / dimensiones	Intensidad nominal de las bases	Intensidad nominal de los fusibles
de cuchilla 	0	160 A	32-40-50-63-80-100-125-160 A
	1	250 A	100-125-160-200-250 A
	2	400 A	160-200-250-315-400 A
	3	630 A	315-400-630 A
cilindricos 	22 x 58 mm	100 A	16-20-25-32-40-50-63-80-100 A

#### 1.14.6.- Puesta a tierra.

Teniendo en cuenta la máxima sensibilidad de los interruptores diferenciales utilizados (30mA), se debe fijar el valor de la resistencia de puesta a tierra, de forma que las tensiones de contacto provocadas por las intensidades de defecto no superen los 50V en locales secos y 24V en locales húmedos. Se tomará el caso más desfavorable.

$$R \leq \frac{Ud}{I_{an}} = 800$$

Pero para mayor seguridad tomaremos como valor de R=18 OHMIOS

La resistividad del terreno es 150 ohmios xm

El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

$$R_t = \frac{\rho}{L} = 75 \text{ ohmios}$$

Como se puede observar estamos muy por encima del valor fijado. El número de picas a instalar para conseguir que la resistencia equivalente, obtenida como la asociación en paralelo de ellas, sea inferior a 18 es, en este caso:

$$n = \frac{R_{T1}}{R_T} = \frac{75}{18} = 4,17 \approx 5 \text{ picas}$$

$$R_T = \frac{R_{T1}}{n} = \frac{75}{5} = 15\Omega$$

La resistencia está por debajo del valor que se ha tomado anteriormente.

Para poder considerar las picas conectadas en paralelo, la distancia entre ellas deber ser tal que no se alcance en una de ellas una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto prevista (30mA). Se suele conseguir con una separación igual o superior a la longitud enterrada, es decir, 2 metros.

M. conductor de Cu desnudo	35 mm <sup>2</sup>	
Picas verticales acero recubierto Cu	14 mm	5 picas de 2m.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos. Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm<sup>2</sup> en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm<sup>2</sup> en Cu.

Fdo:

José Bailón Peidró  
E.S.I.  
Sevilla, Octubre de 2010