



# CALCULOS

Paiporta, Mayo de 2008

Basilio De la Torre López.  
Ingeniero Industrial N° colegiado 1894 (COIIV)

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCACIÓN VALENCIA	
Nº.Colegiado: <b>1894</b> BASILIO DE LA TORRE LOPEZ	
FECHA: <b>23/05/2008</b>	NºVISADO: <b>2008/8446</b>
<b>VISADO</b>	



## ÍNDICE DE CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### ANEJO CALCULOS JUSTIFICATIVOS

#### 2.1.- TENSION NOMINAL Y CAIDA DE TENSION MAXIMA ADMISIBLE

#### 2.2.- FORMULAS UTILIZADAS

2.2.1.- Calculo de conductores

2.2.2.- Resistencia de tierra

2.2.3.- Sensibilidad de los interruptores diferenciales

#### 2.3.- POTENCIA TOTAL INSTALADA Y DEMANDADA COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD

2.3.1.- Relación de receptores de alumbrado con indicación de su potencia eléctrica

2.3.2.- Fuerza motriz

2.3.3.- Otros usos

2.3.4.- Coeficiente de simultaneidad

#### 2.4.- CALCULOS LUMINOTECNICOS

2.4.1.- Calculo del número de luminarias



## ANEJO DE CALCULOS JUSTIFICATIVOS

### 2.1.- TENSION NOMINAL Y CAIDA DE TENSION MAXIMA ADMISIBLE

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

La caída de tensión a tener en cuenta para el cálculo de la sección de los conductores, entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, será menor que el 3 %.

Para el citado cálculo, se considerará la alimentación de todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente, lo cual vendrá determinado por las indicaciones del usuario y por la utilización racional de los aparatos a conectar a la red eléctrica.

### 2.2.- FORMULAS UTILIZADAS

#### 2.2.1.- CALCULO DE CONDUCTORES

a).- Circuito monofásico. (fase + neutro, 2 fases).

Por intensidad admisible del cable:

$$I = \frac{P_t}{U_n \cdot \cos \rho} \text{ donde } P_t = 1,8 P_n$$

donde:

- $P_t$  es la potencia en vatios.
- $U_n$  es la tensión nominal,  $U_n = 230$  V.
- $\cos \rho$  es el factor de potencia.

Por caída de tensión:

$$\Delta U(\%) = \frac{\rho \cdot 200}{230} * \sum \frac{L_i \cdot I_i}{S_i} < 3\%$$

donde:

- $\rho$  es el coeficiente de resistividad del cobre (1/56).
- $L_i$ ,  $I_i$  y  $S_i$  son la longitud, corriente y sección de cada uno de los receptores que se alimentan de la línea.

b).- Circuito trifásico (3 fases, 3 fases + neutro).

Por intensidad admisible del cable:

$$I = \frac{P_{calculada} \cdot 1,8}{\eta \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot \cos \varphi} \text{ (Amperios)}$$

donde:

- $\eta$  es el rendimiento.
- $U_n$  es la tensión nominal.
- $\cos \varphi$  es el factor de potencia.



Por caída de tensión:

$$\Delta U(\%) = \frac{\rho * 100}{230} * \sum \frac{L_i * I_i}{S_i} < 3 \%$$

donde:

- $\rho$  es el coeficiente de resistividad del cobre (1/56).
- $L_i$ ,  $I_i$  y  $S_i$  son la longitud, corriente y sección de cada uno de los receptores que se alimentan de la línea.

### **NORMATIVA DE APLICACION**

Para la determinación de las secciones de los conductores a instalar, así como de los tubos protectores se han tenido en cuenta las siguientes instrucciones:

- ITC-BT-09
- ITC-BT-19
- ITC-BT-20
- ITC-BT-21

### **2.2.2.- RESISTENCIA DE TIERRA**

La máxima resistencia puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24V en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc.).

La puesta a tierra de los soportes se realizará mediante conexión a una red de tierra común para todos los circuitos que se alimentan de un mismo cuadro de protección.

Se instalará un electrodo de puesta a tierra cada tres soportes de luminarias como máximo y siempre el primero y último de cada uno de los circuitos.

El conductor de la red de tierra será aislado, mediante cables de tensión asignada 0.6/1 KV , con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre y sección mínima 16 mm<sup>2</sup> para la red subterránea. El conductor de tierra, al ser aislado, puede discurrir por la misma canalización que el resto de conductores de los circuitos de alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o red de tierra, será cable unipolar aislado, de tensión asignada mínima 0.6/1 KV, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre y sección mínima 16 mm<sup>2</sup>.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

En la instalación todas las luminarias, sean de clase I ó II, se conectarán a tierra, así como las columnas, tanto las metálicas como las de PRFV.

Se debe cumplir que:

$$R \leq \frac{24}{I_s}$$

siendo:

$I_s$  = Valor de la sensibilidad del interruptor diferencial a emplear (A), que para este caso es de 0.3 A.



$$R \leq \frac{24}{0.3} = 80 \Omega$$

no obstante, la ITC-BT-09 dicta que la resistencia a tierra deberá de ser menor a 30Ω, por lo que la resistencia de tierra mínima que se debe asegurar es de 30Ω, tal y como queda reflejado en apartados posteriores.

### **2.2.3.- SENSIBILIDAD DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES**

Se instalan diferenciales toroidales para la protección de contactos indirectos de 300mA de sensibilidad, con contactores de 40A nominales.

## **2.3.- POTENCIA TOTAL INSTALADA Y DEMANDADA. COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD**

### **2.3.1.- RELACION DE RECEPTORES DE ALUMBRADO CON INDICACION DE SU POTENCIA ELECTRICA**

El nuevo alumbrado a instalar en la instalación es el siguiente:

C/Alcalde José Puertes:

20 lámparas de V.S.A.P. de 250W (277 W consumidos) de potencia **5.540 W**.

20 lámparas de V.S.A.P. de 100W (116 W consumidos) de potencia **2.320 W**

La potencia total instalada es de **7.860 W**.

Esta potencia está distribuida en dos circuitos de provenientes del cuadro de mando. Además se instala un tercer circuito que abastece a los puntos de luz de la Avda. Reyes Católicos, que son alimentados desde circuito existente a retirar:

CIRCUITO	PUNTO DE LUZ	POTENCIA INSTALADA (KW)
Circuito 1	10 (250+100W)	3.930
Circuito 2	10 (250+100W)	3.930

C/José Antequera:

9 lámparas de V.S.A.P. de 150W (171 W consumidos) de potencia **1.539 W**.

9 lámparas de V.S.A.P. de 100W (116 W consumidos) de potencia **1.044 W**

La potencia total instalada es de **2.583 W**.

CIRCUITO	PUNTO DE LUZ	POTENCIA INSTALADA (KW)
Circuito 1	9 (150+100W)	2.583



### **2.3.2.- FUERZA MOTRIZ**

No se instala.

### **2.3.3.- OTROS USOS**

No se instala.

### **2.3.4.- COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD**

Se prevé un coeficiente de simultaneidad para toda la instalación de 1.

## **2.4.- CALCULOS LUMINOTECNICOS**

### **2.4.1.- CALCULO DEL NUMERO DE LUMINARIAS**

El número de luminarias a instalar depende de los resultados del estudio luminotécnico.

La iluminancia media de proyecto en C/Alcalde José Puertes es de 76lux en calzada con uniformidad de 0,5; mientras que en acera de 57lux con uniformidad de 0,42. El cálculo lumínico se ha realizado para una distancia de 30m (15m al tresbolillo) entre luminarias, y con un nivel de depreciación de luminarias de 0,8.

La iluminancia media de proyecto en C/José Antequera es de 66lux en calzada con uniformidad de 0,42. El cálculo lumínico se ha realizado para una distancia de 26m (unilateral) entre luminarias, y con un nivel de depreciación de luminarias de 0,8.

La iluminancia media de proyecto en calle peatonal es de 59lux en calzada con uniformidad de 0,73. El cálculo lumínico se ha realizado para una distancia de 20m (unilateral) entre luminarias, y con un nivel de depreciación de luminarias de 0,8.

### **2.4.2.- CALCULO DE LA SECCION DE LOS CONDUCTORES Y DIAMETRO DE LOS TUBOS DE CANALIZACION A UTILIZAR EN LA LINEA DE ALIMENTACION AL CUADRO GENERAL.**

#### **2.4.2.1.-Circuito monofásico hasta el cuadro general**

En este caso el circuito es trifásico.

#### **2.4.2.2.- Circuito trifásico hasta el cuadro general**

No se dispone de derivación individual ni línea repartidora puesto que el cuadro general de protección y mando y la caja general de protección se encuentran unidas físicamente, una junto a la otra.

La acometida es de 4x25 mm<sup>2</sup> de Cu (3F+N) en todos los casos, disponiéndose de centro de transformación junto al Cuadro de Mando, estando la acometida formada por cables unipolares, instalada enterrada. El aislamiento de RV-K 0.6/1 KV, y está protegida en el Cuadro General de Protección con un interruptor automático de intensidad nominal 80A, y en el esquema 10 asociado a la acometida mediante fusibles de 80A.



### 2.4.3.- CALCULO DE LA SECCION DE LOS CONDUCTORES Y DIAMETRO DE LOS TUBOS O CANALIZACIONES A UTILIZAR EN LAS LINEAS REPARTIDORAS.

Se ha dividido la instalación en circuitos. En cada uno de ellos, se calcula la sección del cable necesario según la intensidad máxima admisible y la caída de tensión desde el Cuadro de mando.

CMP	Circuito	Lámpara de 250W	Lámpara de 100W	Pot. total	I calculo	S (mm <sup>2</sup> )
Cuadro C/Pérez Llacer	Circuito 1	10	10	3930	11,36	10
	Circuito 2	10	10	3930	11,36	10
	Circuito 3	5	0	1385	4,00	16
Cuadro C/José Antequera	Circuito 1	9 (150W)	9	2583	7,47	10
Cuadro C/Alcalde José Puertes	Circuito 1	17	0	4709	13,61	10
	Circuito 2	11	0	3047	8,81	10

Notar que la Intensidad de cálculo se calcula con una potencia del 80% superior a la instalada, por tratarse de alumbrado de VSAP.

La sección de 10mm<sup>2</sup> de cable tripolar tiene una intensidad admisible de 70A enterrada, por tanto se considera adecuada para todas las líneas de nueva instalación. No obstante, y como se ve más adelante, resulta adecuado subir la sección del circuito del CMP C/Pérez Llacer que alimenta a luminarias existentes en Ada. Reyes Católicos, a 16mm<sup>2</sup> por caída de tensión.

Por tanto la caída de tensión de cada uno de los circuitos es la siguiente:

	L primer tramo	L segundo tramo	L total	I <sub>nominal</sub>	ΔU%
Circuito 1	188	298	486	6,31	1,66
Circuito 2	178	230	408	6,31	1,52
Circuito 3	480	150	630	2,22	0,60
			0		
Circuito 1	0	95	95	1,84	0,07
			0		
Circuito 1	177	330	507	6,67	1,79
Circuito 2	416	75	491	4,89	1,74

Donde la longitud del primer tramo es un tramo que no alimenta a luminarias y por el que pasa toda la intensidad del circuito, mientras que el segundo tramo la carga esta repartida según distancia entre puntos de luz. Este segundo tramo se calcula como si toda la carga estuviese situada al final de la línea aplicándole un coeficiente reductor de 0,55.

La Intensidad y la caída de tensión se calculan según las fórmulas antes especificadas.



## 2.4.4.- CALCULO DE LAS PROTECCIONES A INSTALAR EN LAS DIFERENTES LINEAS GENERALES Y DERIVADAS.

### 2.4.4.1.- Sobrecarga

Para proteger las líneas frente a sobrecargas, se dispondrá de interruptor magnetotérmico. Se deberá comprobar lo siguiente (UNE 20460-4-433):

$$\begin{aligned} I &\leq I_n \leq I_z \\ I_2 &\leq 1,45 I_z \\ I_2 &= 1,45 * I_{n,int. aut.} \end{aligned}$$

con:

- $I$  = intensidad de utilización.
- $I_z$  = Intensidad admisible del conductor según Tabla 5 de la ITC-BT-97
- $I_{n,int. aut.}$  = Intensidad nominal del interruptor automático.

Si la protección se realiza mediante magnetotérmicos que cumplen la norma EN 60898, entonces  $I_2 = 1.45 I_n$ ; por lo que en caso de que se cumpla la primera condición el cumplimiento de la segunda es inmediato.

De este modo, siempre que la intensidad nominal del magnetotérmico o automático sea mayor a la máxima admisible de la canalización que protege se asegura que la citada canalización se encuentra efectivamente protegida frente a sobrecargas.

En nuestro caso, los interruptores automáticos son gama C60L de 25A y 16A, y las secciones nuevas son de 16 y 10mm<sup>2</sup>. La intensidad admisible de estos cuando se instalan enterradas en manguera (tripolar) es de 70A y 92A.

Además la intensidad de funcionamiento en el circuito más desfavorable es, en cabecera, de 13A producida justo en el arranque.

En este caso se instala interruptor automático de 4x16A para los circuitos nuevos a instalar mientras que

$$I = 11,36 A \leq I_n = 16 A \leq I_z = 70 A$$

$$\begin{aligned} I_2 &= 1,45 * I_n = 1,45 * 16 = 23,2 A \\ 1,45 * I_z &= 1,45 * 70 = 101 A \end{aligned}$$

**CUMPLE**

### 2.4.4.2.- Cortocircuitos

Para el cálculo de cortocircuitos se debe comprobar lo siguiente:

Según UNE 20460-4-434, las características de funcionamiento de un dispositivo que protege una línea frente a cortocircuito deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

- $I_{cc,m\acute{a}x} \leq \text{Poder de corte}$

donde  $I_{cc,m\acute{a}x}$  se calcula genéricamente como:

$$I_{cc,m\acute{a}x} = \frac{U(400V)}{\sqrt{3} \cdot \sum_j L_j \cdot Z_{Lj}}$$



$Z_L$ : Impedancia de línea a temperatura ambiente ( $\Omega/m$ )  
 L: Longitud de línea (m)  
 j: Impedancias aguas arriba

Si son líneas monofásicas:

$$I_{cc,m\acute{a}x} = \frac{U(230V)}{\sum_j L_j \cdot (Z_{Lj} + Z_{Nj})}$$

$Z_L$ : Impedancia de línea a temperatura ambiente ( $\Omega/m$ )  
 $Z_N$ : Impedancia del neutro a temperatura ambiente ( $\Omega/m$ )  
 L: Longitud de línea (m)  
 j: Impedancias aguas arriba

- El tiempo de corte de cualquier corriente que resulte de un cortocircuito no debe superar el tiempo en el que la temperatura de los conductores tarda en alcanzar el límite admisible. Para esta condición deben cumplirse las dos condiciones siguientes a la vez:

- Energía que soporta el conductor > Energía que permite pasar el magnetotérmico.

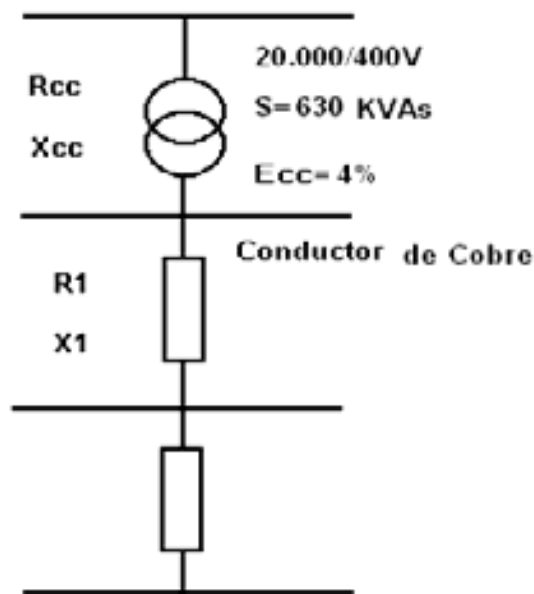
$$K^2 \cdot S^2 > (i^2 \cdot t)_{disparo}$$

- Tiempo de actuación < 0,1sg  $\rightarrow I_{cc,min} > I_{d0,1}$

donde  $I_{d0,1}$  es la intensidad de desconexión del magnetotérmico para un tiempo de 0,1sg;  
 $I_{cc,min}$  es el valor eficaz de la mínima corriente de cortocircuito que puede generarse aguas abajo.

Para el cálculo de la protección frente a cortocircuitos nos basamos en primer lugar en la máxima corriente de cortocircuito que puede producirse en la instalación.

Transformador = 630 KVA  
 $E_{cc}(\%) = 4$  ;  $E_{Rcc}(\%) = 1$   
 20.000 / 400 V  
 Potencia de c.c. = 350 MVA



### CORTOCIRCUITO EN UN PUNTO CERCANO DEL TRANSFORMADOR

El valor de la intensidad permanente de C.C. vendrá dada por la expresión:



$$I_{p,cc} = \frac{U_2}{\sqrt{3} * Z_T}$$

siendo:

$$Z_T = (R_{cc} + R_1 + R_2 + \dots) + (X_{cc} + X_1 + X_2 + \dots)$$

El cálculo de las diferentes resistencias y reactancias se realiza como sigue:

a.- Transformador: Cálculo de  $R_{cc}$  y  $X_{cc}$  (A)

$$Z_{cc} = \frac{E_{cc}(\%) U_n^2}{100 S_n} ; R_{cc} = \frac{E_{rcc}(\%) U_n^2}{100 S_n} ; X_{cc} = \frac{E_{xcc}(\%) U_n^2}{100 S_n}$$

Los valores de  $R_{cc}$ ,  $X_{cc}$  y  $Z_{cc}$  son datos constructivos de los transformadores y en catálogo vienen los valores de  $E_{cc}$  y a veces los de  $E_{Rcc}$  y  $E_{Xcc}$ .

En el caso de que no se dispongan de estos datos existen gráficas que proporcionan los valores de la resistencia y la reactancia de transformadores normales para una tensión dada en el lado de baja. En estos diagramas los parámetros de entrada son la potencia del transformador  $S_n$  y la tensión de dispersión  $U_k$ . Esta tensión de dispersión se obtiene a partir de la tensión de cortocircuito del transformador en %,  $U_k$ , y de la caída de tensión óhmica en %  $U_R$  mediante la expresión:

$$U_x = \sqrt{U_k^2 - U_R^2}$$

Estos valores de  $U_k$  y  $U_R$  están indicados en los catálogos de los transformadores.

Existen gráficas para determinar la R y la X del transformador para tensión de 400 V, en una de ellas se puede obtener que:

$$\text{Si } S_n = 630 \text{ KVA} \rightarrow R_{cc} = 2,53 \text{ m}\Omega ; X_{cc} = 9,83 \text{ m}\Omega.$$

$$R_T = R_{cc} = 2,53 \text{ m}\Omega$$

$$X_T = X_{cc} = 9,83 \text{ m}\Omega$$

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} = \sqrt{2,53^2 + 9,83^2} = 10,15 \text{ m}\Omega$$

y por tanto:

$$I_{p,cc} = \frac{U_2}{\sqrt{3} * Z_T} = \frac{400}{\sqrt{3} * 10,15} = 22,76 \text{ KA}$$

Esta es la máxima corriente de cortocircuito que debe de cortar el interruptor general instalado a la salida del transformador.

b.- Conductor subterráneo ( $R_1$  y  $X_1$ )

$$R_1 = \frac{\rho * L_1}{S_1 * n} = \frac{0,028 * 5}{25} = 5,6 \text{ m}\Omega ; X_1 \cong 0 ; \rho_{Al} = 0,028 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

Siendo  $n$  el número de conductores por fase:  $L_1 = 5 \text{ m}$  ;  $S_1 = 4 \times 25 \text{ mm}^2$ .



Notar que para secciones inferiores a  $120\text{mm}^2$ , se desprecia la reactancia con respecto a la resistencia del cable según criterio del Anexo 2 de la Guía Técnica de Baja Tensión.

Puesto que la distancia es insignificante, se desprecia la resistencia del conductor que alimenta al Cuadro de Mando.

Por tanto, el cortocircuito en bornes la CMP:

$$I_{p,cc} = \frac{U_2}{\sqrt{3} * Z_t} = \frac{400}{\sqrt{3} * 10,15} = 22,76 \text{ KA}$$

Por tanto, el interruptor automático general del Cuadro de Mando debe tener un poder de corte de 25kA.

Debe cumplirse la Condición  $K^2 \cdot S^2 > (i^2 \cdot t)_{disparo}$  donde  $k=135$  y para el interruptor automático elegido  $i^2 t = 50000 \text{ A}^2\text{s}$ , por lo que sí se cumple la condición para  $S=10 \text{ mm}^2$  siendo ésta la más desfavorable (el resto de secciones de la alimentación subterránea a los puntos de luz es de mayor sección):

$$656100 > 50000$$

En el caso de la Condición  $I_{cc,min} > I_{d0,1}$  se calcula la  $I_{cc,min}$  más desfavorable como:

Calculamos a continuación el cortocircuito mínimo:

c.- Conductor subterráneo más desfavorable (Circuito  $10\text{mm}^2$ ) ( $R_2$  y  $X_2$ )

$$R_2 = \frac{\rho * L_2}{S_2 * n} ; X_2 \cong 0 ; \rho_{Cu} = 0,018 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

Siendo  $n$  el número de conductores por fase:  $L_2 = 480 \text{ m}$  ;  $S_2 = 4 \times 10\text{mm}^2$

$$R_2 = \frac{0,018 * L}{S_1 * n} = \frac{0,018 * 480}{10} * 10^3 = 864 \text{ m}\Omega$$

Cortocircuito mínimo:

$$R_T = R_{cc} + R_1 + R_2 = 872,13 \text{ m}\Omega$$

$$X_T = X_{cc} + X_1 + X_2 = 9,83 \text{ m}\Omega$$

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} = \sqrt{873^2 + 9,83^2} = 873 \text{ m}\Omega$$

y por tanto la  $I_{cc,min}$  es:

$$I_{cc,min} = \frac{U_2}{\sqrt{3} * Z_t} = \frac{400}{\sqrt{3} * 873} = 0,264 \text{ KA}$$



$264 > 5 I_n = 125$ . Por tanto se utilizarán protección magnetotérmica con **Curva B** con actuaciones segura en 0,1 segundos para  $5 I_n = 125$  A.

Para el cable que alimenta a cada luminaria individualmente ( $S=2,5\text{mm}^2$ ), el cable está protegido por un fusible de 6A de intensidad nominal.

Se deberá cumplir:

- $I_{cc,m\acute{a}x} \leq \text{Poder de corte}$
- $I_{cc,min} > I_a$

$$t_{ad} = (143 \times 2,5 / 142)^2 = 6,33 \text{ sg e } I_a \text{ es la intensidad de actuación del fusible.}$$

El poder de corte del fusible es de 50 KA, por lo que la primera condición se cumple.

En el caso de la segunda condición, mirando en la tabla el fusible de 6A cumple a cortocircuito para el  $I_{cc,min}$  calculado según se indica a continuación.

#### g.- Conductor de alimentación a las luminarias ( $R_3$ y $X_3$ )

$$R_3 = \frac{\rho * L_3}{S_3 * n} ; X_3 = x_3 * \frac{L_3}{n} ; \rho_{Cu} = 0,018 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

Siendo  $n$  el número de conductores por fase:  $L_3 = 10$  m ;  $S_3 = 2 \times 2,5\text{mm}^2$

$$R_3 = 72 \text{ m}\Omega$$

$$X_3 = 0 \text{ m}\Omega$$

Cortocircuito mínimo:

$$R_T = R_{cc} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 945 \text{ m}\Omega$$

$$X_T = X_{cc} + X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 9,83 \text{ m}\Omega$$

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} = \sqrt{945^2 + 9,83^2} = 945 \text{ m}\Omega$$

y por tanto la  $I_{cc,min}$  es:

$$I_{cc,min} = \frac{U_2}{\sqrt{3} * Z_T} = \frac{400}{\sqrt{3} * 945} = 0,24 \text{ KA}$$

por lo que entrando en la curva del fusible se comprueba que efectivamente el mismo protege el citado conductor de  $2,5 \text{ mm}^2$  de sección frente a cortocircuitos.

No obstante, incluso estaba protegido con el interruptor automático de protección del circuito situado en su Cuadro de Mando.

#### **2.4.4.3.- Sobretensiones**

La instalación de referencia no se encuentra protegida frente a descargas directas del rayo. En el caso de sobretensiones debidas a influencia de la descarga lejana del rayo, conmutaciones de la red, defectos de red, efectos inductivos, capacitivos, etc., en nuestra instalación nos encontramos en una situación natural, de acuerdo a la división en situaciones que se puede encontrar una instalación respecto al



riesgo de sobretensiones que se establece en el apartado 3 de la ITC BT-23, de modo que no es necesario adoptar medidas adicionales para la protección de la instalación frente a este tipo de sobretensiones.

La instalación objeto del presente proyecto se alimentará en su totalidad mediante una red subterránea, de modo que, tal y como se indica en 3.1 de la ITC BT-23, no es necesaria la adopción de protecciones suplementarias contra sobretensiones transitorias.

#### **2.4.4.4.- Dispositivos guardamotor**

No se prevén.

### **2.5.- CALCULO DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS**

Se instalará un electrodo de puesta a tierra cada tres soportes de luminarias como máximo y siempre el primero y último de cada uno de los circuitos.

El conductor de la red de tierra será aislado, mediante cables de tensión asignada 0.6/1 KV , con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre y sección mínima 16 mm<sup>2</sup> para la red subterránea. El conductor de tierra, al ser aislado, puede discurrir por la misma canalización que el resto de conductores de los circuitos de alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o red de tierra, será cable unipolar aislado, de tensión asignada mínima 0.6/1 KV, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre y sección mínima 16 mm<sup>2</sup>.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

En la instalación todas las luminarias, sean de clase I ó II, se conectarán a tierra, así como las columnas, tanto las metálicas como las de PRFV.

Se debe cumplir que:

$$R \leq \frac{24}{I_s}$$

siendo:

I<sub>s</sub>= Valor de la sensibilidad del interruptor diferencial a emplear (A), que para este caso es de 0.3 A.

$$R \leq \frac{24}{0.3} = 80 \Omega$$

no obstante, la ITC-BT-09 dicta que la resistencia a tierra deberá de ser menor a 30Ω.

Si deseamos obtener una resistencia de 10Ω, y despreciando en el cálculo el efecto de la resistencia del anillo, tenemos que:

$$R_{picas} = \frac{1}{\frac{1}{R_t} + \frac{1}{10}} = 10\Omega$$

Nuestro terreno es arena arcillosa, por tanto, según tabla 3 de la ITC-BT-18, la resistividad del terreno es de 300 Ohm.m. Aplicando este resultado a la fórmula obtenida anteriormente, se obtiene:



$$R_{picas} = \frac{\rho}{N \cdot L} \Rightarrow N = \frac{\rho}{R_{picas} \cdot L} = \frac{300}{10 \cdot 2} = 15 \Rightarrow 15 \text{ picas}$$

En este caso se instalan al menos 18 piquetas, por lo que el número de picas es mayor al mínimo necesario, siendo de este modo la resistencia de puesta a tierra menor a la considerada.



## **ANEJO CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA OBLIGATORIA**

### **1.- NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO**

La normativa de aplicación, de obligado cumplimiento para la instalación de referencia, es la siguiente:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 (BOE 224 de 18-9-2002)
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de IBERDROLA S.A. para las instalaciones de enlace en los suministros de energía eléctrica en B.T. aprobadas por el Ministerio de Industria, según resolución de la Dirección General de la Energía de fecha 30-10-74.
- Orden de 12 de Febrero de 2001 de la Conselleria de Industria y Comercio (por la que se modifica la Orden de 13 de Marzo de 2000, de la Conselleria de Industria, Comercio y Turismo, por la que se establece el contenido mínimo en proyectos.
- Ley 21/1992 de Industria
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Orden de 15 de julio de 1994 de la Conselleria de Industria Comercio y Turismo por la que se aprueba la Instrucción Técnica "Protección contra contactos indirectos en instalaciones de alumbrado público" publicado en el DOGV núm 2341 de fecha 8-9-94.
- Orden de 16 de mayo de 1.989 por la que se modifica el R.D. 2642/1985 de 18 de diciembre por la que se declara de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de los candelabros metálicos.
- Decreto 462/1971, en el que se aprueban las normas de redacción de proyectos y dirección de obras de edificación.
- EHE. Instrucción de hormigón estructural. Real Decreto 2661/1998 de 11 de diciembre y Real Decreto 996/1999 de 11 de junio.
- REAL DECRETO 1797/2003, de 26 de diciembre, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-03)
- Ordenanzas urbanísticas del Ayuntamiento de Alfafar.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Normas UNE de obligado cumplimiento, en aplicación de lo indicado en la normativa de aplicación a las instalaciones de protección contra incendios y de estructuras.

Mayo de 2008



## ANEJO PLAN DE OBRA.

### 1.- PLAN DE OBRA

La obra objeto del presente proyecto se considera que debe ejecutarse en una única fase ya que por sus características no se tienen partes diferenciadas en las que sea necesario subdividirlas.

Consideramos que la obra debe ejecutarse en un único plazo de 60 días, debiéndose abonar a la finalización de este plazo la totalidad de la obra.

Adjunto se entrega diagrama de Gannt de la obra.

Mayo de 2008





## ANEJO CALCULO DE HONORARIOS.

### 1.- CALCULO DE HONORARIOS

El presupuesto de ejecución material de la obra es de 169.588,53 euros, de tal modo que los honorarios según acuerdo aprobado en sesión de la corporación en pleno del Exmo. Ayuntamiento de Alfafar, son los siguientes, teniendo en cuenta que al redactarse el proyecto por Ingeniero Industrial no es necesario el concurso de técnico medio en la dirección de obra:

- Redacción de Proyecto y Estudio de Seguridad y Salud:

$$169.588,53 * 0,0462 = 7.834,99 \text{ € IVA incluido}$$

- Redacción de Dirección de obra por técnico superior y Plan de seguridad y coordinador de obra:

$$169.588,53 * (0.018+0.0054) = 3.968,37 \text{ € IVA incluido}$$

El total de honorarios asciende a la cantidad de **11.803,36 Euros IVA incluido.**

Mayo de 2008



**ANEJO PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN.**

**1.- PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN.**

El presupuesto para conocimiento de la administración es el siguiente:

- Presupuesto Ejecución por Contrata:	234.100,00 € (iva incluido)
- Honorarios técnicos:	11.803,36 € (iva incluido)
	<hr/>
- Presupuesto para conocimiento de la Administración:	<b>245.903,36 €</b>

El presupuesto para conocimiento de la Administración asciende a la cantidad de 241.934,99 € (DOSCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS TRES EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS DE EURO).

Mayo de 2008



# ESTUDIO LUMINICO

Paiporta, Mayo de 2008

Basilio De la Torre López.  
Ingeniero Industrial N° colegiado 1894 (COIIV)

Documento visado electrónicamente con número: 2008/8446

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCACIÓN VALENCIA	
Nº.Colegiado: <b>1894</b> BASILIO DE LA TORRE LOPEZ	
FECHA: <b>23/05/2008</b>	NºVISADO: <b>2008/8446</b>
<b>VISADO</b>	



**R. ROS ALGUER, S.A.**  
**Oficina Técnica**

Proyecto N°: Alfa

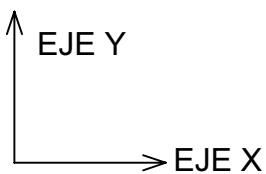
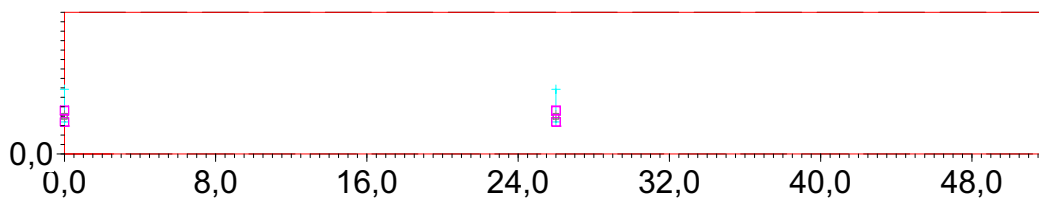
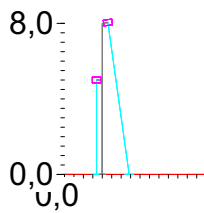
Fecha: 19/05/2008



Cliente: **Jose Luis de la Torre**

Descripción: **Alumbrado C/ Jose Antequera de Alfajar**

## VISTAS DE LA INSTALACIÓN - ALZADO Y PLANTA



Escala 1:400

1



**R. ROS ALGUER, S.A.**  
**Oficina Técnica**

Proyecto N°: Alfa

Fecha: 19/05/2008

Cliente: **Jose Luis de la Torre**

Descripción: **Alumbrado C/ Jose Antequera de Alfajar**

## DATOS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

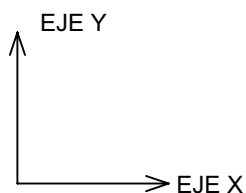
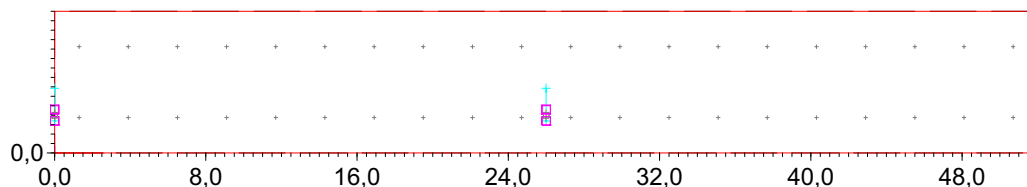
### DIMENSIONES

Longitud (Eje X): **52,00 m**  
 Anchura (Eje Y): **7,50 m**  
 Tipo de Pavimento: **R1**  
 Coef. pavimento q0: **0,10**  
 Posición del Observador: **( 0,00, 0,00)**

### MALLA DE CÁLCULO

Puntos de cálculo X: **20**  
 20  
 dimensión X: **2,60 m**  
 dimensión Y: **3,75 m**

## PUNTOS DE CÁLCULO



Escala 1:400

2



**R. ROS ALGUER, S.A.**  
**Oficina Técnica**

Proyecto N°: Alfa

Fecha: 19/05/2008



Cliente: **Jose Luis de la Torre**

Descripción: **Alumbrado C/ Jose Antequera de Alfajar**

### LISTADO DE PUNTOS DE LUZ

N	LUMINARIA	LAMPARA	FLUJO (kLm)	F.C.	X (m)	Y (m)	Z (m)	C (°)	G (°)
1	LRA-75600 G VSAP Tubular - 150 W		14,50	1,00	0,00	2,00	5,00	270,0	0,0
2	LRA-75600 G VSAP Tubular - 150 W		14,50	1,00	26,00	2,00	5,00	270,0	0,0
3	LRA-75600 G VSAP Tubular - 150 W		14,50	1,00	52,00	2,00	5,00	270,0	0,0
4	LRA-75751 G VSAP Tubular - 150 W		14,50	1,00	0,00	2,00	8,00	90,0	8,0
5	LRA-75600 G VSAP Tubular - 150 W		14,50	1,00	26,00	2,00	8,00	90,0	8,0
6	LRA-75600 G VSAP Tubular - 150 W		14,50	1,00	52,00	2,00	8,00	90,0	8,0

Documento visado electrónicamente con número: 2008/8446



**R. ROS ALGUER, S.A.**  
**Oficina Técnica**

Proyecto N°: **Alfa**

Fecha: **19/05/2008**



Cliente: **Jose Luis de la Torre**

Descripción: **Alumbrado C/ Jose Antequera de Alfajar**

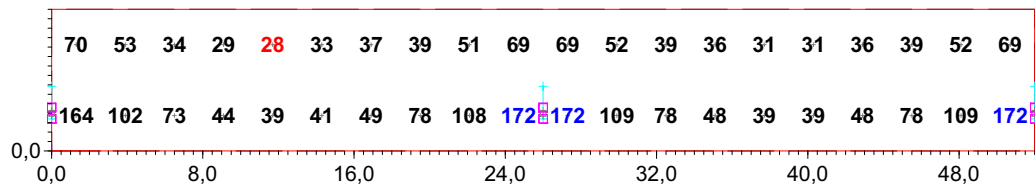
**ILUMINANCIAS HORIZONTALES**

Máxima: **172 lux**  
Media: **66 lux**  
Mínima: **28 lux**

**UNIFORMIDADES**

Media (Emin/Emed): **0,42**  
Extrema (Emin/Emax): **0,16**

## RESULTADOS- ILUMINANCIAS [lux]



Documento visado electrónicamente con número: 2008/8446



**R. ROS ALGUER, S.A.**  
**Oficina Técnica**

Proyecto N°: Alfa

Fecha: 19/05/2008

Cliente: **Jose Luis de la Torre**

Descripción: **Alumbrado C/ Jose Antequera de Alfajar**

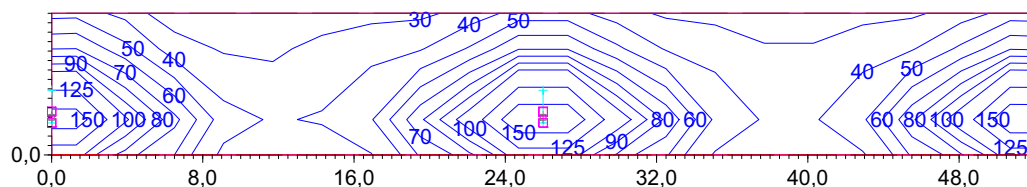
**ILUMINANCIAS HORIZONTALES**

Máxima: **172 lux**  
Media: **66 lux**  
Mínima: **28 lux**

**UNIFORMIDADES**

Media (Emin/Emed): **0,42**  
Extrema (Emin/Emax): **0,16**

**CURVAS ISOLUX**



Documento visado electrónicamente con número: 2008/8446

Escala 1:400

5



**R. ROS ALGUER, S.A.**  
**Oficina Técnica**

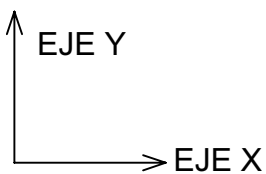
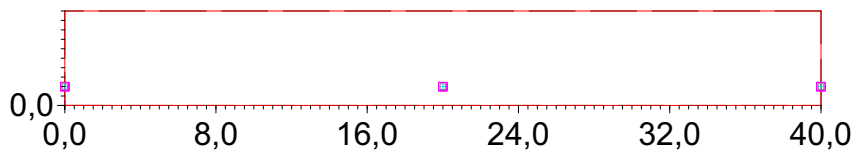
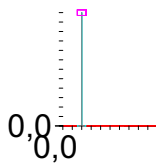
Proyecto N°: **Alfa**

Fecha: **22/05/2008**



Cliente: **Jose Luis de la Torre**  
Descripción: **Alumbrado Zona Peatonal**

## VISTAS DE LA INSTALACIÓN - ALZADO Y PLANTA



Escala 1:400

1



**R. ROS ALGUER, S.A.**  
**Oficina Técnica**

Proyecto N°: **Alfa**

Fecha: **22/05/2008**



Cliente: **Jose Luis de la Torre**  
Descripción: **Alumbrado Zona Peatonal**

## DATOS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

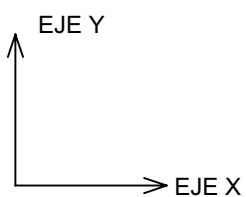
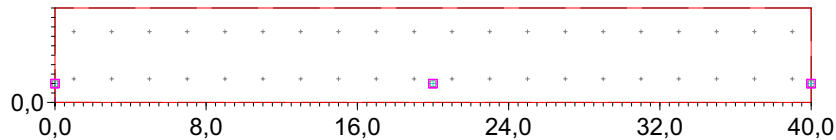
### DIMENSIONES

Longitud (Eje X): **40,00 m**  
Anchura (Eje Y): **5,00 m**  
Tipo de Pavimento: **R1**  
Coef. pavimento q0: **0,10**  
Posición del Observador: **( 0,00, 0,00)**

### MALLA DE CÁLCULO

Puntos de cálculo X: **20**  
20  
dimensión X: **2,00 m**  
dimensión Y: **2,50 m**

## PUNTOS DE CÁLCULO



Escala 1:400

2



**R. ROS ALGUER, S.A.**  
**Oficina Técnica**

Proyecto N°: **Alfa**

Fecha: **22/05/2008**



Cliente: **Jose Luis de la Torre**

Descripción: **Alumbrado Zona Peatonal**

### LISTADO DE PUNTOS DE LUZ

N	LUMINARIA	LAMPARA	FLUJO (kLm)	F.C.	X (m)	Y (m)	Z (m)	C (°)	G (°)
1	LRA-75601	G VSAP Tubular - 150 W	14,50	1,00	0,00	1,00	6,00	90,0	0,0
2	LRA-75601	G VSAP Tubular - 150 W	14,50	1,00	20,00	1,00	6,00	90,0	0,0
3	LRA-75601	G VSAP Tubular - 150 W	14,50	1,00	40,00	1,00	6,00	90,0	0,0

Documento visado electrónicamente con número: 2008/8446



**R. ROS ALGUER, S.A.**  
**Oficina Técnica**

Proyecto N°: **Alfa**

Fecha: **22/05/2008**

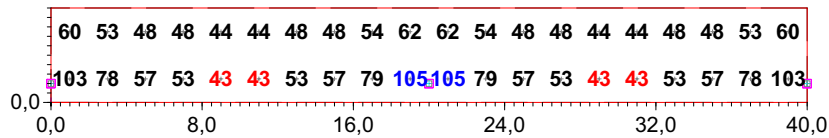


Cliente: **Jose Luis de la Torre**

Descripción: **Alumbrado Zona Peatonal**

ILUMINANCIAS HORIZONTALES		UNIFORMIDADES	
Máxima:	<b>105 lux</b>	Media (Emin/Emed):	<b>0,73</b>
Media:	<b>59 lux</b>	Extrema (Emin/Emax):	<b>0,41</b>
Mínima:	<b>43 lux</b>		

## RESULTADOS- ILUMINANCIAS [lux]



Documento visado electrónicamente con número: 2008/8446



**R. ROS ALGUER, S.A.**  
**Oficina Técnica**

Proyecto N°: **Alfa**

Fecha: **22/05/2008**

Cliente: **Jose Luis de la Torre**  
Descripción: **Alumbrado Zona Peatonal**

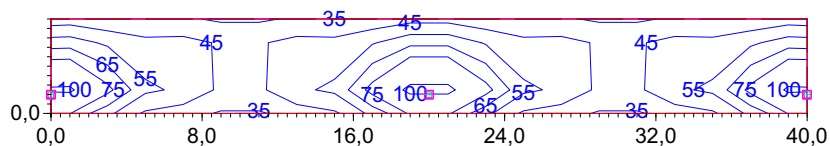
**ILUMINANCIAS HORIZONTALES**

Máxima: **105 lux**  
Media: **59 lux**  
Mínima: **43 lux**

**UNIFORMIDADES**

Media (Emin/Emed): **0,73**  
Extrema (Emin/Emax): **0,41**

**CURVAS ISOLUX**



Documento visado electrónicamente con número: 2008/8446



Cliente: **BT Ingeniería.**

Descripción: **Alumbrado de la C/ Alcalde Puertes en Alfajar (Valencia).**

## DATOS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

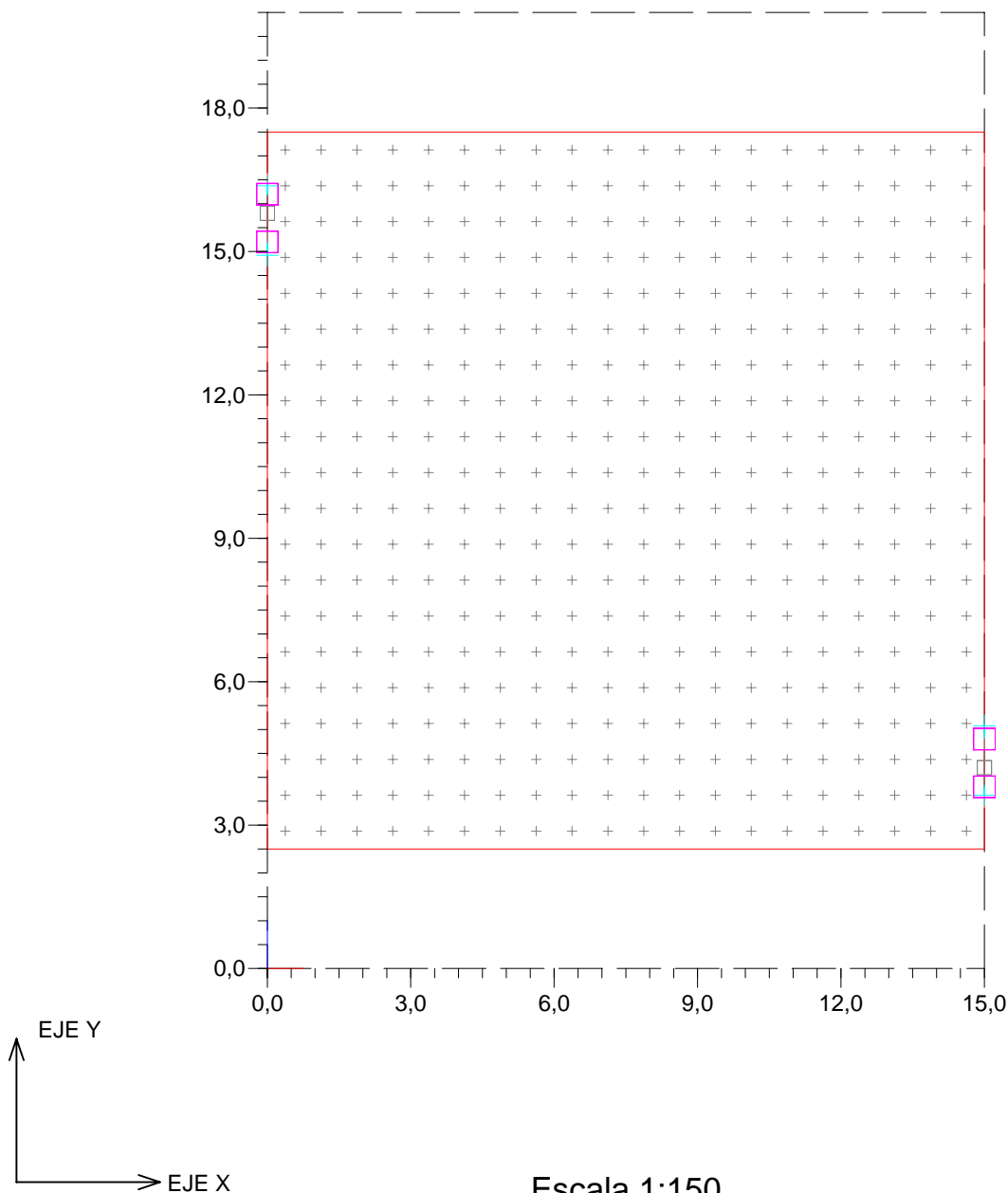
### DIMENSIONES

Longitud (Eje X): **15,00 m**  
 Anchura (Eje Y): **20,00 m**  
 Tipo de Pavimento: **R1**  
 Coef. pavimento q0: **0,10**  
 Posición del Observador: **( 0,00, 0,00)**

### MALLA DE CÁLCULO

Puntos de cálculo X: **20**  
 20 **20**  
 dimensión X: **0,75 m**  
 dimensión Y: **0,75 m**

## PUNTOS DE CÁLCULO



Documento visado electrónicamente con número: 2008/8446



**R. ROS ALGUER, S.A.**  
**Oficina Técnica**

Proyecto Nº: **P07020**

Fecha: **22/05/2008**



Cliente: **BT Ingeniería.**

Descripción: **Alumbrado de la C/ Alcalde Puertes en Alfafar (Valencia).**

### LISTADO DE PUNTOS DE LUZ

N	LUMINARIA	LAMPARA	FLUJO (kLm)	F.C.	X (m)	Y (m)	Z (m)	C (°)	G (°)
1	LRA-75751	G VSAP Tubular - 250 W	31,40	0,80	0,00	15,80	8,00	-90,0	2,0
2	LRA-75751	G VSAP Tubular - 250 W	31,40	0,80	-15,00	4,20	8,00	90,0	2,0
3	LRA-75751	G VSAP Tubular - 250 W	31,40	0,80	15,00	4,20	8,00	90,0	2,0
4	LRA-75751	G VSAP Tubular - 250 W	31,40	0,80	30,00	15,80	8,00	-90,0	2,0
5	LRA-75601	G VSAP Tubular - 100 W	14,50	0,80	-15,00	4,20	5,00	-90,0	2,0
6	LRA-75601	G VSAP Tubular - 100 W	14,50	0,80	0,00	15,80	5,00	90,0	2,0
7	LRA-75601	G VSAP Tubular - 100 W	14,50	0,80	15,00	4,20	5,00	-90,0	2,0
8	LRA-75601	G VSAP Tubular - 100 W	14,50	0,80	30,00	15,80	5,00	90,0	2,0

Documento visado electrónicamente con número: 2008/8446



Cliente: **BT Ingeniería.**

Descripción: **Alumbrado de la C/ Alcalde Puertes en Alfafar (Valencia).**

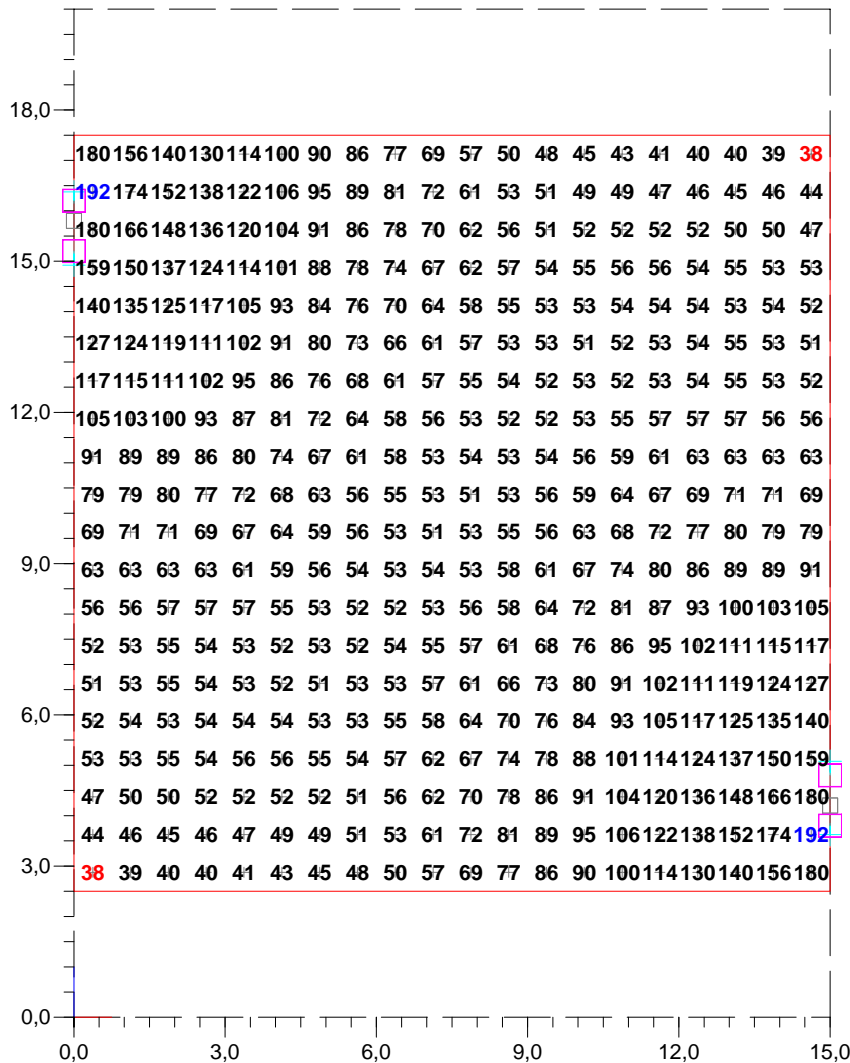
**ILUMINANCIAS HORIZONTALES**

Máxima: **192 lux**  
Media: **76 lux**  
Mínima: **38 lux**

**UNIFORMIDADES**

Media (Emin/Emed): **0,50**  
Extrema (Emin/Emax): **0,20**

## RESULTADOS- ILUMINANCIAS [lux]



Documento visado electrónicamente con número: 2008/8446



**R. ROS ALGUER, S.A.**  
**Oficina Técnica**

Proyecto Nº: **P07020**

Fecha: **22/05/2008**  
**VALENCIA**  
**2008/8446**



Cliente: **BT Ingeniería.**

Descripción: **Alumbrado de la C/ Alcalde Puertes en Alfafar (Valencia).**

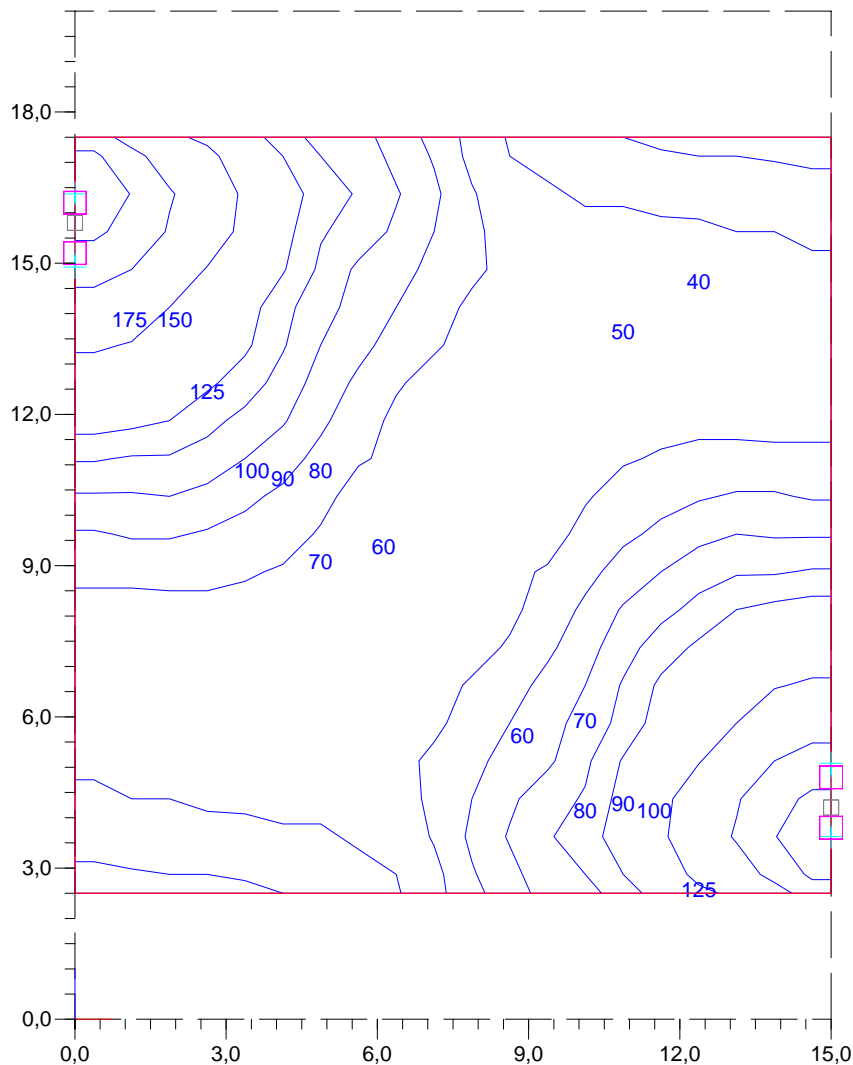
**ILUMINANCIAS HORIZONTALES**

Máxima: **192 lux**  
Media: **76 lux**  
Mínima: **38 lux**

**UNIFORMIDADES**

Media (Emin/Emed): **0,50**  
Extrema (Emin/Emax): **0,20**

## CURVAS ISOLUX



Documento visado electrónicamente con número: 2008/8446

Escala 1:150

4



Cliente: **BT Ingeniería.**

Descripción: **Alumbrado de la C/ Alcalde Puertes en Alfafar (Valencia).**

## DATOS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

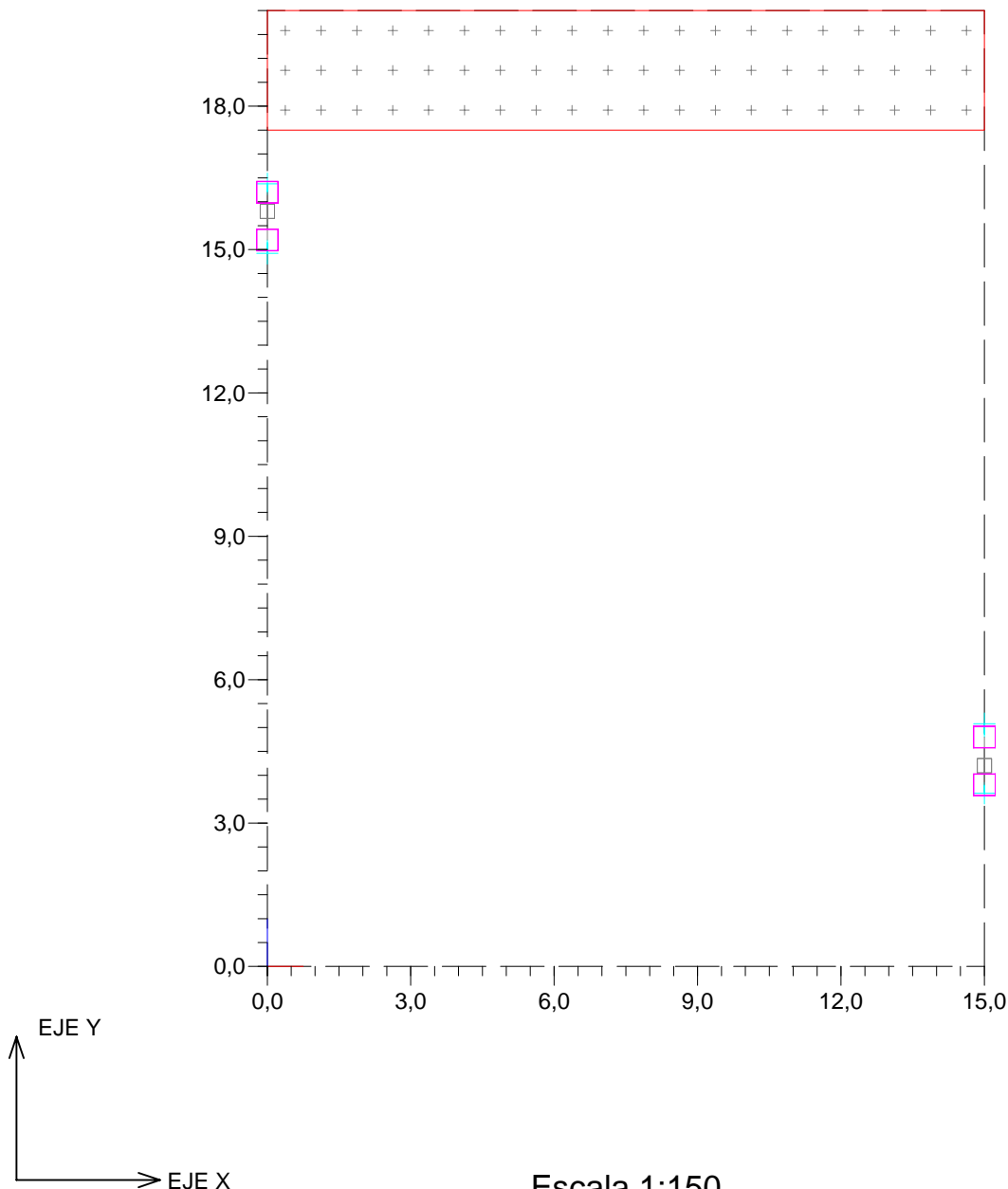
### DIMENSIONES

Longitud (Eje X): **15,00 m**  
 Anchura (Eje Y): **20,00 m**  
 Tipo de Pavimento: **R1**  
 Coef. pavimento q0: **0,10**  
 Posición del Observador: **( 0,00, 0,00)**

### MALLA DE CÁLCULO

Puntos de cálculo X: **20**  
 20  
 dimensión X: **0,75 m**  
 dimensión Y: **0,83 m**

## PUNTOS DE CÁLCULO



Escala 1:150



**R. ROS ALGUER, S.A.**  
**Oficina Técnica**

Proyecto Nº: **P07020**

Fecha: **22/05/2008**



Cliente: **BT Ingeniería.**

Descripción: **Alumbrado de la C/ Alcalde Puertes en Alfafar (Valencia).**

### LISTADO DE PUNTOS DE LUZ

N	LUMINARIA	LAMPARA	FLUJO (kLm)	F.C.	X (m)	Y (m)	Z (m)	C (°)	G (°)
1	LRA-75751	G VSAP Tubular - 250 W	31,40	0,80	0,00	15,80	8,00	-90,0	2,0
2	LRA-75751	G VSAP Tubular - 250 W	31,40	0,80	-15,00	4,20	8,00	90,0	2,0
3	LRA-75751	G VSAP Tubular - 250 W	31,40	0,80	15,00	4,20	8,00	90,0	2,0
4	LRA-75751	G VSAP Tubular - 250 W	31,40	0,80	30,00	15,80	8,00	-90,0	2,0
5	LRA-75601	G VSAP Tubular - 100 W	14,50	0,80	-15,00	4,20	5,00	-90,0	2,0
6	LRA-75601	G VSAP Tubular - 100 W	14,50	0,80	0,00	15,80	5,00	90,0	2,0
7	LRA-75601	G VSAP Tubular - 100 W	14,50	0,80	15,00	4,20	5,00	-90,0	2,0
8	LRA-75601	G VSAP Tubular - 100 W	14,50	0,80	30,00	15,80	5,00	90,0	2,0

Documento visado electrónicamente con número: 2008/8446



**R. ROS ALGUER, S.A.**  
**Oficina Técnica**

Proyecto Nº: **P07020**

Fecha: **22/05/2008**



Cliente: **BT Ingeniería.**

Descripción: **Alumbrado de la C/ Alcalde Puertes en Alfafar (Valencia).**

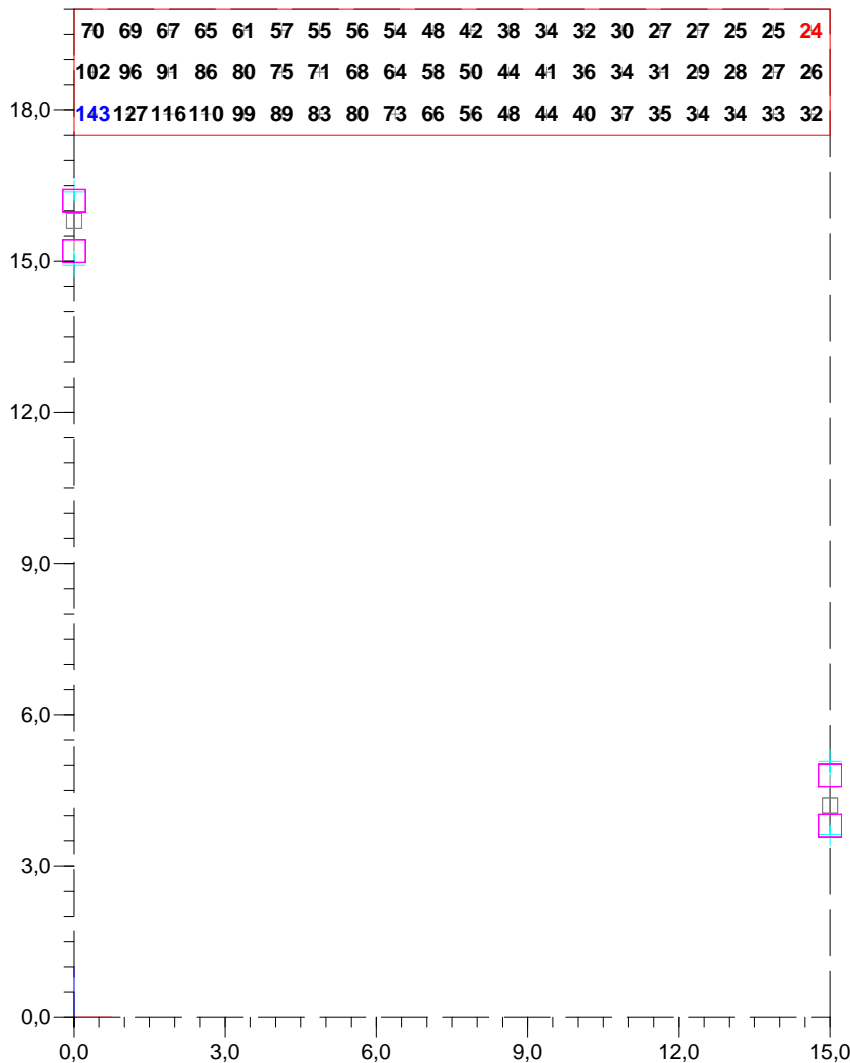
**ILUMINANCIAS HORIZONTALES**

Máxima: **143 lux**  
 Media: **57 lux**  
 Mínima: **24 lux**

**UNIFORMIDADES**

Media (Emin/Emed): **0,42**  
 Extrema (Emin/Emax): **0,17**

## RESULTADOS- ILUMINANCIAS [lux]



Documento visado electrónicamente con número: 2008/8446

Escala 1:150



Cliente: **BT Ingeniería.**

Descripción: **Alumbrado de la C/ Alcalde Puertes en Alfafar (Valencia).**

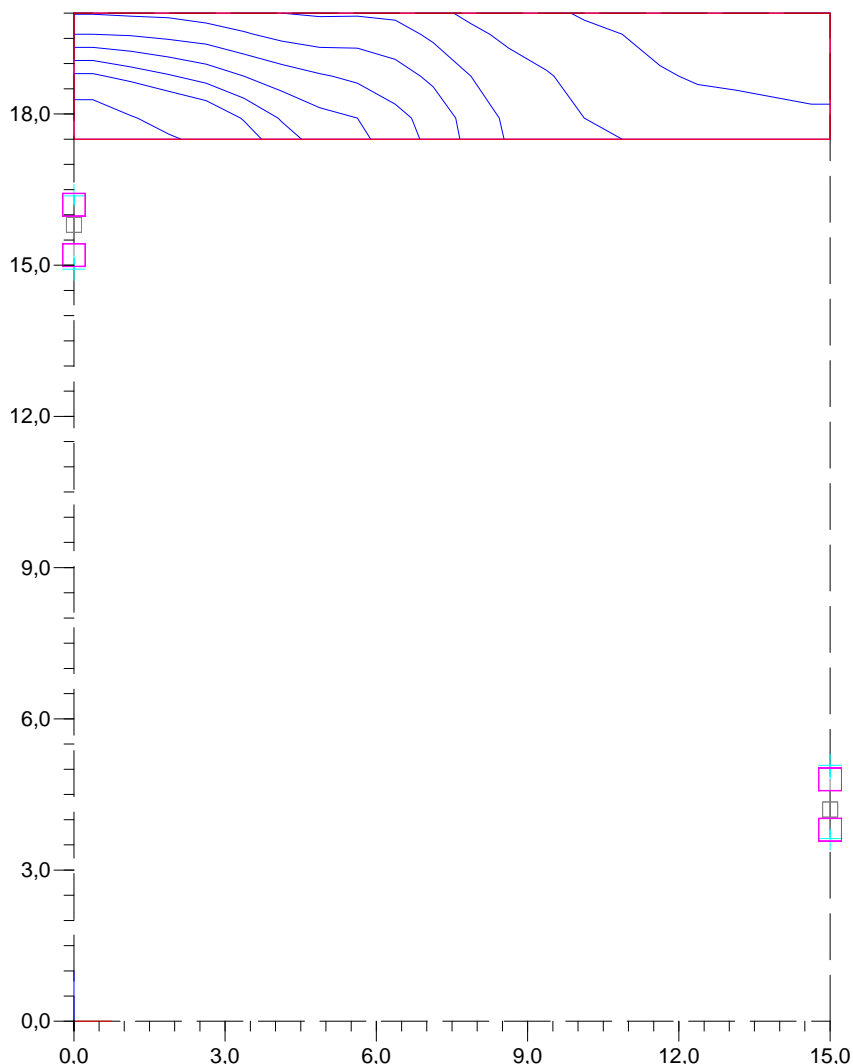
**ILUMINANCIAS HORIZONTALES**

Máxima: **143 lux**  
Media: **57 lux**  
Mínima: **24 lux**

**UNIFORMIDADES**

Media (Emin/Emed): **0,42**  
Extrema (Emin/Emax): **0,17**

**CURVAS ISOLUX**



Documento visado electrónicamente con número: 2008/8446