# ANEXO Nº 5 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

## ÍNDICE

**1 CALCULO DE LA DEMANDA DE POTENCIA ..... 3**

**2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ..... 6**

**2.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN ..... 6**

**2.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN ..... 6**

**2.3 CORTOCIRCUITOS ..... 7**

*2.3.1 Observaciones ..... 7*

*2.3.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito ..... 7*

*2.3.3 Cortocircuito en el lado de Media Tensión ..... 8*

*2.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión ..... 8*

**2.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO ..... 8**

*2.4.1 Comprobación por densidad de corriente ..... 8*

*2.4.2 Comprobación por solicitación electrodinámica ..... 8*

*2.4.3 Comprobación por solicitación térmica ..... 9*

**2.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS ..... 9**

**2.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT ..... 10**

**2.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ..... 10**

**2.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS ..... 11**

**2.9 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA ..... 12**

*2.9.1 Investigación de las características del suelo ..... 12*

*2.9.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto. ..... 12*

*2.9.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra ..... 13*

*2.9.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra ..... 13*

*2.9.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación ..... 16*

*2.9.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación ..... 17*

*2.9.7 Cálculo de las tensiones aplicadas ..... 18*

*2.9.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior ..... 19*

*2.9.9 Corrección y ajuste del diseño inicial ..... 20*

**2.10 CÁLCULO DE LOS INTERRUPTORES Y CONDUCTORES PRINCIPALES DE BAJA TENSIÓN ..... 21**

*2.10.1 Cálculos aparellaje y conductores baja tensión. ..... 27*

**3 CÁLCULO DE LOS EQUIPOS DE CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA ..... 29**

**4 CÁLCULO DE LA RED GENERAL DE TIERRAS DE LA PLANTA..... 30**

**4.1 CÁLCULOS ALUMBRADO INTERIOR ..... 32**

# 1 CALCULO DE LA DEMANDA DE POTENCIA

Del estudio y recuento de los motores y demás equipos eléctricos de la planta se obtienen las potencias instaladas y simultáneas en el único cuadro de protección y maniobra de motores.

El concepto de potencia instalada es obvio, mientras que para obtener la potencia simultánea en el cuadro se ha aplicado el siguiente criterio: descontar los motores de reserva y aquellos elementos de funcionamiento en caso excepcional o con ocasión de operaciones de mantenimiento (equipos de aislamiento de líneas o aparatos y polipastos o elementos de elevación en general).

En dichos listados quedan perfectamente reflejados los rendimientos de los motores, factores de potencia, coeficientes de simultaneidad, factores de carga, rendimiento y factor de sobredimensionamiento por variadores de frecuencia.

A continuación se incluye el listado de consumos, con expresión de las potencias instaladas y simultáneas

| Motor | Descripción | CCM | Unidades Instaladas | Unidades en funcionamient | PN ( Kw ) | µ | cos φ | Factor de simultaneidad | Factor de carga | µ VF | Potencia absovida (kW) | Potencia absovida (kVA) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | |
| | **CUADRO PROTECCIÓN Y MANIOBRA DE MOTORES** | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | Compuerta de derivación general | CCM | 1 | 1 | 0,55 | 0,690 | 0,75 | 1,00 | 0,80 | 1,00 | 0,64 | 0,85 |
| | Válvula motorizada aislamiento planta pretratamiento compacto | CCM | 2 | 2 | 0,37 | 0,720 | 0,72 | 1,00 | 0,80 | 1,00 | 0,82 | 1,14 |
| | Cuadro eléctrico planta pretratamiento compacto | CCM | 2 | 2 | 5,59 | 0,887 | 0,83 | 1,00 | 0,85 | 1,00 | 10,71 | 12,90 |
| | Concentrador de grasas | CCM | 1 | 1 | 0,18 | 0,610 | 0,70 | 1,00 | 0,80 | 1,00 | 0,24 | 0,34 |
| | Válvula medida caudal salida pretratamiento | CCM | 1 | 1 | 0,55 | 0,690 | 0,75 | 1,00 | 0,80 | 1,00 | 0,64 | 0,85 |
| | Compuerta de alimentación tratamiento biológico | CCM | 2 | 2 | 0,55 | 0,690 | 0,75 | 1,00 | 0,80 | 1,00 | 1,28 | 1,70 |
| | Polipasto soplantes biológico | CCM | 1 | 1 | 0,73 | 0,796 | 0,80 | 1,00 | 0,80 | 1,00 | 0,73 | 0,92 |
| | Soplante reactor biológico | CCM | 5 | 4 | 15,00 | 0,906 | 0,85 | 1,00 | 0,90 | 0,98 | 60,82 | 71,55 |
| | Ventilador cabina de soplantes | CCM | 5 | 4 | 0,18 | 0,610 | 0,70 | 1,00 | 0,80 | 1,00 | 0,94 | 1,35 |
| | Agitador reactor biológico | CCM | 2 | 2 | 3,00 | 0,855 | 0,80 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 5,82 | 7,28 |
| | Bomba dosificadora de cloruro férrico | CCM | 3 | 2 | 0,12 | 0,610 | 0,70 | 1,00 | 0,80 | 0,98 | 0,32 | 0,46 |
| | Decantador secundario | CCM | 2 | 2 | 0,12 | 0,610 | 0,70 | 1,00 | 0,80 | 1,00 | 0,31 | 0,45 |
| | Bomba de fangos en exceso | CCM | 2 | 1 | 1,30 | 0,828 | 0,80 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 1,30 | 1,63 |
| | Bomba de fangos en recirculación | CCM | 3 | 2 | 2,20 | 0,843 | 0,80 | 1,00 | 0,83 | 0,98 | 4,42 | 5,53 |
| | Bomba de espumas y flotantes | CCM | 2 | 1 | 0,55 | 0,690 | 0,75 | 1,00 | 0,80 | 1,00 | 0,64 | 0,85 |
| | Espesador fangos | CCM | 1 | 1 | 0,18 | 0,610 | 0,70 | 1,00 | 0,80 | 1,00 | 0,24 | 0,34 |
| | Polipasto edificio de deshidratación | CCM | 1 | 1 | 1,68 | 0,843 | 0,80 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 1,65 | 2,07 |
| | Bomba de fangos a deshidratación | CCM | 2 | 1 | 1,10 | 0,814 | 0,80 | 1,00 | 0,83 | 0,98 | 1,14 | 1,43 |
| | Cuadro control centrífuga | CCM | 1 | 1 | 1,10 | 0,814 | 0,80 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 1,12 | 1,40 |
| | Centrífuga (motor principal) | CCM | 1 | 1 | 11,00 | 0,898 | 0,85 | 1,00 | 0,90 | 0,98 | 11,25 | 13,23 |
| | Centrífuga (motor trasero) | CCM | 1 | 1 | 7,50 | 0,887 | 0,83 | 1,00 | 0,85 | 0,98 | 7,33 | 8,84 |
| | Cuadro compacto preparación polielectrolito | CCM | 1 | 1 | 0,98 | 0,814 | 0,80 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 0,98 | 1,22 |
| | Bomba dosificadora de polielectrolito | CCM | 2 | 1 | 0,37 | 0,720 | 0,72 | 1,00 | 0,80 | 0,98 | 0,42 | 0,58 |
| | Bomba de vaciados | CCM | 2 | 1 | 1,70 | 0,843 | 0,80 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 1,67 | 2,09 |
| | Grupo de presión agua de servicios auxiliares y riego | CCM | 1 | 1 | 1,10 | 0,814 | 0,80 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 1,12 | 1,40 |
| | Filtro autolimpiante | CCM | 1 | 1 | 2,20 | 0,843 | 0,80 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 2,17 | 2,71 |
| | Compresor aire de servicio | CCM | 2 | 2 | 2,20 | 0,843 | 0,80 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 4,33 | 5,42 |
| | Ventilador de desodorización | CCM | 1 | 1 | 11,00 | 0,898 | 0,85 | 1,00 | 0,90 | 1,00 | 11,02 | 12,97 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | **TOTAL CCM** | | | | | | | | | | **134,09** | **161,49** |

| Motor | Descripción | CCM | Unidades Instaladas | Unidades en funcionamient | PN ( Kw ) | µ | cos φ | Factor de simultaneidad | Factor de carga | µ VF | Potencia absovida (kW) | Potencia absovida (kVA) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | |
| | **CUADRO GENERAL DE ALUMBRADO Y TOMAS DE CORRIENTE** | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | Alumbrado interior | CGAL | 1 | 0,80 | 9,43 | 0,850 | 0,85 | 0,85 | 1 | 1 | 7,55 | 8,88 |
| | Alumbrado exterior | CGAL | 1 | 1,00 | 2,43 | 0,850 | 0,85 | 1 | 1 | 1 | 2,86 | 3,36 |
| | Tomas de corriente | CGAL | 1 | 0,40 | 23,00 | 0,850 | 0,85 | 0,6 | 0,8 | 1 | 5,20 | 6,11 |
| | Sistema de control | CGAL | 1 | 1,00 | 10,00 | 0,900 | 0,9 | 1 | 1 | 1 | 11,11 | 12,35 |
| | Aire acondicionado | CGAL | 1 | 1,00 | 39,00 | 0,900 | 0,9 | 1 | 1 | 1 | 43,33 | 48,15 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | **TOTAL CUADRO** | | | | | | | | | | **70,04** | **78,85** |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

**RESUMEN CONSUMOS** — CARGA 80%

| CUADROS | KW | KVA | % OVERSIZE | (KVA) |
|---|---|---|---|---|
| CUADRO PROTECCIÓN Y MANIOBRA DE MOTORES | 134,09 | 161,49 | 20 | 193,79 |
| CUADRO GENERAL DE ALUMBRADO Y TOMAS DE CORRIENTE | 70,04 | 78,85 | | 78,85 |
| TOTAL | 204,14 | 240,34 | | 272,64 |

Número de transformadores 1 x 400 KVA

La potencia demandada por las instalaciones previstas será:

Potencia total simultánea.

P = 204,14 KW

Potencia aparente.

S = 240,34 KVA

Potencia aparente con un 20% de reserva de potencia.

S = 272,64 KVA

A la vista de los resultados obtenidos se ha procedido a la instalación de un transformador de potencia de 400 kVA.

# 2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

## 2.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3}\ U_p} \qquad (2.1.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

$U_p$ tensión primaria [kV]

$I_p$ intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 15 kV.

Para el único transformador de este centro de transformación, la potencia es de 400 kVA.

Ip = 15,4 A

## 2.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

Para el único transformador de este centro de transformación, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3}\ U_s} \qquad (2.2.a)$$

Donde:

P potencia del transformador [kVA]

$U_s$ tensión en el secundario [kV]

$I_s$ intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

Is = 549,9 A.

## 2.3 CORTOCIRCUITOS

### 2.3.1 Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

### 2.3.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \quad U_p} \qquad (2.3.2.a)$$

Donde:

$S_{cc}$ potencia de cortocircuito de la red [MVA]

$U_p$ tensión de servicio [kV]

$I_{ccp}$ corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \quad P}{\sqrt{3} \quad E_{cc} \quad U_s} \qquad (2.3.2.b)$$

Donde:

P potencia de transformador [kVA]

$E_{cc}$ tensión de cortocircuito del transformador [%]

$U_s$ tensión en el secundario [V]

$I_{ccs}$ corriente de cortocircuito [kA]

### 2.3.3 Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 15 kV, la intensidad de cortocircuito es :

$$Iccp = 13,5 \text{ kA}$$

### 2.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este centro de transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$Iccs = 13,7 \text{ kA}$$

## 2.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

### 2.4.1 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

### 2.4.2 Comprobación por solicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$Icc(din) = 33,7 \text{ kA}$$

### 2.4.3 Comprobación por solicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$Icc(ter) = 13,5 \text{ kA}.$$

## 2.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de

transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador. La intensidad nominal de estos fusibles es de 32 A.

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorRPT, que permite que la celda, además de protección contra cortocircuitos, proteja contra sobreintensidades o sobrecargas y contra fugas a tierra. Se consigue así que la celda de protección con fusibles realice prácticamente las mismas funciones que un interruptor automático, pero con velocidad muy superior de los fusibles en el caso de cortocircuitos. De esta forma se limitan los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuitos y se protege de una manera más efectiva la instalación.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorRPT, que permite que la celda, además de protección contra cortocircuitos, proteja contra sobreintensidades o sobrecargas y contra fugas a tierra. Se consigue así que la celda de protección con fusibles realice prácticamente las mismas funciones que un interruptor automático, pero con velocidad muy superior de los fusibles en el caso de cortocircuitos. De esta forma se limitan los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuitos y se protege de una manera más efectiva la instalación.

## 2.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 15,4 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 235 A para un cable de sección de 95 $mm^2$ de Al según el fabricante.

## 2.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \quad K \quad \sqrt{h} \quad \Delta T^3} \qquad (2.7.a)$$

Donde:

Wcu pérdidas en el cobre del transformador [kW]

Wfe pérdidas en el hierro del transformador [kW]

K coeficiente en función de la forma de las rejas de entrada [aproximadamente entre 0,35 y 0,40]

h distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [m]

ΔT aumento de temperatura del aire [ºC]

Sr superficie mínima de las rejas de entrada [m2]

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los edificios prefabricados, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los centros de transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

## 2.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad parar el único transformador instalado en el centro, cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

## 2.9 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

### 2.9.1 Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este centro de transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

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

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

**Intensidad máxima de defecto:**

$$I_{dmax\ cal} = \frac{Un}{\sqrt{3}\ \sqrt{R^2_n + X^2_n}} \qquad (2.9.2.a)$$

Donde:

Un Tensión de servicio [kV]

Rn Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

Xn Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

Id max cal Intensidad máxima calculada [A]

La Id max en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a :

$$I_{d\ max\ cal} = 288{,}68\ A$$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$Id\ max = 200\ A$$

### 2.9.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del centro de transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

### 2.9.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: Ur = 15 kV

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro Rn = 0 Ohm
- Reactancia del neutro Xn = 30 Ohm
- Limitación de la intensidad a tierra Idm = 200 A

Tipo de protección:

- Intensidad de arranque I'a = 100 A
- Tiempo de despeje t' = 0,5 seg

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

Vbt = 8000 V

Características del terreno:

- Resistencia de tierra Ro = 150 Ohm·m
- Resistencia del hormigón R'o = 3000 Ohm

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \quad R_t \leqslant V_{bt} \qquad (2.9.4.a)$$

Donde:

$I_d$ intensidad de falta a tierra [A]

$R_t$ resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$V_{bt}$ tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \quad \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \qquad (2.9.4.b)$$

Donde:

$U_n$ tensión de servicio [V]

$R_n$ resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

$R_t$ resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$X_n$ reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

$I_d$ intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

Id = 110,55 A

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

Rt = 72,36 Ohm

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el

requisito de tener una Kr más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \qquad (2.9.4.c)$$

Donde:

$R_t$ resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$R_o$ resistividad del terreno en [Ohm·m]

$K_r$ coeficiente del electrodo

**Centro de transformación**

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

Kr <= 0,4824

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: ..... 70/25/5/42
- Geometría del sistema: ..... Anillo rectangular
- Distancia de la red: ..... 7.0x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: ..... 0,5 m
- Número de picas: ..... cuatro
- Longitud de las picas: ..... 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia Kr = 0,084
- De la tensión de paso Kp = 0,0186
- De la tensión de contacto Kc = 0,0409

**Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.**

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del centro de transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r * R_o \qquad (2.9.4.d)$$

Donde:

$K_r$ coeficiente del electrodo

$R_o$ resistividad del terreno en [Ohm·m]

$R'_t$ resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Por lo que para el centro de transformación:

$$R't = 12{,}6 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$I'd = 200 \text{ A}$$

## 2.9.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'd = R't * I'd \qquad (2.9.5.a)$$

Donde:

$R'_t$ resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$I'_d$ intensidad de defecto [A]

$V'_d$ tensión de defecto [V]

por lo que en el centro de transformación:

$$V'd = 2520 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \quad R_o \quad I'_d \qquad (2.9.5.b)$$

Donde:

$K_c$ coeficiente

$R_o$ resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'_d$ intensidad de defecto [A]

$V'_c$ tensión de paso en el acceso [V]

Por lo que tendremos en el centro de transformación:

$$V'c = 1227 \text{ V}$$

## 2.9.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \quad R_o \quad I'_d \qquad (2.9.6.a)$$

Donde:

$K_p$ coeficiente

$R_o$ resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'_d$ intensidad de defecto [A]

$V'_p$ tensión de paso en el exterior [V]

Por lo que, para este caso:

V'p = 558 V en el centro de transformación

## 2.9.7 Cálculo de las tensiones aplicadas

**Centro de transformación**

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

t = 0,5 seg

K = 72

n = 1

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \quad K}{t^n} \quad 1 + \frac{6 \quad R_o}{1000} \qquad (2.9.7.a)$$

Donde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

$R_o$ resistividad del terreno en [Ohm·m]

$V_p$ tensión admisible de paso en el exterior [V]

Por lo que, para este caso

Vp = 2736 V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \quad K}{t^n} \quad 1 + \frac{3 \quad R_o + 3 \quad R'_o}{1000} \qquad (2.9.7.b)$$

Donde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

$R_o$ resistividad del terreno en [Ohm·m]

$R'_o$ resistividad del hormigón en [Ohm·m]

$V_{p(acc)}$ tensión admisible de paso en el acceso [V]

Por lo que, para este caso

$$Vp(acc) = 15048 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este centro de transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'p = 558 \text{ V} < Vp = 2736 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'p(acc) = 1227 \text{ V} < Vp(acc) = 15048 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'd = 2520 \text{ V} < Vbt = 8000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$Ia = 100 \text{ A} < Id = 200 \text{ A} < Idm = 200 \text{ A}$$

### 2.9.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, por normativa de la compañía distribuidora GESA Gas y Electricidad.

La distancia mínima de separación para este centro de transformación:

$$D = 20 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación:..... 5/22 (según método UNESA)
- Geometría:.....Picas alineadas
- Número de picas: ..... dos
- Longitud entre picas: .....2 metros
- Profundidad de las picas: .....0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

$$Kr = 0{,}201$$

$$Kc = 0{,}0392$$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$Rtserv = Kr \cdot Ro = 0{,}201 \cdot 150 = 30{,}15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

### 2.9.9 Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se

cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

## 2.10 CÁLCULO DE LOS INTERRUPTORES Y CONDUCTORES PRINCIPALES DE BAJA TENSIÓN

A continuación se calculan las intensidades de cada uno de los cuadros de la instalación, la intensidad de cortocircuito en los embarrados de los cuadros, así como las secciones de los cables y la caída de tensión en cada uno de ellos.

En hojas posteriores se adjuntan los cálculos de los distintos motores con sus secciones, longitudes y caída de tensión.

Para la realización del cálculo las formulas a emplear han sido las siguientes:

**Sistema Trifásico**

I = Pc / 1,732 x U x Cosφ x R = amp (A)

e = (L x Pc / k x U x n x S x R) + (L x Pc x Xu x Senφ / 1000 x U x n x R x Cosφ) = voltios (V)

**Sistema Monofásico:**

I = Pc / U x Cosφ x R = amp (A)

e = (2 x L x Pc / k x U x n x S x R) + (2 x L x Pc x Xu x Senφ / 1000 x U x n x R x Cosφ) = voltios (V)

Donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

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

S = Sección del conductor en mm².

Sen φ = Seno de fi. Factor de potencia.

Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = Nº de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

**Fórmula Conductividad Eléctrica**

$K = 1/\rho$

$\rho = \rho\ 20[1+ \alpha\ (T-20)]$

$T = T0 + [(Tmax-T0)\ (I/Imax)^2]$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ20 = Resistividad del conductor a 20ºC.

Cu = 0.018

Al = 0.029

α = Coeficiente de temperatura:

Cu = 0.00392

Al = 0.00403

T = Temperatura del conductor (ºC).

T0 = Temperatura ambiente (ºC):

Cables enterrados = 25ºC

Cables al aire = 40ºC

Tmax = Temperatura máxima admisible del conductor (ºC):

XLPE, EPR = 90ºC

PVC = 70ºC

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

Imax = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

**Fórmulas Sobrecargas**

Ib ≤ In ≤ Iz

I2 ≤ 1,45 Iz

Donde:

Ib: intensidad utilizada en el circuito.

Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.

I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

**Fórmulas Cortocircuito**

IpccF = Ct U / √ 3 Zt

Siendo,

IpccF: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

Ct: Coeficiente de tensión.

U: Tensión trifásica en V.

Zt: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

IpccF = Ct UF / 2 Zt

Siendo,

IpccF: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

Ct: Coeficiente de tensión.

UF: Tensión monofásica en V.

Zt: Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$Zt = (R\ t^2 + X\ t^2)\ ½$

Siendo,

Rt: R1 + R2 + ...+ Rn (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt: X1 + X2 + .. + Xn (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$R = L \cdot 1000 \cdot CR / K \cdot S \cdot n$ (mohm)

$X = Xu \cdot L / n$ (mohm)

R: Resistencia de la línea en mohm.

X: Reactancia de la línea en mohm.

L: Longitud de la línea en m.

CR: Coeficiente de resistividad.

K: Conductividad del metal.

S: Sección de la línea en mm².

Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: nº de conductores por fase.

$tmcicc = Cc \cdot S^2 / IpccF^2$

Siendo,

tmcicc: Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una Ipcc.

Cc= Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S: Sección de la línea en mm².

IpccF: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$tficc = cte.\ fusible / IpccF^2$

Siendo,

tficc: tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

IpccF: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$Lmax = 0,8\ UF\ /\ 2 \cdot IF5 \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (Xu / n \cdot 1000)^2}$

Siendo,

Lmax: Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

UF: Tensión de fase (V)

K: Conductividad

S: Sección del conductor (mm²)

Xu: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: nº de conductores por fase

Ct= 0,8: Es el coeficiente de tensión.

CR = 1,5: Es el coeficiente de resistencia.

IF5 = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

Curvas válidas.(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético)

| | |
|---|---|
| CURVA B | IMAG = 5 In |
| CURVA C | IMAG = 10 In |
| CURVA D Y MA | IMAG = 20 In |

**Fórmulas Embarrados**

Cálculo electrodinámico

$\sigma max = Ipcc^2 \cdot L^2 / ( 60 \cdot d \cdot Wy \cdot n)$

Siendo,

σmax: Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)

Ipcc: Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)

n: nº de pletinas por fase

Wy: Módulo resistente por pletina eje y-y ($cm^3$)

σadm: Tensión admisible material ($kg/cm^2$)

Comprobación por solicitación térmica en cortocircuito

$Icccs = Kc \cdot S / ( 1000 \cdot \sqrt{tcc})$

Siendo,

Ipcc: Intensidad permanente de c.c. (kA)

Icccs: Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas ($mm^2$)

tcc: Tiempo de duración del cortocircuito (s)

Kc: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

### 2.10.1 Cálculos aparellaje y conductores baja tensión.

A continuación se incluyen los datos de partida, coeficientes de corrección utilizados y los resultados del cálculo de los interruptores y conductores principales de baja tensión, así como los cálculos de los distintos motores con sus secciones, longitudes y caída de tensión.

| EQUIPAMIENTO | | | UNIDADES | | | | | | | | | | | | | | | Iz (A) | Iz (A) | | | | | | CAÍDA DE TENSIÓN % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MOTOR | DESCRIPCIÓN | CCM | INSTALADAS | FUNCIONANDO | PN (Kw) | cos φ | I N (A) | TIPO DE CIRCUITO/ARRANQUE | COEFICIENTE DE CÁLCULO | I Calcul (A) | φ | sen φ | TENSIÓN (V) | AISLAMIENTO | Conductor | MÉTODO DE INSTALACIÓN | FACTOR DE CORRECCIÓN | CONDICIONES NORMALES X CONDUCTOR | CONDICIONES REALES | LONGITUD (mts) | Nº DE CABLES POR FASE | SECCIÓN (mm2) | R | X | AGUAS ARRIBA | CIRCUITO | TOTAL |
| | **CUADRO DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA DE MOTORES (400 V)** | **CCM** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **TRANSFORMADOR DE POTENCIA (400 KVA)** | **CCM** | 1 | 1 | | 0,829 | 577,35 | FEEDER-4P-630A | = In Q | 630,00 | 34,00078 º | 0,56 | 400 | XLPE RV-K (AS) 0,6/1 KV | Cu | Enterrado | 0,62 | 400,00 | 747,84 | 30 | 3 | 3x[3x(1 x 240)] + (1 x 150) | 0,0902 | 0,0900 | | 0,31 | 0,31 |
| | **CUADRO GENERAL DE ALUMBRADO Y TOMAS DE CORRIENTE** | **CCM** | 1 | 1 | **70,04** | 0,85 | 125,62 | FEEDER-4P-160A | = In Q | 160,00 | 31,78833 º | 0,53 | 400 | XLPE RV-K (AS) 0,6/1 KV | Cu | Canal ventilado | 0,67 | 271,00 | 182,11 | 10 | 1 | 3x(1 x 95) + (1 x 50) | 0,231 | 0,0960 | 0,31 | 0,13 | 0,45 |
| | **BATERÍA DE CONDENSADORES (125 kVAr)** | **CCM** | 1 | 1 | | 0,980 | 180,42 | FEEDER-3P-250A | = In Q | 250,00 | 11,47834 º | 0,20 | 400 | XLPE RV-K (AS) 0,6/1 KV | Cu | Canal ventilado | 0,67 | 224,00 | 301,06 | 10 | 2 | 3x[2x(1 x 70)] | 0,321 | 0,0970 | 0,31 | 0,13 | 0,44 |
| | **BOTE FIJO DE CONDENSADORES (12,5 kVAr)** | **CCM** | 1 | 1 | | 0,980 | 18,04 | FEEDER-3P-40A | = In Q | 40,00 | 11,47834 º | 0,20 | 400 | XLPE RV-K (AS) 0,6/1 KV | Cu | Canal ventilado | 0,67 | 87,00 | 58,46 | 10 | 1 | 3 x 16 | 1,38 | 0,0820 | 0,31 | 0,11 | 0,42 |
| | Compuerta de derivación general | **CCM** | 1 | 1 | 0,55 | 0,750 | 1,53 | Inversor | 1,25 | 1,92 | 41,40962 º | 0,66 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 30,00 | 21,00 | 54 | 1 | 4 x 2,5 | 8,8700 | 0,1090 | 0,31 | 0,24 | 0,55 |
| | Válvula motorizada aislamiento planta pretratamiento compacto | **CCM** | 2 | 2 | 0,37 | 0,720 | 1,03 | Inversor | 1,25 | 1,29 | 43,94552 º | 0,69 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 30,00 | 21,00 | 27 | 1 | 4 x 2,5 | 8,8700 | 0,1090 | 0,31 | 0,08 | 0,39 |
| | Cuadro eléctrico planta pretratamiento compacto | **CCM** | 2 | 2 | 5,59 | 0,830 | 12,35 | Feeder 4P25A | 1.25(M>) | 15,44 | 33,90126 º | 0,56 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 65,00 | 45,50 | 27 | 1 | 4 x 10 | 2,1900 | 0,0860 | 0,31 | 0,27 | 0,58 |
| | Concentrador de grasas | **CCM** | 1 | 1 | 0,18 | 0,700 | 0,61 | Directo | 1,25 | 0,76 | 45,57300 º | 0,71 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 30,00 | 21,00 | 21 | 1 | 4 x 2,5 | 8,8700 | 0,1090 | 0,31 | 0,03 | 0,35 |
| | Válvula medida caudal salida pretratamiento | **CCM** | 1 | 1 | 0,55 | 0,750 | 1,53 | Inversor | 1,25 | 1,92 | 41,40962 º | 0,66 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 26,50 | 18,55 | 45 | 1 | 4 x 2,5 | 8,8700 | 0,1090 | 0,31 | 0,20 | 0,51 |
| | Compuerta de alimentación tratamiento biológico | **CCM** | 2 | 2 | 0,55 | 0,750 | 1,53 | Inversor | 1,25 | 1,92 | 41,40962 º | 0,66 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Enterrado | 0,62 | 30,00 | 18,70 | 45 | 1 | 4 x 2,5 | 8,8700 | 0,1090 | 0,31 | 0,20 | 0,51 |
| | Polipasto soplantes biológico | **CCM** | 1 | 1 | 0,73 | 0,800 | 1,65 | Feeder 4P25A | 1.25(M>) | 2,07 | 36,86990 º | 0,60 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 36,00 | 25,20 | 36 | 1 | 4 x 4 | 5,5200 | 0,1010 | 0,31 | 0,12 | 0,43 |
| | Soplante reactor biológico | **CCM** | 5 | 4 | 15,00 | 0,850 | 28,11 | Variador | 1,25 | 35,14 | 31,78833 º | 0,53 | 400 | XLPE RVKV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 65,00 | 45,50 | 39 | 1 | 4 x 10 | 2,1900 | 0,0860 | 0,31 | 0,91 | 1,22 |
| | Ventilador cabina de soplantes | **CCM** | 5 | 4 | 0,18 | 0,700 | 0,61 | Directo | 1,25 | 0,76 | 45,57300 º | 0,71 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 26,50 | 18,55 | 39 | 1 | 4 x 2,5 | 8,8700 | 0,1090 | 0,31 | 0,06 | 0,38 |
| | Agitador reactor biológico | **CCM** | 2 | 2 | 3,00 | 0,800 | 6,33 | Directo | 1,25 | 7,91 | 36,86990 º | 0,60 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Enterrado | 0,62 | 30,00 | 18,70 | 68 | 1 | 4 x 2,5 | 8,8700 | 0,1090 | 0,31 | 1,33 | 1,64 |
| | Bomba dosificadora de cloruro férrico | **CCM** | 3 | 2 | 0,12 | 0,700 | 0,41 | Variador | 1,25 | 0,51 | 45,57300 º | 0,71 | 400 | XLPE RVKV-K 0,6/1 KV | Cu | Enterrado | 0,62 | 30,00 | 18,70 | 52 | 1 | 4 x 2,5 | 8,8700 | 0,1090 | 0,31 | 0,06 | 0,37 |
| | Decantador secundario | **CCM** | 2 | 2 | 0,12 | 0,700 | 0,41 | Directo | 1,25 | 0,51 | 45,57300 º | 0,71 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Enterrado | 0,62 | 30,00 | 18,70 | 65 | 1 | 4 x 2,5 | 8,8700 | 0,1090 | 0,31 | 0,07 | 0,38 |
| | Bomba de fangos en exceso | **CCM** | 2 | 1 | 1,30 | 0,800 | 2,83 | Directo | 1,25 | 3,54 | 36,86990 º | 0,60 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Enterrado | 0,62 | 30,00 | 18,70 | 63 | 1 | 4 x 2,5 | 8,8700 | 0,1090 | 0,31 | 0,55 | 0,86 |
| | Bomba de fangos en recirculación | **CCM** | 3 | 2 | 2,20 | 0,800 | 4,71 | Variador | 1,25 | 5,89 | 36,86990 º | 0,60 | 400 | XLPE RVKV-K 0,6/1 KV | Cu | Enterrado | 0,62 | 30,00 | 18,70 | 64 | 1 | 4 x 2,5 | 8,8700 | 0,1090 | 0,31 | 0,93 | 1,25 |
| | Bomba de espumas y flotantes | **CCM** | 2 | 1 | 0,55 | 0,750 | 1,53 | Directo | 1,25 | 1,92 | 41,40962 º | 0,66 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Enterrado | 0,62 | 30,00 | 18,70 | 66 | 1 | 4 x 2,5 | 8,8700 | 0,1090 | 0,31 | 0,29 | 0,61 |
| | Espesador fangos | **CCM** | 1 | 1 | 0,18 | 0,700 | 0,61 | Directo | 1,25 | 0,76 | 45,57300 º | 0,71 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Enterrado | 0,62 | 30,00 | 18,70 | 49 | 1 | 4 x 2,5 | 8,8700 | 0,1090 | 0,31 | 0,08 | 0,39 |
| | Polipasto edificio de deshidratación | **CCM** | 1 | 1 | 1,68 | 0,800 | 3,60 | Feeder 4P25A | 1.25(M>) | 4,49 | 36,86990 º | 0,60 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 36,00 | 25,20 | 39 | 1 | 4 x 4 | 5,5200 | 0,1010 | 0,31 | 0,27 | 0,58 |
| | Bomba de fangos a deshidratación | **CCM** | 2 | 1 | 1,10 | 0,800 | 2,44 | Variador | 1,25 | 3,05 | 36,86990 º | 0,60 | 400 | XLPE RVKV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 26,50 | 18,55 | 41 | 1 | 4 x 2,5 | 8,8700 | 0,1090 | 0,31 | 0,31 | 0,62 |
| | Cuadro control centrífuga | **CCM** | 1 | 1 | 1,10 | 0,800 | 2,44 | Feeder 4P25A | 1.25(M>) | 3,05 | 36,86990 º | 0,60 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 36,00 | 25,20 | 46 | 1 | 4 x 4 | 5,5200 | 0,1010 | 0,31 | 0,22 | 0,53 |
| | Centrífuga (motor principal) | **CCM** | 1 | 1 | 11,00 | 0,850 | 20,80 | Variador | 1,25 | 26,00 | 31,78833 º | 0,53 | 400 | XLPE RVKV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 46,00 | 32,20 | 47 | 1 | 4 x 6 | 3,6900 | 0,0960 | 0,31 | 1,35 | 1,66 |
| | Centrífuga (motor trasero) | **CCM** | 1 | 1 | 7,50 | 0,830 | 14,70 | Variador | 1,25 | 18,38 | 33,90126 º | 0,56 | 400 | XLPE RVKV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 36,00 | 25,20 | 49 | 1 | 4 x 4 | 5,5200 | 0,1010 | 0,31 | 1,45 | 1,76 |
| | Cuadro compacto preparación polielectrolito | **CCM** | 1 | 1 | 0,98 | 0,800 | 1,44 | Feeder 4P25A | 1.25(M>) | 1,79 | 36,86990 º | 0,60 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 36,00 | 25,20 | 36 | 1 | 4 x 4 | 5,5200 | 0,1010 | 0,31 | 0,10 | 0,41 |
| | Bomba dosificadora de polielectrolito | **CCM** | 2 | 1 | 0,37 | 0,720 | 1,03 | Variador | 1,25 | 1,29 | 43,94552 º | 0,69 | 400 | XLPE RVKV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 26,50 | 18,55 | 34 | 1 | 4 x 2,5 | 8,8700 | 0,1090 | 0,31 | 0,10 | 0,41 |
| | Bomba de vaciados | **CCM** | 2 | 1 | 1,70 | 0,800 | 3,64 | Directo | 1,25 | 4,55 | 36,86990 º | 0,60 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Enterrado | 0,62 | 26,50 | 16,51 | 69 | 1 | 4 x 2,5 | 8,8700 | 0,1090 | 0,31 | 0,77 | 1,09 |
| | Grupo de presión agua de servicios auxiliares y riego | **CCM** | 1 | 1 | 1,10 | 0,800 | 2,44 | Feeder 4P25A | 1.25(M>) | 3,05 | 36,86990 º | 0,60 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Enterrado | 0,62 | 36,00 | 22,44 | 80 | 1 | 4 x 4 | 5,5200 | 0,1010 | 0,31 | 0,38 | 0,69 |
| | Filtro autolimpiante | **CCM** | 1 | 1 | 2,20 | 0,800 | 4,71 | Feeder 4P25A | 1.25(M>) | 5,89 | 36,86990 º | 0,60 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Enterrado | 0,62 | 36,00 | 22,44 | 80 | 1 | 4 x 4 | 5,5200 | 0,1010 | 0,31 | 0,73 | 1,04 |
| | Compresor aire de servicio | **CCM** | 2 | 2 | 2,20 | 0,800 | 4,71 | Feeder 4P25A | 1.25(M>) | 5,89 | 36,86990 º | 0,60 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 36,00 | 25,20 | 34 | 1 | 4 x 4 | 5,5200 | 0,1010 | 0,31 | 0,31 | 0,62 |
| | Ventilador de desodorización | **CCM** | 1 | 1 | 11,00 | 0,850 | 20,80 | Directo | 1,25 | 26,00 | 31,78833 º | 0,53 | 400 | XLPE RV-K 0,6/1 KV | Cu | Aire | 0,70 | 46,00 | 32,20 | 40 | 1 | 4 x 6 | 3,6900 | 0,0960 | 0,31 | 1,15 | 1,46 |

# 3 CÁLCULO DE LOS EQUIPOS DE CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

| Motor | Descripción | Unidades | | $P_N$ (Kw) | μ | cos φ | $I_N$ (A) | $I_{SIM}$ (A) | φ | sen φ | $I_{active}$ | $I_{reactive}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Instaladas | En funcionamiento | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | **CUADRO PROTECCIÓN Y MANIOBRA DE MOTORES** | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | Compuerta de derivación general | 1 | 1 | 0,55 | 0,690 | 0,75 | 1,53 | 1,53 | 41,40962 º | 0,66 | 1,15 | 1,01 |
| | Válvula motorizada aislamiento planta pretratamiento compacto | 2 | 2 | 0,37 | 0,720 | 0,72 | 1,03 | 2,06 | 43,94552 º | 0,69 | 1,48 | 1,43 |
| | Cuadro eléctrico planta pretratamiento compacto | 2 | 2 | 5,59 | 0,887 | 0,83 | 12,35 | 24,71 | 33,90126 º | 0,56 | 20,51 | 13,78 |
| | Concentrador de grasas | 1 | 1 | 0,18 | 0,610 | 0,70 | 0,61 | 0,61 | 45,57300 º | 0,71 | 0,43 | 0,43 |
| | Válvula medida caudal salida pretratamiento | 1 | 1 | 0,55 | 0,690 | 0,75 | 1,53 | 1,53 | 41,40962 º | 0,66 | 1,15 | 1,01 |
| | Compuerta de alimentación tratamiento biológico | 2 | 2 | 0,55 | 0,690 | 0,75 | 1,53 | 3,07 | 41,40962 º | 0,66 | 2,30 | 2,03 |
| | Polipasto soplantes biológico | 1 | 1 | 0,73 | 0,796 | 0,80 | 1,65 | 1,65 | 36,86990 º | 0,60 | 1,32 | 0,99 |
| | Soplante reactor biológico | 5 | 4 | 15,00 | 0,906 | 0,85 | 28,11 | 112,46 | 31,78833 º | 0,53 | 95,59 | 59,24 |
| | Ventilador cabina de soplantes | 5 | 4 | 0,18 | 0,610 | 0,70 | 0,61 | 2,43 | 45,57300 º | 0,71 | 1,70 | 1,74 |
| | Agitador reactor biológico | 2 | 2 | 3,00 | 0,855 | 0,80 | 6,33 | 12,66 | 36,86990 º | 0,60 | 10,13 | 7,60 |
| | Bomba dosificadora de cloruro férrico | 3 | 2 | 0,12 | 0,610 | 0,70 | 0,41 | 0,81 | 45,57300 º | 0,71 | 0,57 | 0,58 |
| | Decantador secundario | 2 | 2 | 0,12 | 0,610 | 0,70 | 0,41 | 0,81 | 45,57300 º | 0,71 | 0,57 | 0,58 |
| | Bomba de fangos en exceso | 2 | 1 | 1,30 | 0,828 | 0,80 | 2,83 | 2,83 | 36,86990 º | 0,60 | 2,27 | 1,70 |
| | Bomba de fangos en recirculación | 3 | 2 | 2,20 | 0,843 | 0,80 | 4,71 | 9,42 | 36,86990 º | 0,60 | 7,53 | 5,65 |
| | Bomba de espumas y flotantes | 2 | 1 | 0,55 | 0,690 | 0,75 | 1,53 | 1,53 | 41,40962 º | 0,66 | 1,15 | 1,01 |
| | Espesador fangos | 1 | 1 | 0,18 | 0,610 | 0,70 | 0,61 | 0,61 | 45,57300 º | 0,71 | 0,43 | 0,43 |
| | Polipasto edificio de deshidratación | 1 | 1 | 1,68 | 0,843 | 0,80 | 3,60 | 3,60 | 36,86990 º | 0,60 | 2,88 | 2,16 |
| | Bomba de fangos a deshidratación | 2 | 1 | 1,10 | 0,814 | 0,80 | 2,44 | 2,44 | 36,86990 º | 0,60 | 1,95 | 1,46 |
| | Cuadro control centrífuga | 1 | 1 | 1,10 | 0,814 | 0,80 | 2,44 | 2,44 | 36,86990 º | 0,60 | 1,95 | 1,46 |
| | Centrífuga (motor principal) | 1 | 1 | 11,00 | 0,898 | 0,85 | 20,80 | 20,80 | 31,78833 º | 0,53 | 17,68 | 10,96 |
| | Centrífuga (motor trasero) | 1 | 1 | 7,50 | 0,887 | 0,83 | 14,70 | 14,70 | 33,90126 º | 0,56 | 12,20 | 8,20 |
| | Cuadro compacto preparación polielectrolito | 1 | 1 | 0,98 | 0,814 | 0,80 | 1,44 | 1,44 | 36,86990 º | 0,60 | 1,15 | 0,86 |
| | Bomba dosificadora de polielectrolito | 2 | 1 | 0,37 | 0,720 | 0,72 | 1,03 | 1,03 | 43,94552 º | 0,69 | 0,74 | 0,71 |
| | Bomba de vaciados | 2 | 1 | 1,70 | 0,843 | 0,80 | 3,64 | 3,64 | 36,86990 º | 0,60 | 2,91 | 2,18 |
| | Grupo de presión agua de servicios auxiliares y riego | 1 | 1 | 1,10 | 0,814 | 0,80 | 2,44 | 2,44 | 36,86990 º | 0,60 | 1,95 | 1,46 |
| | Filtro autolimpiante | 1 | 1 | 2,20 | 0,843 | 0,80 | 4,71 | 4,71 | 36,86990 º | 0,60 | 3,77 | 2,83 |
| | Compresor aire de servicio | 2 | 2 | 2,20 | 0,843 | 0,80 | 4,71 | 9,42 | 36,86990 º | 0,60 | 7,53 | 5,65 |
| | Ventilador de desodorización | 1 | 1 | 11,00 | 0,898 | 0,85 | 20,80 | 20,80 | 31,78833 º | 0,53 | 17,68 | 10,96 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | **INTENSIDAD TOTAL** | | | | | | | **266,18** | | | **220,67** | **148,13** |
| | **Cos φ1 =** | **0,829** | | **$\varphi_1$ =** | | **34,00** | | **tag $\varphi_1$ =** | | **0,67** | | |
| | **Cos φ2 =** | **0,980** | | | | | | | | | | |
| | **$\varphi_2$ =** | **11,478** | | | | | | | | | | |
| | **tag $\varphi_2$ =** | **0,203** | | | | | | | | | | |
| | **tag $\varphi_1$ - tag $\varphi_2$ =** | **0,471** | | | | | | | | | | |
| | **$P_{SIMULTÁNEA\ DE\ LA\ INSTALACIÓN}$=** | **134,09** | **kW** | | | | | | | | | |
| | **$Q_{BATERÍA\ DE\ CONDENSADORES}$=** | **63,22** | **kVAr** | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

| Motor | Descripción | Unidades | | $P_N$ (Kw) | μ | cos φ | $I_N$ (A) | $I_{SIM}$ (A) | φ | sen φ | $I_{active}$ | $I_{reactive}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Instaladas | En | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | **INTENSIDAD TOTAL** | | | | | | | **266,18** | | | **220,67** | **148,13** |
| | **Cos φ1 =** | **0,829** | | **$\varphi_1$ =** | | **34,00** | | **tag $\varphi_1$ =** | | **0,67** | | |
| | **Cos φ2 =** | **0,980** | | | | | | | | | | |
| | **$\varphi_2$ =** | **11,478** | | | | | | | | | | |
| | **tag $\varphi_2$ =** | **0,203** | | | | | | | | | | |
| | **tag $\varphi_1$ - tag $\varphi_2$ =** | **0,471** | | | | | | | | | | |
| | **$P_{SIMULTÁNEA\ DE\ LA\ INSTALACIÓN}$=** | **204,14** | **kW** | | | | | | | | | |
| | **$Q_{BATERÍA\ DE\ CONDENSADORES}$=** | **96,24** | **kVAr** | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | **Bateria elegida** | **125,00** | **kvar CLASE SAH** | | | | | **25 + 2 x 50** | | **kVAr** | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

# 4 CÁLCULO DE LA RED GENERAL DE TIERRAS DE LA PLANTA

La red general de tierras de las instalaciones se ha proyectado en base a los siguientes elementos:

- 12 Picas de acero cobrizado de 2,00 m de longitud.
- 380 m de cable de cobre desnudo de 95 mm² de sección
- sensibilidad de los interruptores de protección diferencial de la instalación de fuerza 300 mA

Para el proyecto de la red de tierras se ha considerado el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Instrucción ITC-BT-18 y para los cálculos las tablas 4 y 5 con los valores medios de la resistividad del terreno y de la resistencia de tierra para diversos electrodos.

| TABLA 4. Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno | |
|---|---|
| Naturaleza del terreno | Valor medio de la resistividad ohm.m |
| Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos | 50 |
| Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes | 500 |
| Suelos pedegrosos desnudos, arenas secas permeables | 3.000 |

| TABLA 5. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo | |
|---|---|
| Electrodo | Resistencia de tierra en ohmios |
| Placa enterrada | $R = 0{,}8 \ \rho / P$ |
| Pica vertical | $R = n\rho / L$ |
| Conductor enterrado horizontalmente | $R = 2\rho / L$ |

Donde:

ρ = resistividad del terreno en ohmios.m

P = perímetro de la placa en m

L = longitud de la pica o del conductor en m

n = número de picas

Aplicando las tablas anteriores tenemos:

- Resistencia de las picas:

$$R1 = \frac{\rho}{12\,L1} = \frac{500 \text{ ohm.m}}{12 \text{ x } 2{,}00 \text{ m}} = 20{,}83 \text{ Ohm}$$

- Resistencia del cable:

$$R2 = \frac{2\rho}{L2} = \frac{2 \text{ x } 500 \text{ ohm.m}}{380 \text{ m}} = 2{,}63 \text{ Ohm}$$

- La resistencia equivalente de dos resistencias en paralelo es:

$$Req = \frac{R1 \text{ x } R2}{R1 + R2}$$

Por tanto, tenemos:

$$Req = \frac{20{,}83 \text{ x } 2{,}63}{20{,}83 + 2{,}63} = 2{,}33 \text{ ohm}$$

La tensión a que estarán sometidas las masas metálicas en caso de defecto será:

U = Is x Rec

Donde:

U = tensión en voltios

Is = intensidad máxima de defecto a tierra o sensibilidad de disparo de la protección diferencial, en amperios

Req = resistencia equivalente de la red de tierras, en ohmios

Aplicando:

U = 0,3 A x 2,33 ohm = 0,69 V

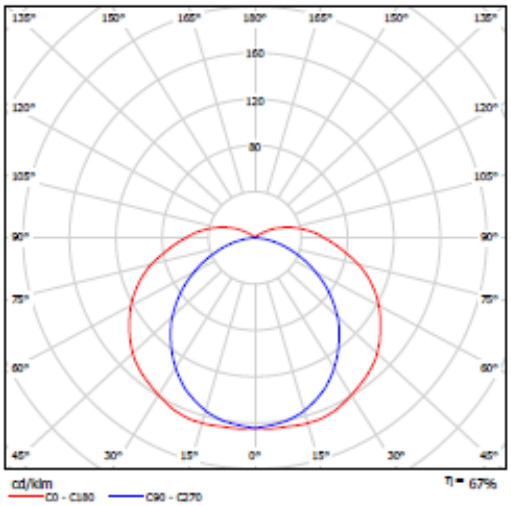
Como se puede ver, esta tensión es perfectamente admisible y no constituye peligro alguno para las personas.

## 4.1 CÁLCULOS ALUMBRADO INTERIOR

A continuación se adjuntan los resultados de las hojas de cálculo de las instalaciones de alumbrado interior.

# Philips TCW215 2xTL-D36W HFP / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:




Clasificación luminarias según CIE: 91
Código CIE Flux: 39 68 88 91 67

Emisión de luz 1:

**Valoración de deslumbramiento según UGR**

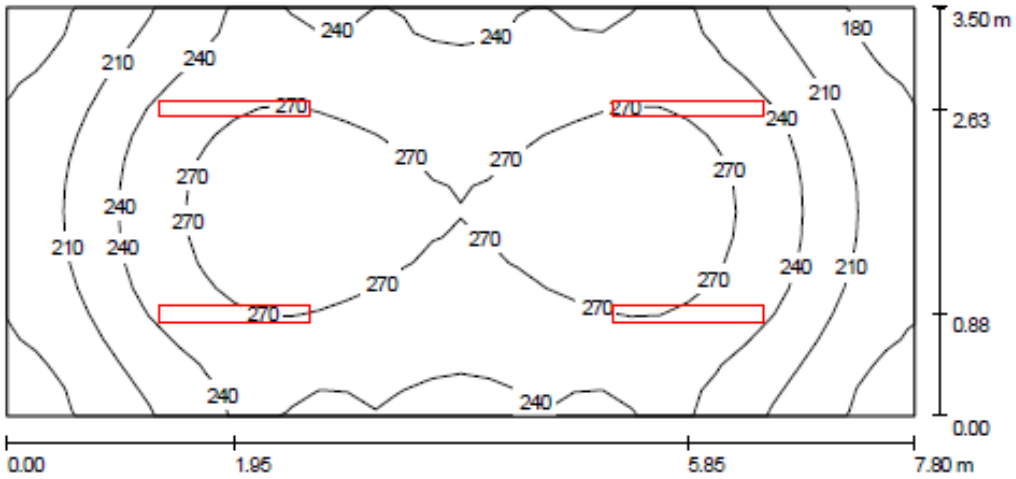
| ρ Techo | | 70 | 70 | 50 | 50 | 20 | 70 | 70 | 50 | 50 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ρ Paredes | | 50 | 30 | 50 | 30 | 20 | 50 | 30 | 50 | 30 | 20 |
| ρ Suelo | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Tamaño del local X | Y | Mirado en perpendicular al eje de lámpara | | | | | Mirado longitudinalmente al eje de lámpara | | | | |
| 2H | 2H | 18.8 | 20.1 | 19.2 | 20.5 | 20.9 | 16.6 | 17.9 | 17.0 | 18.3 | 18.8 |
| | 3H | 21.1 | 22.3 | 21.5 | 22.7 | 23.2 | 17.9 | 19.1 | 18.3 | 19.5 | 20.0 |
| | 4H | 22.2 | 23.4 | 22.7 | 23.8 | 24.3 | 18.3 | 19.5 | 18.8 | 19.9 | 20.4 |
| | 6H | 23.3 | 24.4 | 23.8 | 24.8 | 25.3 | 18.7 | 19.7 | 19.2 | 20.2 | 20.7 |
| | 8H | 23.8 | 24.8 | 24.3 | 25.3 | 25.8 | 18.8 | 19.8 | 19.3 | 20.3 | 20.8 |
| | 12H | 24.3 | 25.3 | 24.8 | 25.8 | 26.3 | 18.8 | 19.8 | 19.3 | 20.3 | 20.8 |
| 4H | 2H | 19.3 | 20.5 | 19.8 | 20.9 | 21.4 | 17.7 | 18.9 | 18.2 | 19.3 | 19.8 |
| | 3H | 21.9 | 22.9 | 22.4 | 23.4 | 23.9 | 19.2 | 20.2 | 19.8 | 20.7 | 21.3 |
| | 4H | 23.2 | 24.1 | 23.7 | 24.6 | 25.2 | 19.9 | 20.8 | 20.4 | 21.3 | 21.8 |
| | 6H | 24.5 | 25.3 | 25.0 | 25.8 | 26.4 | 20.3 | 21.1 | 20.9 | 21.6 | 22.2 |
| | 8H | 25.1 | 25.8 | 25.7 | 26.4 | 27.0 | 20.5 | 21.2 | 21.0 | 21.7 | 22.4 |
| | 12H | 25.7 | 26.4 | 26.3 | 26.9 | 27.6 | 20.5 | 21.2 | 21.1 | 21.8 | 22.4 |
| 8H | 4H | 23.5 | 24.2 | 24.1 | 24.8 | 25.4 | 20.7 | 21.5 | 21.3 | 22.0 | 22.6 |
| | 6H | 25.0 | 25.6 | 25.6 | 26.2 | 26.8 | 21.5 | 22.1 | 22.1 | 22.7 | 23.3 |
| | 8H | 25.8 | 26.3 | 26.4 | 26.9 | 27.6 | 21.7 | 22.3 | 22.3 | 22.9 | 23.5 |
| | 12H | 26.6 | 27.0 | 27.2 | 27.7 | 28.3 | 21.9 | 22.4 | 22.5 | 23.0 | 23.7 |
| 12H | 4H | 23.5 | 24.2 | 24.1 | 24.7 | 25.4 | 20.9 | 21.6 | 21.5 | 22.2 | 22.8 |
| | 6H | 25.1 | 25.6 | 25.7 | 26.2 | 26.9 | 21.8 | 22.4 | 22.4 | 23.0 | 23.6 |
| | 8H | 25.9 | 26.4 | 26.5 | 27.0 | 27.7 | 22.2 | 22.7 | 22.8 | 23.3 | 24.0 |

Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias

| | | |
|---|---|---|
| S = 1.0H | +0.1 / -0.1 | +0.1 / -0.1 |
| S = 1.5H | +0.2 / -0.2 | +0.2 / -0.3 |
| S = 2.0H | +0.3 / -0.4 | +0.4 / -0.7 |
| Tabla estándar | BK10 | BK14 |
| Sumando de corrección | 6.7 | 4.0 |

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6.7Klm Flujo luminoso total

## Sala de cuadros eléctricos / **Resumen**




Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:56

| Superficie | ρ [%] | $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min}$ / $E_m$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Plano útil | / | 243 | 168 | 289 | 0.693 |
| Suelo | 20 | 201 | 155 | 230 | 0.770 |
| Techo | 70 | 132 | 75 | 326 | 0.565 |
| Paredes (4) | 50 | 196 | 95 | 632 | / |

**Plano útil:**

| | |
|---|---|
| Altura: | 0.800 m |
| Trama: | 32 x 16 Puntos |
| Zona marginal: | 0.000 m |

**Lista de piezas - Luminarias**

| N° | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ [lm] | P [W] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | Philips TCW215 2xTL-D36W HFP (1.000) | 6700 | 72.0 |
| | | Total: | 26800 | 288.0 |

Valor de eficiencia energética: 10.55 W/m² = 4.35 W/m²/100 lx (Base: 27.30 m²)

## Sala de cuadros eléctricos / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.800 m
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

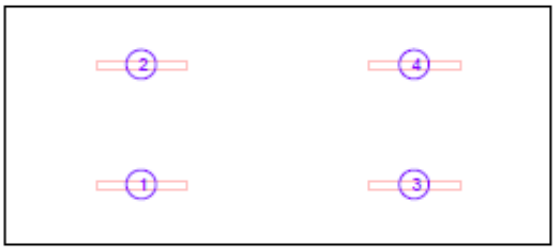
Altura del local: 4.000 m
Base: 27.30 m²

| Superficie | Rho [%] | desde ( [m] \| [m] ) | hacia ( [m] \| [m] ) | Longitud [m] |
|---|---|---|---|---|
| Suelo | 20 | / | / | / |
| Techo | 70 | / | / | / |
| Pared 1 | 50 | ( 0.000 \| 0.000 ) | ( 7.800 \| 0.000 ) | 7.800 |
| Pared 2 | 50 | ( 7.800 \| 0.000 ) | ( 7.800 \| 3.500 ) | 3.500 |
| Pared 3 | 50 | ( 7.800 \| 3.500 ) | ( 0.000 \| 3.500 ) | 7.800 |
| Pared 4 | 50 | ( 0.000 \| 3.500 ) | ( 0.000 \| 0.000 ) | 3.500 |

## Sala de cuadros eléctricos / Luminarias (lista de coordenadas)

### Philips TCW215 2xTL-D36W HFP

6700 lm, 72.0 W, 1 x 2 x TL-D36W/840 (Factor de corrección 1.000).

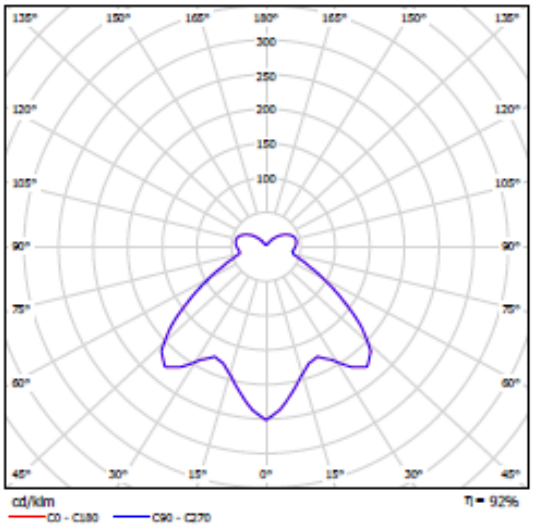



| N° | Posición [m] | | | Rotación [°] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| 1 | 1.950 | 0.880 | 4.000 | 0.0 | 0.0 | 90.0 |
| 2 | 1.950 | 2.630 | 4.000 | 0.0 | 0.0 | 90.0 |
| 3 | 5.850 | 0.880 | 4.000 | 0.0 | 0.0 | 90.0 |
| 4 | 5.850 | 2.630 | 4.000 | 0.0 | 0.0 | 90.0 |

# Philips HPK380 1xHPI-P250W-BU P-WB +GPK380 AR D546 / Hoja de datos de luminarias

Clasificación luminarias según CIE: 80
Código CIE Flux: 43 79 91 80 92

Emisión de luz 1:

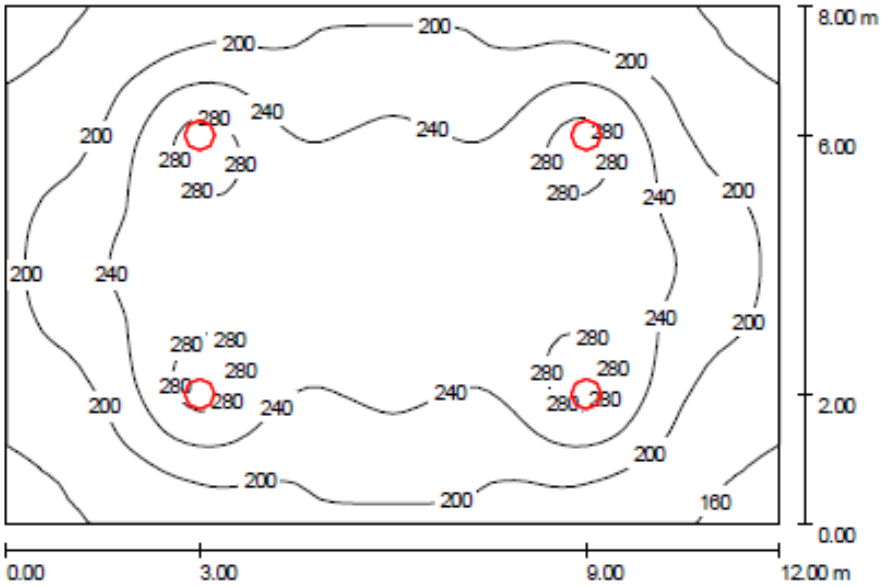



Emisión de luz 1:

**Valoración de deslumbramiento según UGR**

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ρ Techo | | 70 | 70 | 50 | 50 | 30 | 70 | 70 | 50 | 50 | 30 |
| ρ Paredes | | 50 | 30 | 50 | 30 | 30 | 50 | 30 | 50 | 30 | 30 |
| ρ Suelo | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Tamaño del local X | Y | Mirado en perpendicular al eje de lámpara | | | | | Mirado longitudinalmente al eje de lámpara | | | | |
| 2H | 2H | 21.5 | 22.6 | 22.0 | 23.2 | 23.8 | 21.5 | 22.6 | 22.0 | 23.2 | 23.8 |
| | 3H | 22.3 | 23.3 | 22.9 | 23.9 | 24.6 | 22.3 | 23.3 | 22.9 | 23.9 | 24.6 |
| | 4H | 22.8 | 23.7 | 23.4 | 24.3 | 25.0 | 22.8 | 23.7 | 23.4 | 24.3 | 25.0 |
| | 6H | 23.5 | 24.3 | 24.1 | 25.0 | 25.7 | 23.5 | 24.3 | 24.1 | 25.0 | 25.7 |
| | 8H | 24.0 | 24.8 | 24.7 | 25.5 | 26.2 | 24.0 | 24.8 | 24.7 | 25.5 | 26.2 |
| | 12H | 24.8 | 25.6 | 25.4 | 26.2 | 27.0 | 24.8 | 25.6 | 25.4 | 26.2 | 27.0 |
| 4H | 2H | 21.8 | 22.8 | 22.4 | 23.3 | 24.0 | 21.8 | 22.8 | 22.4 | 23.3 | 24.0 |
| | 3H | 22.9 | 23.7 | 23.5 | 24.3 | 25.0 | 22.9 | 23.7 | 23.5 | 24.3 | 25.0 |
| | 4H | 23.5 | 24.2 | 24.2 | 24.8 | 25.6 | 23.5 | 24.2 | 24.2 | 24.8 | 25.6 |
| | 6H | 24.4 | 25.0 | 25.1 | 25.7 | 26.5 | 24.4 | 25.0 | 25.1 | 25.7 | 26.5 |
| | 8H | 25.1 | 25.7 | 25.8 | 26.4 | 27.2 | 25.1 | 25.7 | 25.8 | 26.4 | 27.2 |
| | 12H | 26.1 | 26.6 | 26.8 | 27.4 | 28.2 | 26.1 | 26.6 | 26.8 | 27.4 | 28.2 |
| 8H | 4H | 23.7 | 24.3 | 24.4 | 25.0 | 25.8 | 23.7 | 24.3 | 24.4 | 25.0 | 25.8 |
| | 6H | 25.0 | 25.5 | 25.7 | 26.2 | 27.1 | 25.0 | 25.5 | 25.7 | 26.2 | 27.1 |
| | 8H | 25.9 | 26.4 | 26.7 | 27.1 | 28.0 | 25.9 | 26.4 | 26.7 | 27.1 | 28.0 |
| | 12H | 27.2 | 27.6 | 28.0 | 28.4 | 29.3 | 27.2 | 27.6 | 28.0 | 28.4 | 29.3 |
| 12H | 4H | 23.8 | 24.3 | 24.5 | 25.0 | 25.9 | 23.8 | 24.3 | 24.5 | 25.0 | 25.9 |
| | 6H | 25.2 | 25.6 | 25.9 | 26.4 | 27.2 | 25.2 | 25.6 | 25.9 | 26.4 | 27.2 |
| | 8H | 26.3 | 26.6 | 27.0 | 27.4 | 28.3 | 26.3 | 26.6 | 27.0 | 27.4 | 28.3 |
| Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias | | | | | | | | | | | |
| S = 1.0H | | +0.2 / -0.1 | | | | | +0.2 / -0.1 | | | | |
| S = 1.5H | | +0.4 / -0.5 | | | | | +0.4 / -0.5 | | | | |
| S = 2.0H | | +0.6 / -0.8 | | | | | +0.6 / -0.8 | | | | |
| Tabla estándar | | — | | | | | — | | | | |
| Sumando de corrección | | — | | | | | — | | | | |
| Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3000lm flujo luminoso total | | | | | | | | | | | |

## Sala de pretratamiento / **Resumen**




Altura del local: 5.550 m, Altura de montaje: 4.950 m, Factor mantenimiento: 0.50

Valores en Lux, Escala 1:103

| Superficie | ρ [%] | $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min}$ / $E_m$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Plano útil | / | 225 | 134 | 301 | 0.595 |
| Suelo | 20 | 202 | 134 | 263 | 0.661 |
| Techo | 70 | 95 | 62 | 120 | 0.649 |
| Paredes (4) | 50 | 134 | 86 | 254 | / |

**Plano útil:**

| | | UGR | Longi- | Tran | al eje de luminaria |
|---|---|---|---|---|---|
| Altura: | 0.800 m | Pared izq | 23 | 23 | |
| Trama: | 64 x 64 Puntos | Pared inferior | 23 | 23 | |
| Zona marginal: | 0.000 m | (CIE, SHR = 0.25.) | | | |

**Lista de piezas - Luminarias**

| N° | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ [lm] | P [W] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | Philips HPK380 1xHPI-P250W-BU P-WB +GPK380 AR D546 (1.000) | 18000 | 274.0 |
| | | Total: | 72000 | 1096.0 |

Valor de eficiencia energética: 11.42 W/m² = 5.07 W/m²/100 lx (Base: 96.00 m²)

## Sala de pretratamiento / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.800 m
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.50

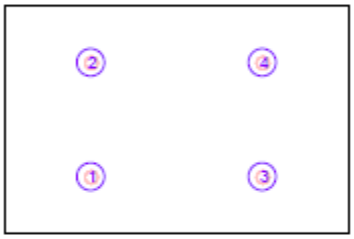
Altura del local: 5.550 m
Base: 96.00 m²

| Superficie | Rho [%] | desde ( [m] \| [m] ) | hacia ( [m] \| [m] ) | Longitud [m] |
|---|---|---|---|---|
| Suelo | 20 | / | / | / |
| Techo | 70 | / | / | / |
| Pared 1 | 50 | ( 0.000 \| 0.000 ) | ( 12.000 \| 0.000 ) | 12.000 |
| Pared 2 | 50 | ( 12.000 \| 0.000 ) | ( 12.000 \| 8.000 ) | 8.000 |
| Pared 3 | 50 | ( 12.000 \| 8.000 ) | ( 0.000 \| 8.000 ) | 12.000 |
| Pared 4 | 50 | ( 0.000 \| 8.000 ) | ( 0.000 \| 0.000 ) | 8.000 |

## Sala de pretratamiento / Luminarias (lista de coordenadas)

### Philips HPK380 1xHPI-P250W-BU P-WB +GPK380 AR D546

18000 lm, 274.0 W, 1 x 1 x HPI-P250W-BU/743 (Factor de corrección 1.000).

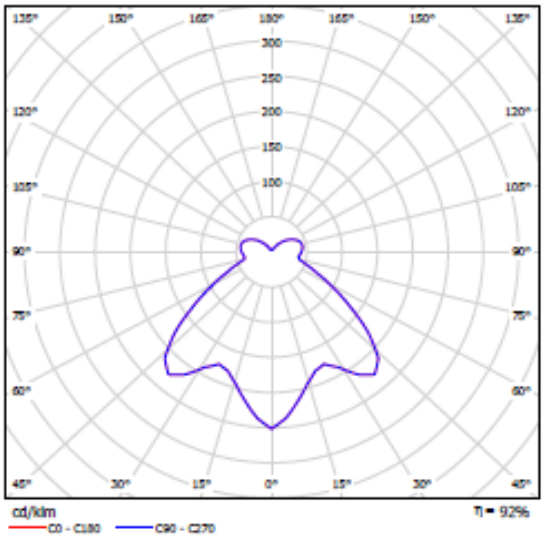



| N° | Posición [m] | | | Rotación [°] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| 1 | 3.000 | 2.000 | 4.950 | 0.0 | 0.0 | 90.0 |
| 2 | 3.000 | 6.000 | 4.950 | 0.0 | 0.0 | 90.0 |
| 3 | 9.000 | 2.000 | 4.950 | 0.0 | 0.0 | 90.0 |
| 4 | 9.000 | 6.000 | 4.950 | 0.0 | 0.0 | 90.0 |

# Philips HPK380 1xHPI-P250W-BU P-WB +GPK380 AR D546 / Hoja de datos de luminarias

Clasificación luminarias según CIE: 80
Código CIE Flux: 43 79 91 80 92

Emisión de luz 1:

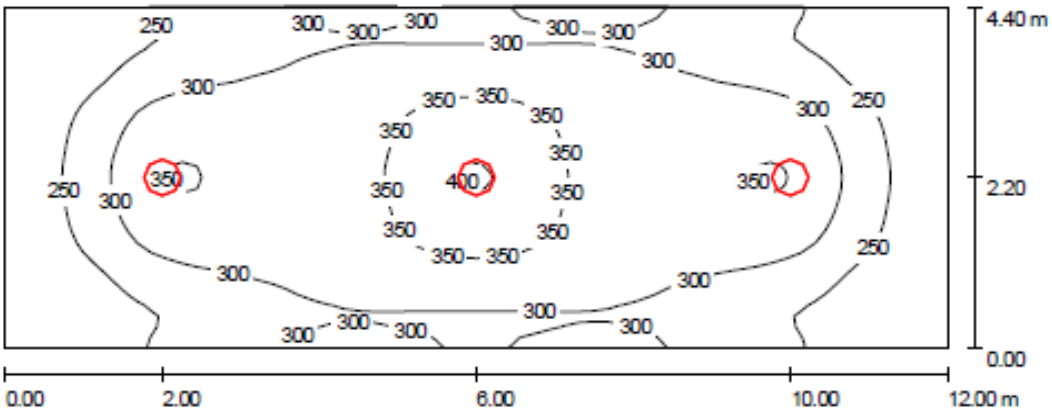



Emisión de luz 1:

**Valoración de deslumbramiento según UGR**

| ρ Techo | | 70 | 70 | 50 | 50 | 30 | 70 | 70 | 50 | 50 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ρ Paredes | | 50 | 30 | 50 | 30 | 30 | 50 | 30 | 50 | 30 | 30 |
| ρ Suelo | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Tamaño del local X | Y | Mirado en perpendicular al eje de lámpara | | | | | Mirado longitudinalmente al eje de lámpara | | | | |
| 2H | 2H | 21.5 | 22.6 | 22.0 | 23.2 | 23.8 | 21.5 | 22.6 | 22.0 | 23.2 | 23.8 |
| | 3H | 22.3 | 23.3 | 22.9 | 23.9 | 24.6 | 22.3 | 23.3 | 22.9 | 23.9 | 24.6 |
| | 4H | 22.8 | 23.7 | 23.4 | 24.3 | 25.0 | 22.8 | 23.7 | 23.4 | 24.3 | 25.0 |
| | 6H | 23.5 | 24.3 | 24.1 | 25.0 | 25.7 | 23.5 | 24.3 | 24.1 | 25.0 | 25.7 |
| | 8H | 24.0 | 24.8 | 24.7 | 25.5 | 26.2 | 24.0 | 24.8 | 24.7 | 25.5 | 26.2 |
| | 12H | 24.8 | 25.6 | 25.4 | 26.2 | 27.0 | 24.8 | 25.6 | 25.4 | 26.2 | 27.0 |
| 4H | 2H | 21.8 | 22.8 | 22.4 | 23.3 | 24.0 | 21.8 | 22.8 | 22.4 | 23.3 | 24.0 |
| | 3H | 22.9 | 23.7 | 23.5 | 24.3 | 25.0 | 22.9 | 23.7 | 23.5 | 24.3 | 25.0 |
| | 4H | 23.5 | 24.2 | 24.2 | 24.8 | 25.6 | 23.5 | 24.2 | 24.2 | 24.8 | 25.6 |
| | 6H | 24.4 | 25.0 | 25.1 | 25.7 | 26.5 | 24.4 | 25.0 | 25.1 | 25.7 | 26.5 |
| | 8H | 25.1 | 25.7 | 25.8 | 26.4 | 27.2 | 25.1 | 25.7 | 25.8 | 26.4 | 27.2 |
| | 12H | 26.1 | 26.6 | 26.8 | 27.4 | 28.2 | 26.1 | 26.6 | 26.8 | 27.4 | 28.2 |
| 8H | 4H | 23.7 | 24.3 | 24.4 | 25.0 | 25.8 | 23.7 | 24.3 | 24.4 | 25.0 | 25.8 |
| | 6H | 25.0 | 25.5 | 25.7 | 26.2 | 27.1 | 25.0 | 25.5 | 25.7 | 26.2 | 27.1 |
| | 8H | 25.9 | 26.4 | 26.7 | 27.1 | 28.0 | 25.9 | 26.4 | 26.7 | 27.1 | 28.0 |
| | 12H | 27.2 | 27.6 | 28.0 | 28.4 | 29.3 | 27.2 | 27.6 | 28.0 | 28.4 | 29.3 |
| 12H | 4H | 23.8 | 24.3 | 24.5 | 25.0 | 25.9 | 23.8 | 24.3 | 24.5 | 25.0 | 25.9 |
| | 6H | 25.2 | 25.6 | 25.9 | 26.4 | 27.2 | 25.2 | 25.6 | 25.9 | 26.4 | 27.2 |
| | 8H | 26.3 | 26.6 | 27.0 | 27.4 | 28.3 | 26.3 | 26.6 | 27.0 | 27.4 | 28.3 |
| Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias | | | | | | | | | | | |
| S = 1.0H | | +0.2 / -0.1 | | | | | +0.2 / -0.1 | | | | |
| S = 1.5H | | +0.4 / -0.5 | | | | | +0.4 / -0.5 | | | | |
| S = 2.0H | | +0.6 / -0.8 | | | | | +0.6 / -0.8 | | | | |
| Tabla estándar | | — | | | | | — | | | | |
| Sumando de corrección | | — | | | | | — | | | | |
| Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1000lm flujo luminoso total | | | | | | | | | | | |

## Sala de soplantes / Resumen




Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 5.400 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:86

| Superficie | ρ [%] | $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min}$ / $E_m$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Plano útil | / | 295 | 196 | 405 | 0.665 |
| Suelo | 20 | 254 | 172 | 340 | 0.677 |
| Techo | 70 | 147 | 106 | 174 | 0.719 |
| Paredes (4) | 50 | 205 | 113 | 352 | / |

**Plano útil:**

| | |
|---|---|
| Altura: | 0.800 m |
| Trama: | 64 x 32 Puntos |
| Zona marginal: | 0.000 m |

**Lista de piezas - Luminarias**

| N° | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ [lm] | P [W] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | Philips HPK380 1xHPI-P250W-BU P-WB +GPK380 AR D546 (1.000) | 18000 | 274.0 |
| | | Total: | 54000 | 822.0 |

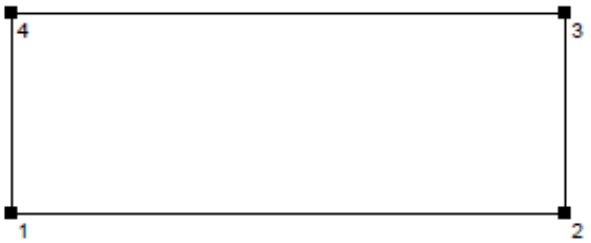
Valor de eficiencia energética: 15.57 W/m² = 5.28 W/m²/100 lx (Base: 52.80 m²)

## Sala de soplantes / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.800 m
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.67

Altura del local: 6.000 m
Base: 52.80 m²

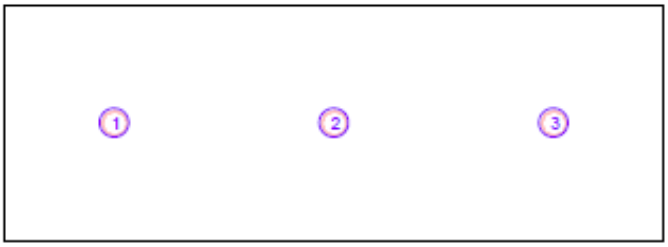



| Superficie | Rho [%] | desde ( [m] \| [m] ) | hacia ( [m] \| [m] ) | Longitud [m] |
|---|---|---|---|---|
| Suelo | 20 | / | / | / |
| Techo | 70 | / | / | / |
| Pared 1 | 50 | ( 0.000 \| 0.000 ) | ( 12.000 \| 0.000 ) | 12.000 |
| Pared 2 | 50 | ( 12.000 \| 0.000 ) | ( 12.000 \| 4.400 ) | 4.400 |
| Pared 3 | 50 | ( 12.000 \| 4.400 ) | ( 0.000 \| 4.400 ) | 12.000 |
| Pared 4 | 50 | ( 0.000 \| 4.400 ) | ( 0.000 \| 0.000 ) | 4.400 |

## Sala de soplantes / Luminarias (lista de coordenadas)

### Philips HPK380 1xHPI-P250W-BU P-WB +GPK380 AR D546

18000 lm, 274.0 W, 1 x 1 x HPI-P250W-BU/743 (Factor de corrección 1.000).

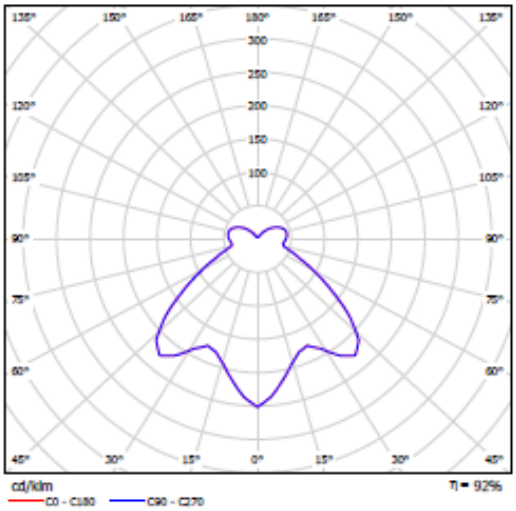



| N° | Posición [m] | | | Rotación [°] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| 1 | 2.000 | 2.200 | 5.400 | 0.0 | 0.0 | 90.0 |
| 2 | 6.000 | 2.200 | 5.400 | 0.0 | 0.0 | 90.0 |
| 3 | 10.000 | 2.200 | 5.400 | 0.0 | 0.0 | 90.0 |

# Philips HPK380 1xHPI-P250W-BU P-WB +GPK380 AR D546 / Hoja de datos de luminarias

Clasificación luminarias según CIE: 80
Código CIE Flux: 43 79 91 80 92

Emisión de luz 1:

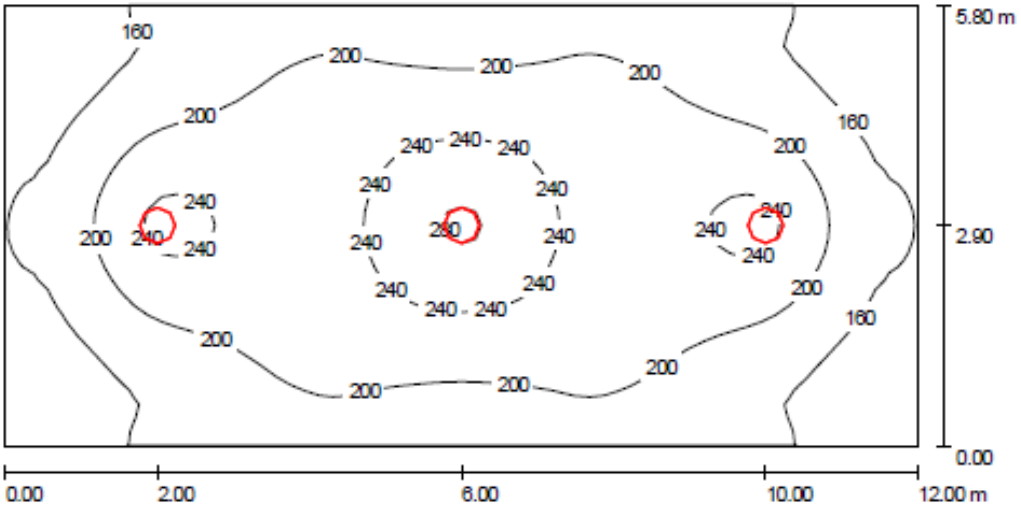



Emisión de luz 1:

**Valoración de deslumbramiento según UGR**

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ρ Techo | | 70 | 70 | 50 | 50 | 20 | 70 | 70 | 50 | 50 | 20 |
| ρ Paredes | | 50 | 30 | 50 | 30 | 20 | 50 | 30 | 50 | 30 | 20 |
| ρ Suelo | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Tamaño del local X | Y | Mirado en perpendicular al eje de lámpara | | | | | Mirado longitudinalmente al eje de lámpara | | | | |
| 2H | 2H | 21.5 | 22.6 | 22.0 | 23.2 | 23.8 | 21.5 | 22.6 | 22.0 | 23.2 | 23.8 |
| | 3H | 22.3 | 23.3 | 22.9 | 23.9 | 24.6 | 22.3 | 23.3 | 22.9 | 23.9 | 24.6 |
| | 4H | 22.8 | 23.7 | 23.4 | 24.3 | 25.0 | 22.8 | 23.7 | 23.4 | 24.3 | 25.0 |
| | 6H | 23.5 | 24.3 | 24.1 | 25.0 | 25.7 | 23.5 | 24.3 | 24.1 | 25.0 | 25.7 |
| | 8H | 24.0 | 24.8 | 24.7 | 25.5 | 26.2 | 24.0 | 24.8 | 24.7 | 25.5 | 26.2 |
| | 12H | 24.8 | 25.6 | 25.4 | 26.2 | 27.0 | 24.8 | 25.6 | 25.4 | 26.2 | 27.0 |
| 4H | 2H | 21.8 | 22.8 | 22.4 | 23.3 | 24.0 | 21.8 | 22.8 | 22.4 | 23.3 | 24.0 |
| | 3H | 22.9 | 23.7 | 23.5 | 24.3 | 25.0 | 22.9 | 23.7 | 23.5 | 24.3 | 25.0 |
| | 4H | 23.5 | 24.2 | 24.2 | 24.8 | 25.6 | 23.5 | 24.2 | 24.2 | 24.8 | 25.6 |
| | 6H | 24.4 | 25.0 | 25.1 | 25.7 | 26.5 | 24.4 | 25.0 | 25.1 | 25.7 | 26.5 |
| | 8H | 25.1 | 25.7 | 25.8 | 26.4 | 27.2 | 25.1 | 25.7 | 25.8 | 26.4 | 27.2 |
| | 12H | 26.1 | 26.6 | 26.8 | 27.4 | 28.2 | 26.1 | 26.6 | 26.8 | 27.4 | 28.2 |
| 8H | 4H | 23.7 | 24.3 | 24.4 | 25.0 | 25.8 | 23.7 | 24.3 | 24.4 | 25.0 | 25.8 |
| | 6H | 25.0 | 25.5 | 25.7 | 26.2 | 27.1 | 25.0 | 25.5 | 25.7 | 26.2 | 27.1 |
| | 8H | 25.9 | 26.4 | 26.7 | 27.1 | 28.0 | 25.9 | 26.4 | 26.7 | 27.1 | 28.0 |
| | 12H | 27.2 | 27.6 | 28.0 | 28.4 | 29.3 | 27.2 | 27.6 | 28.0 | 28.4 | 29.3 |
| 12H | 4H | 23.8 | 24.3 | 24.5 | 25.0 | 25.9 | 23.8 | 24.3 | 24.5 | 25.0 | 25.9 |
| | 6H | 25.2 | 25.6 | 25.9 | 26.4 | 27.2 | 25.2 | 25.6 | 25.9 | 26.4 | 27.2 |
| | 8H | 26.3 | 26.6 | 27.0 | 27.4 | 28.3 | 26.3 | 26.6 | 27.0 | 27.4 | 28.3 |
| Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias | | | | | | | | | | | |
| S = 1.0H | | +0.2 / -0.1 | | | | | +0.2 / -0.1 | | | | |
| S = 1.5H | | +0.4 / -0.5 | | | | | +0.4 / -0.5 | | | | |
| S = 2.0H | | +0.6 / -0.8 | | | | | +0.6 / -0.8 | | | | |
| Tabla estándar | | — | | | | | — | | | | |
| Sumando de corrección | | — | | | | | — | | | | |
| Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1000lm flujo luminoso total | | | | | | | | | | | |

## Sala de deshidratación / **Resumen**




Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 5.400 m, Factor mantenimiento: 0.50

Valores en Lux, Escala 1:86

| Superficie | ρ [%] | $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min}$ / $E_m$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Plano útil | / | 198 | 130 | 286 | 0.658 |
| Suelo | 20 | 173 | 117 | 240 | 0.679 |
| Techo | 70 | 92 | 61 | 115 | 0.671 |
| Paredes (4) | 50 | 125 | 83 | 249 | / |

**Plano útil:**

| | |
|---|---|
| Altura: | 0.800 m |
| Trama: | 64 x 32 Puntos |
| Zona marginal: | 0.000 m |

**Lista de piezas - Luminarias**

| N° | Pieza | Designación (Factor de corrección) | | Φ [lm] | P [W] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | Philips HPK380 1xHPI-P250W-BU P-WB +GPK380 AR D546 (1.000) | | 18000 | 274.0 |
| | | | Total: | 54000 | 822.0 |

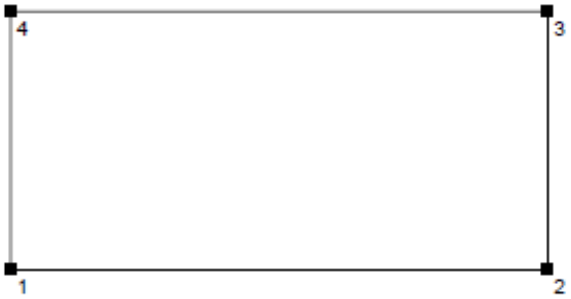
Valor de eficiencia energética: 11.81 W/m² = 5.96 W/m²/100 lx (Base: 69.60 m²)

## Sala de deshidratación / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.800 m
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.50

Altura del local: 6.000 m
Base: 69.60 m²




| Superficie | Rho [%] | desde ( [m] \| [m] ) | hacia ( [m] \| [m] ) | Longitud [m] |
|---|---|---|---|---|
| Suelo | 20 | / | / | / |
| Techo | 70 | / | / | / |
| Pared 1 | 50 | ( 0.000 \| 0.000 ) | ( 12.000 \| 0.000 ) | 12.000 |
| Pared 2 | 50 | ( 12.000 \| 0.000 ) | ( 12.000 \| 5.800 ) | 5.800 |
| Pared 3 | 50 | ( 12.000 \| 5.800 ) | ( 0.000 \| 5.800 ) | 12.000 |
| Pared 4 | 50 | ( 0.000 \| 5.800 ) | ( 0.000 \| 0.000 ) | 5.800 |

## Sala de deshidratación / Luminarias (lista de coordenadas)

### Philips HPK380 1xHPI-P250W-BU P-WB +GPK380 AR D546

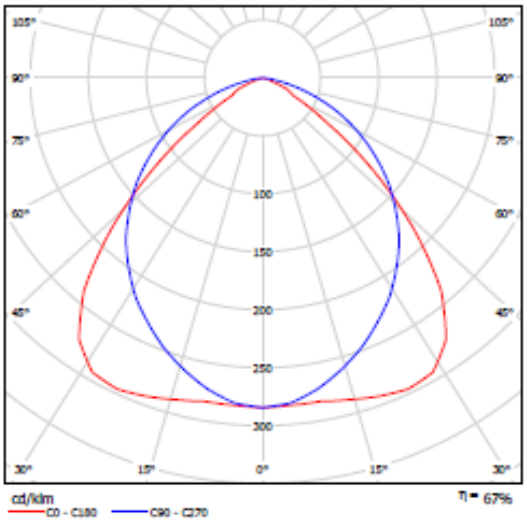
18000 lm, 274.0 W, 1 x 1 x HPI-P250W-BU/743 (Factor de corrección 1.000).

| N° | Posición [m] | | | Rotación [°] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| 1 | 2.000 | 2.900 | 5.400 | 0.0 | 0.0 | 90.0 |
| 2 | 6.000 | 2.900 | 5.400 | 0.0 | 0.0 | 90.0 |
| 3 | 10.000 | 2.900 | 5.400 | 0.0 | 0.0 | 90.0 |

## Philips TBS160 2xTL-D36W HFP C3 / **Hoja de datos de luminarias**

Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 92 99 100 67

Emisión de luz 1:



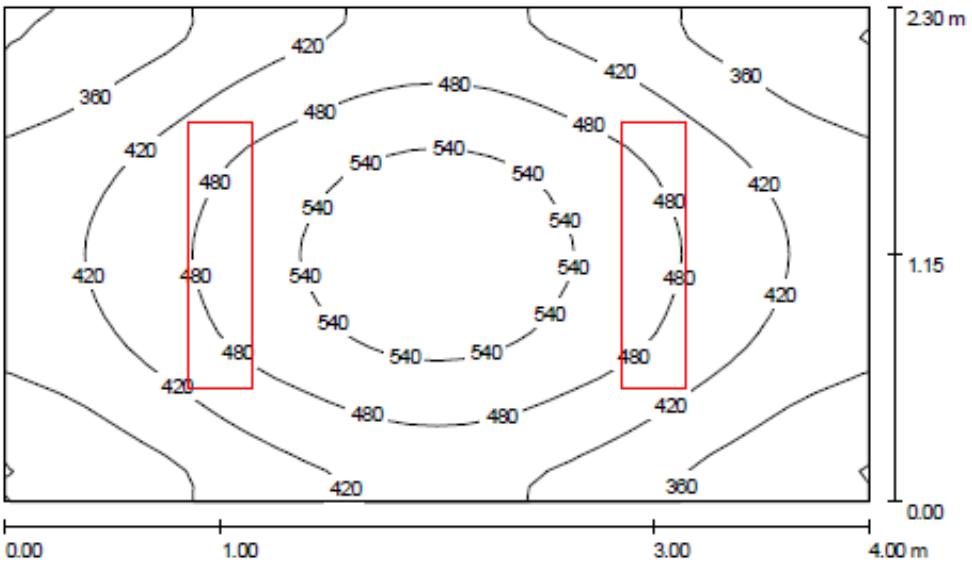

Emisión de luz 1:

**Valoración de deslumbramiento según UGR**

| ρ Techo | | 70 | 70 | 50 | 50 | 30 | 70 | 70 | 50 | 50 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ρ Paredes | | 50 | 30 | 50 | 30 | 30 | 50 | 30 | 50 | 30 | 30 |
| ρ Suelo | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Tamaño del local X | Y | Mirado en perpendicular al eje de lámpara | | | | | Mirado longitudinalmente al eje de lámpara | | | | |
| 2H | 2H | 16.2 | 17.3 | 16.5 | 17.5 | 17.8 | 18.3 | 19.4 | 18.6 | 19.6 | 19.9 |
| | 3H | 16.2 | 17.2 | 16.5 | 17.5 | 17.7 | 19.3 | 20.3 | 19.6 | 20.5 | 20.8 |
| | 4H | 16.1 | 17.1 | 16.5 | 17.4 | 17.6 | 19.5 | 20.5 | 19.8 | 20.7 | 21.0 |
| | 6H | 16.1 | 16.9 | 16.4 | 17.2 | 17.5 | 19.6 | 20.5 | 20.0 | 20.8 | 21.1 |
| | 8H | 16.0 | 16.9 | 16.4 | 17.2 | 17.5 | 19.6 | 20.4 | 20.0 | 20.8 | 21.1 |
| | 12H | 16.0 | 16.8 | 16.4 | 17.1 | 17.4 | 19.6 | 20.4 | 20.0 | 20.7 | 21.0 |
| 4H | 2H | 16.6 | 17.5 | 16.9 | 17.8 | 18.1 | 18.4 | 19.3 | 18.7 | 19.6 | 19.9 |
| | 3H | 16.6 | 17.4 | 17.0 | 17.7 | 18.1 | 19.4 | 20.2 | 19.8 | 20.6 | 20.9 |
| | 4H | 16.6 | 17.3 | 17.0 | 17.6 | 18.0 | 19.8 | 20.5 | 20.1 | 20.8 | 21.2 |
| | 6H | 16.5 | 17.1 | 16.9 | 17.5 | 17.9 | 19.9 | 20.5 | 20.3 | 20.9 | 21.3 |
| | 8H | 16.5 | 17.0 | 16.9 | 17.4 | 17.8 | 19.9 | 20.5 | 20.3 | 20.9 | 21.3 |
| | 12H | 16.4 | 16.9 | 16.9 | 17.3 | 17.8 | 19.9 | 20.4 | 20.4 | 20.8 | 21.2 |
| 8H | 4H | 16.6 | 17.1 | 17.0 | 17.5 | 17.9 | 19.7 | 20.2 | 20.1 | 20.6 | 21.0 |
| | 6H | 16.5 | 17.0 | 17.0 | 17.4 | 17.8 | 19.8 | 20.3 | 20.3 | 20.7 | 21.1 |
| | 8H | 16.5 | 16.9 | 16.9 | 17.3 | 17.8 | 19.9 | 20.2 | 20.3 | 20.7 | 21.2 |
| | 12H | 16.4 | 16.8 | 16.9 | 17.2 | 17.7 | 19.9 | 20.2 | 20.3 | 20.6 | 21.1 |
| 12H | 4H | 16.6 | 17.0 | 17.0 | 17.5 | 17.9 | 19.6 | 20.1 | 20.1 | 20.5 | 21.0 |
| | 6H | 16.5 | 16.9 | 17.0 | 17.3 | 17.8 | 19.8 | 20.2 | 20.3 | 20.6 | 21.1 |
| | 8H | 16.4 | 16.8 | 16.9 | 17.2 | 17.7 | 19.8 | 20.1 | 20.3 | 20.6 | 21.1 |
| Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias | | | | | | | | | | | |
| S = 1.0H | | +1.0 / -1.8 | | | | | +0.3 / -0.4 | | | | |
| S = 1.5H | | +2.2 / -5.2 | | | | | +0.8 / -1.0 | | | | |
| S = 2.0H | | +3.7 / -6.6 | | | | | +1.1 / -1.9 | | | | |
| Tabla estándar | | BK01 | | | | | BK03 | | | | |
| Sumando de corrección | | -2.8 | | | | | 1.1 | | | | |

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4.000lm Hoja luminosa total

## Despacho / **Resumen**




Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.080 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:30

| Superficie | ρ [%] | $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min}$ / $E_m$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Plano útil | / | 439 | 292 | 579 | 0.665 |
| Suelo | 20 | 328 | 241 | 393 | 0.733 |
| Techo | 70 | 104 | 79 | 118 | 0.757 |
| Paredes (4) | 50 | 233 | 79 | 430 | / |

**Plano útil:**

| | |
|---|---|
| Altura: | 0.800 m |
| Trama: | 32 x 32 Puntos |
| Zona marginal: | 0.000 m |

**Lista de piezas - Luminarias**

| N° | Pieza | Designación (Factor de corrección) | | Φ [lm] | P [W] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | Philips TBS160 2xTL-D36W HFP C3 (1.000) | | 6700 | 72.0 |
| | | | Total: | 13400 | 144.0 |

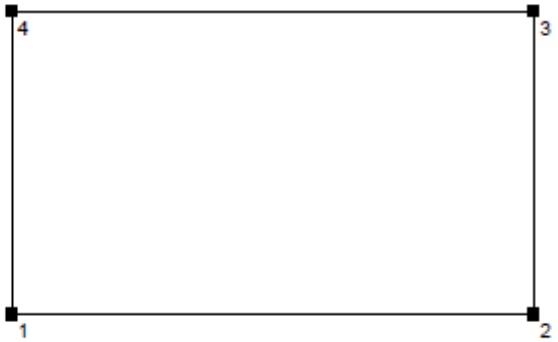
Valor de eficiencia energética: 15.65 W/m² = 3.56 W/m²/100 lx (Base: 9.20 m²)

## Despacho / **Protocolo de entrada**

Altura del plano útil: 0.800 m
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m
Base: 9.20 m²

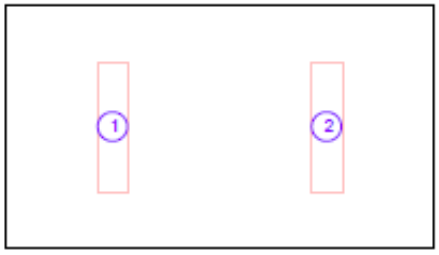



| Superficie | Rho [%] | desde ( [m] \| [m] ) | hacia ( [m] \| [m] ) | Longitud [m] |
|---|---|---|---|---|
| Suelo | 20 | / | / | / |
| Techo | 70 | / | / | / |
| Pared 1 | 50 | ( 0.000 \| 0.000 ) | ( 4.000 \| 0.000 ) | 4.000 |
| Pared 2 | 50 | ( 4.000 \| 0.000 ) | ( 4.000 \| 2.300 ) | 2.300 |
| Pared 3 | 50 | ( 4.000 \| 2.300 ) | ( 0.000 \| 2.300 ) | 4.000 |
| Pared 4 | 50 | ( 0.000 \| 2.300 ) | ( 0.000 \| 0.000 ) | 2.300 |

## Despacho / **Luminarias (lista de coordenadas)**

### Philips TBS160 2xTL-D36W HFP C3

6700 lm, 72.0 W, 1 x 2 x TL-D36W/840 (Factor de corrección 1.000).

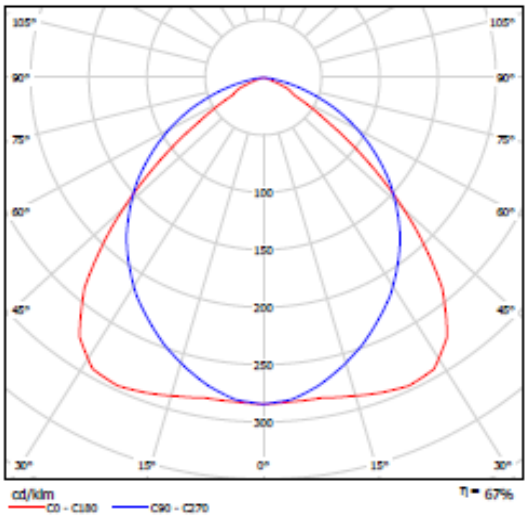



| N° | Posición [m] | | | Rotación [°] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| 1 | 1.000 | 1.150 | 3.080 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 3.000 | 1.150 | 3.080 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

# Philips TBS160 2xTL-D36W HFP C3 / Hoja de datos de luminarias

Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 92 99 100 67

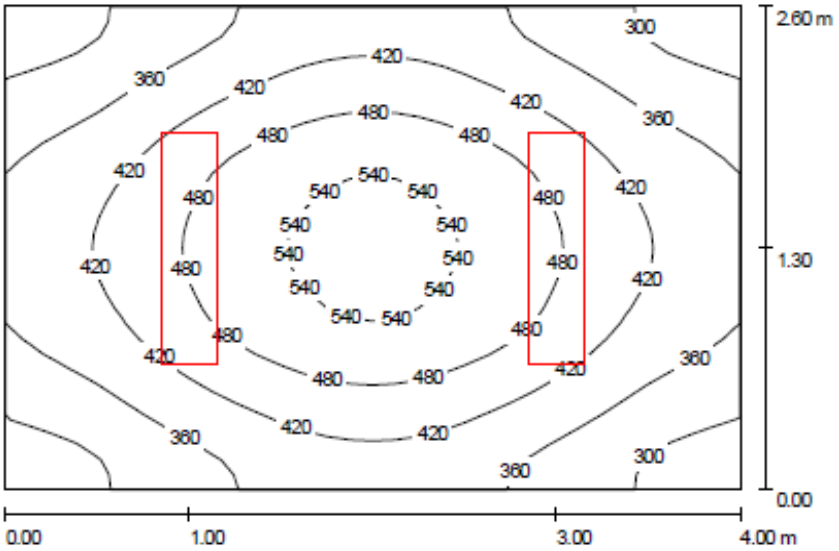
Emisión de luz 1:




Emisión de luz 1:

| Valoración de deslumbramiento según UGR | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ρ Techo | | 70 | 70 | 50 | 50 | 30 | 70 | 70 | 50 | 50 | 30 |
| ρ Paredes | | 50 | 30 | 50 | 30 | 30 | 50 | 30 | 50 | 30 | 30 |
| ρ Suelo | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Tamaño del local X | Y | Mirado en perpendicular al eje de lámpara | | | | | Mirado longitudinalmente al eje de lámpara | | | | |
| 2H | 2H | 16.2 | 17.3 | 16.5 | 17.5 | 17.8 | 18.3 | 19.4 | 18.6 | 19.6 | 19.9 |
| | 3H | 16.2 | 17.2 | 16.5 | 17.5 | 17.7 | 19.3 | 20.3 | 19.6 | 20.5 | 20.8 |
| | 4H | 16.1 | 17.1 | 16.5 | 17.4 | 17.6 | 19.5 | 20.5 | 19.8 | 20.7 | 21.0 |
| | 6H | 16.1 | 16.9 | 16.4 | 17.2 | 17.5 | 19.6 | 20.5 | 20.0 | 20.8 | 21.1 |
| | 8H | 16.0 | 16.9 | 16.4 | 17.2 | 17.5 | 19.6 | 20.4 | 20.0 | 20.8 | 21.1 |
| | 12H | 16.0 | 16.8 | 16.4 | 17.1 | 17.4 | 19.6 | 20.4 | 20.0 | 20.7 | 21.0 |
| 4H | 2H | 16.6 | 17.5 | 16.9 | 17.8 | 18.1 | 18.4 | 19.3 | 18.7 | 19.6 | 19.9 |
| | 3H | 16.6 | 17.4 | 17.0 | 17.7 | 18.1 | 19.4 | 20.2 | 19.8 | 20.6 | 20.9 |
| | 4H | 16.6 | 17.3 | 17.0 | 17.6 | 18.0 | 19.6 | 20.5 | 20.1 | 20.8 | 21.2 |
| | 6H | 16.5 | 17.1 | 16.9 | 17.5 | 17.9 | 19.9 | 20.5 | 20.3 | 20.9 | 21.3 |
| | 8H | 16.5 | 17.0 | 16.9 | 17.4 | 17.8 | 19.9 | 20.5 | 20.3 | 20.9 | 21.3 |
| | 12H | 16.4 | 16.9 | 16.9 | 17.3 | 17.8 | 19.9 | 20.4 | 20.4 | 20.8 | 21.2 |
| 8H | 4H | 16.6 | 17.1 | 17.0 | 17.5 | 17.9 | 19.7 | 20.2 | 20.1 | 20.6 | 21.0 |
| | 6H | 16.5 | 17.0 | 17.0 | 17.4 | 17.8 | 19.8 | 20.3 | 20.3 | 20.7 | 21.1 |
| | 8H | 16.5 | 16.9 | 16.9 | 17.3 | 17.8 | 19.9 | 20.2 | 20.3 | 20.7 | 21.2 |
| | 12H | 16.4 | 16.8 | 16.9 | 17.2 | 17.7 | 19.9 | 20.2 | 20.3 | 20.6 | 21.1 |
| 12H | 4H | 16.6 | 17.0 | 17.0 | 17.5 | 17.9 | 19.6 | 20.1 | 20.1 | 20.5 | 21.0 |
| | 6H | 16.5 | 16.9 | 17.0 | 17.3 | 17.8 | 19.8 | 20.2 | 20.3 | 20.6 | 21.1 |
| | 8H | 16.4 | 16.8 | 16.9 | 17.2 | 17.7 | 19.8 | 20.1 | 20.3 | 20.6 | 21.1 |
| Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias | | | | | | | | | | | |
| S = 1.0H | | +1.0 / -1.8 | | | | | +0.3 / -0.4 | | | | |
| S = 1.5H | | +2.2 / -5.2 | | | | | +0.8 / -1.0 | | | | |
| S = 2.0H | | +3.7 / -6.6 | | | | | +1.1 / -1.9 | | | | |
| Tabla estándar | | BK01 | | | | | BK03 | | | | |
| Sumando de corrección | | -2.8 | | | | | 1.1 | | | | |
| Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6.000lm Hoja luminoso total | | | | | | | | | | | |

## Despacho / **Resumen**




Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.080 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:34

| Superficie | ρ [%] | $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min}$ / $E_m$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Plano útil | / | 416 | 270 | 563 | 0.649 |
| Suelo | 20 | 316 | 227 | 383 | 0.718 |
| Techo | 70 | 92 | 70 | 107 | 0.760 |
| Paredes (4) | 50 | 212 | 72 | 397 | / |

**Plano útil:**

| | |
|---|---|
| Altura: | 0.800 m |
| Trama: | 32 x 32 Puntos |
| Zona marginal: | 0.000 m |

**Lista de piezas - Luminarias**

| N° | Pieza | Designación (Factor de corrección) | | Φ [lm] | P [W] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | Philips TBS160 2xTL-D36W HFP C3 (1.000) | | 6700 | 72.0 |
| | | | Total: | 13400 | 144.0 |

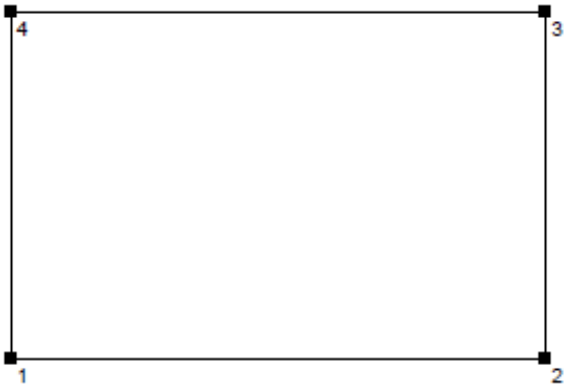
Valor de eficiencia energética: 13.85 W/m² = 3.33 W/m²/100 lx (Base: 10.40 m²)

## Despacho / **Protocolo de entrada**

Altura del plano útil: 0.800 m
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m
Base: 10.40 m²

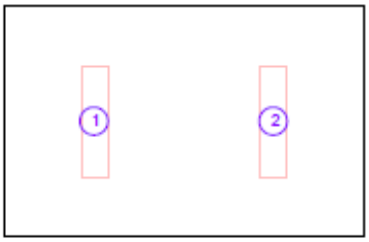



| Superficie | Rho [%] | desde ( [m] \| [m] ) | hacia ( [m] \| [m] ) | Longitud [m] |
|---|---|---|---|---|
| Suelo | 20 | / | / | / |
| Techo | 70 | / | / | / |
| Pared 1 | 50 | ( 0.000 \| 0.000 ) | ( 4.000 \| 0.000 ) | 4.000 |
| Pared 2 | 50 | ( 4.000 \| 0.000 ) | ( 4.000 \| 2.600 ) | 2.600 |
| Pared 3 | 50 | ( 4.000 \| 2.600 ) | ( 0.000 \| 2.600 ) | 4.000 |
| Pared 4 | 50 | ( 0.000 \| 2.600 ) | ( 0.000 \| 0.000 ) | 2.600 |

## Despacho / **Luminarias (lista de coordenadas)**

### Philips TBS160 2xTL-D36W HFP C3

6700 lm, 72.0 W, 1 x 2 x TL-D36W/840 (Factor de corrección 1.000).

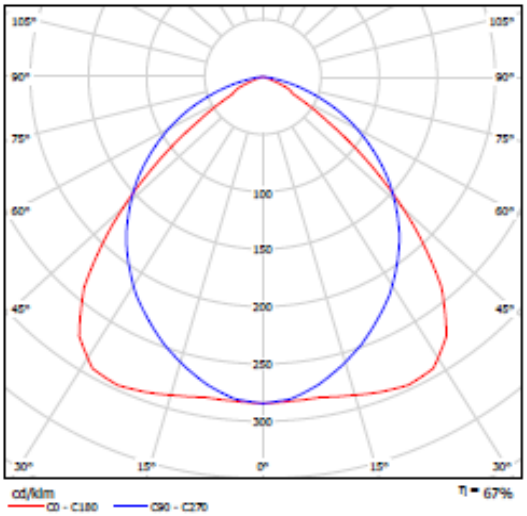



| N° | Posición [m] | | | Rotación [°] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| 1 | 1.000 | 1.300 | 3.080 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 3.000 | 1.300 | 3.080 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

# Philips TBS160 2xTL-D36W HFP C3 / Hoja de datos de luminarias

Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 92 99 100 67

Emisión de luz 1:




Emisión de luz 1:

**Valoración de deslumbramiento según UGR**

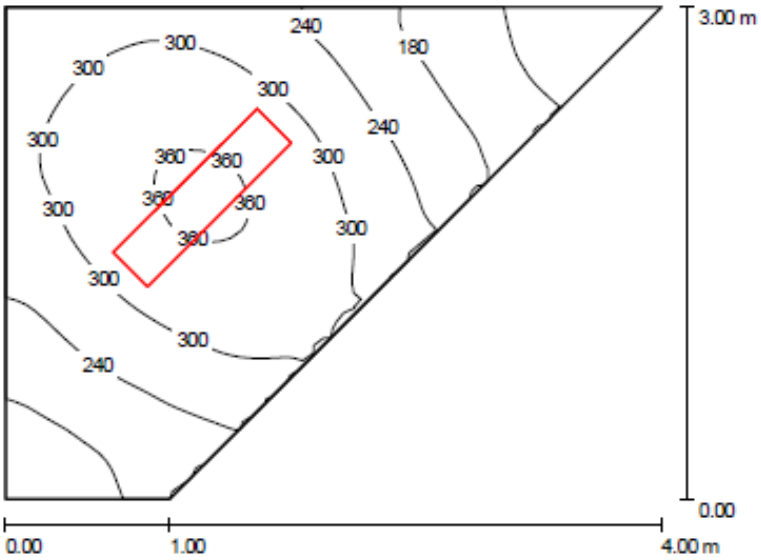
| ρ Techo | 70 | 70 | 50 | 50 | 20 | 70 | 70 | 50 | 50 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ρ Paredes | 50 | 30 | 50 | 30 | 20 | 50 | 30 | 50 | 30 | 20 |
| ρ Suelo | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Tamaño del local X Y | Mirado en perpendicular al eje de lámpara | | | | | Mirado longitudinalmente al eje de lámpara | | | | |
| 2H 2H | 16.2 | 17.3 | 16.5 | 17.5 | 17.8 | 18.3 | 19.4 | 18.6 | 19.6 | 19.9 |
| 3H | 16.2 | 17.2 | 16.5 | 17.5 | 17.7 | 19.3 | 20.3 | 19.6 | 20.5 | 20.8 |
| 4H | 16.1 | 17.1 | 16.5 | 17.4 | 17.6 | 19.5 | 20.5 | 19.8 | 20.7 | 21.0 |
| 6H | 16.1 | 16.9 | 16.4 | 17.2 | 17.5 | 19.6 | 20.5 | 20.0 | 20.8 | 21.1 |
| 8H | 16.0 | 16.9 | 16.4 | 17.2 | 17.5 | 19.6 | 20.4 | 20.0 | 20.8 | 21.1 |
| 12H | 16.0 | 16.8 | 16.4 | 17.1 | 17.4 | 19.6 | 20.4 | 20.0 | 20.7 | 21.0 |
| 4H 2H | 16.6 | 17.5 | 16.9 | 17.8 | 18.1 | 18.4 | 19.3 | 18.7 | 19.6 | 19.9 |
| 3H | 16.6 | 17.4 | 17.0 | 17.7 | 18.1 | 19.4 | 20.2 | 19.8 | 20.6 | 20.9 |
| 4H | 16.6 | 17.3 | 17.0 | 17.6 | 18.0 | 19.8 | 20.5 | 20.1 | 20.8 | 21.2 |
| 6H | 16.5 | 17.1 | 16.9 | 17.5 | 17.9 | 19.9 | 20.5 | 20.3 | 20.9 | 21.3 |
| 8H | 16.5 | 17.0 | 16.9 | 17.4 | 17.8 | 19.9 | 20.5 | 20.3 | 20.9 | 21.3 |
| 12H | 16.4 | 16.9 | 16.9 | 17.3 | 17.8 | 19.9 | 20.4 | 20.4 | 20.8 | 21.2 |
| 8H 4H | 16.6 | 17.1 | 17.0 | 17.5 | 17.9 | 19.7 | 20.2 | 20.1 | 20.6 | 21.0 |
| 6H | 16.5 | 17.0 | 17.0 | 17.4 | 17.8 | 19.8 | 20.3 | 20.3 | 20.7 | 21.1 |
| 8H | 16.5 | 16.9 | 16.9 | 17.3 | 17.8 | 19.9 | 20.2 | 20.3 | 20.7 | 21.2 |
| 12H | 16.4 | 16.8 | 16.9 | 17.2 | 17.7 | 19.9 | 20.2 | 20.3 | 20.6 | 21.1 |
| 12H 4H | 16.6 | 17.0 | 17.0 | 17.5 | 17.9 | 19.6 | 20.1 | 20.1 | 20.5 | 21.0 |
| 6H | 16.5 | 16.9 | 17.0 | 17.3 | 17.8 | 19.8 | 20.2 | 20.3 | 20.6 | 21.1 |
| 8H | 16.4 | 16.8 | 16.9 | 17.2 | 17.7 | 19.8 | 20.1 | 20.3 | 20.6 | 21.1 |

Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias

| | | |
|---|---|---|
| S = 1.0H | +1.0 / -1.8 | +0.3 / -0.4 |
| S = 1.5H | +2.2 / -5.2 | +0.8 / -1.0 |
| S = 2.0H | +3.7 / -6.6 | +1.1 / -1.9 |
| Tabla estándar | 8631 | 8633 |
| Sumando de corrección | -2.8 | 1.1 |

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6700lm Flujo luminoso total

## Recepción / **Resumen**




Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.080 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

| Superficie | ρ [%] | $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min}$ / $E_m$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Plano útil | / | 263 | 74 | 369 | 0.280 |
| Suelo | 20 | 186 | 77 | 234 | 0.415 |
| Techo | 70 | 57 | 23 | 72 | 0.396 |
| Paredes (4) | 50 | 127 | 21 | 356 | / |

**Plano útil:**

| | |
|---|---|
| Altura: | 0.800 m |
| Trama: | 64 x 64 Puntos |
| Zona marginal: | 0.000 m |

**Lista de piezas - Luminarias**

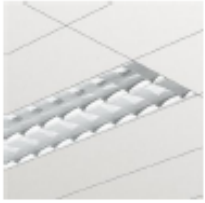
| N° | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ [lm] | P [W] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Philips TBS160 2xTL-D36W HFP C3 (1.000) | 6700 | 72.0 |
| | | Total: | 6700 | 72.0 |

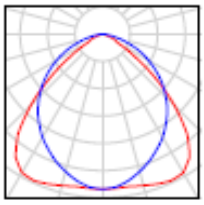
Valor de eficiencia energética: 9.60 W/m² = 3.65 W/m²/100 lx (Base: 7.50 m²)

## Recepción / **Lista de luminarias**

1 Pieza

Philips TBS160 2xTL-D36W HFP C3
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 6700 lm
Potencia de las luminarias: 72.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 92 99 100 67
Armamento: 2 x TL-D36W/840 (Factor de corrección 1.000).





## Recepción / **Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 6700 lm
Potencia total: 72.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

| Superficie | Intensidades lumínicas medias [lx] | | | Grado de reflexión [%] | Densidad lumínica media [cd/m²] |
|---|---|---|---|---|---|
| | directo | indirecto | total | | |
| Plano útil | 195 | 68 | 263 | / | / |
| Suelo | 124 | 61 | 186 | 20 | 12 |
| Techo | 0.00 | 57 | 57 | 70 | 13 |
| Pared 1 | 71 | 53 | 123 | 50 | 20 |
| Pared 2 | 85 | 59 | 144 | 50 | 23 |
| Pared 3 | 60 | 56 | 116 | 50 | 18 |
| Pared 4 | 66 | 54 | 120 | 50 | 19 |

Simetrías en el plano útil
$E_{min}$ / $E_m$: 0.280 (1:4)
$E_{min}$ / $E_{max}$: 0.199 (1:5)

Valor de eficiencia energética: 9.60 W/m² = 3.65 W/m²/100 lx (Base: 7.50 m²)