



Ajuntament d'Andratx  
Illes Balears

---

## **ANEJO nº 2.- CALCULOS LUMINOTECNICOS**

---

## **1. AMBITO DE ACTUACIÓN Y OBJETO**

El ámbito de la actuación de la obra es la plaza España y el objeto del presente proyecto es la descripción y cálculo de la instalación de una nueva red de alumbrado público de la plaza y de la correspondiente red de alumbrado público subterránea, enterrada y entubada. Se dispondrá de un nuevo cuadro de protección y mando desde el que saldrán las líneas de alumbrado a la columnas de iluminación.

## **2. ACTUACIONES SOBRE LA RED DE ALUMBRADO EXISTENTE**

Actualmente existe un cuadro de alumbrado para cada sector o objeto del proyecto situado en los planos de los mismos contenidos en el documento n.º 2, desde los que se alimentan las columnas y brazos con luminarias simples de 125,150 y 250w de potencia de las lámparas de vapor de mercurio. Las líneas de alimentación se encuentran enterradas o aéreas grapada en fachada.

La red existente se conservará cambiando únicamente la alimentación desde la caja de fusibles hasta la nueva luminaria. Por otra parte se procederá a la sustitución de los cuadros de maniobras antiguos por nuevos cuadros integrados estandarizados por el Ajuntament d'Andratx. La energía eléctrica la suministrará la compañía Gesa Endesa y será una corriente alterna, normalizada, trifásica con neutro conectada a tierra, a una tensión de servicio de 230-400 V y una frecuencia de 50 Hz.

## **3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

De acuerdo con el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, se trata de instalar una red enterrada y entubada de Alumbrado Público, con especial mención a la ITC-BT-09 y al R.D.1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

La instalación eléctrica cumplirá con las disposiciones prescritas en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y en especial con las Instrucciones y la normativa vigente:

- Reglamento Electrotécnico para baja tensión. Decreto 842/2002 de 2 de Agosto e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC y con las Condiciones Técnicas para Redes Subterráneas de Baja Tensión (Septiembre de 2.003) de la Compañía Suministradora.
- Orden de 16 de mayo de 1989 (BOE núm. 168, 15/07/1989), por la que se modifica el RD 2642.
- Orden Ministerial del 12 de Junio de 1989 sobre certificado de conformidad.

- Real Decreto 2642/1985, de 18 de diciembre, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 21, 24/01/1986) (C.E. - BOE núm. 67, 19/03/1986).
- Candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico).
- Real Decreto 2642/1985, de 18 de diciembre, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 21, 24/01/1986) (C.E. - BOE núm. 67, 19/03/1986).
- Modificación. Orden de 11 de julio de 1986 (BOE núm. 173, 21/07/1986).
- Real Decreto 401/1989, de 14 de abril (BOE núm. 99, 26/04/1989).
- Se establece la certificación de conformidad a normas como alternativa de la homologación de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico).
- Orden de 12 de junio de 1989, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 161, 07/07/1989).
- Normas particulares de Gesa para las líneas de enlace en suministros a baja tensión(NIE).
- R.D. 401/1989 de 14 de abril y O.M. de 16 marzo de 1989.
- O.M. de 11 de julio de 1986 por la que se modifica el R.D. 2462.
- Normas UNE 37501-884 y 37505-88, relativas al galvanizado de las columnas.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95 de 8 de Noviembre (B.O.E. Nº 269 de 10-11-1995).
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones Técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

Las previsiones de carga se han calculado teniendo en cuenta la potencia nominal de las lámparas y se le ha aplicado un coeficiente del 1,8 para determinar la potencia de cálculo.

La alimentación a las farolas se realizará mediante líneas marcadas en planos, conectadas mediante cable de Cu aislado (RV 0,6/1 KV). Estos conductores irán alojados en el interior de tubos de PVC corrugado de  $\varnothing 75$  mm enterrados en el fondo de una zanja. Únicamente se permitirá el empalme de estos conductores en el interior de la base de las farolas, mediante bornas o clemas adecuadas a su sección.

Los cables cumplirán con la UNE 21123, la ITC-BT-21 y la ITC-BT-07, el grado de resistencia al impacto será ligero según UNE-EN 50.086-2-4. Para alimentar a las luminarias se instalará en la base de la columna una caja Claved nº 1468 o similar, que dispone de una base cortacircuito con fusible calibrado.

Desde la caja de protección situada en la base del brazo de la farola se efectuará la alimentación a la luminaria con un cable de Cu aislado (RV 0,6/1 KV) de 6 mm<sup>2</sup> de sección. Para la seguridad de la instalación y de las personas, se instalará una red de puesta a tierra de las masas metálicas de los receptores, mediante un cable de cobre

desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección, que se colocará al fondo de la zanja en todo su recorrido, antes de efectuarse el relleno de las mismas.

Estos cables se unirán mediante bornas o clemas en las piquetas de toma tierra y a la base de las columnas y a la base del armario de sector, asegurándose que se efectúa un adecuado contacto.

La resistencia total de esta puesta a tierra deberá ser inferior a 30 Ohms En los planos y esquemas se detallan las piquetas de puesta a tierra a instalar, que se dispondrá de una piqueta cada torre de alumbrado, y en el principio y final de línea

Los cálculos eléctricos tienen por objeto el dimensionado de los conductores y de los elementos de protección. Para el dimensionado de los conductores se ha considerado su densidad máxima de corriente admisible y que la caída de tensión no supere los límites autorizados, que en este caso son del 3%.

Para el cálculo de la potencia se ha considerado el coeficiente del 1,80 para las lámparas de descarga.

Para estos cálculos se han utilizado las fórmulas siguientes :

\*) Líneas trifásicas:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \sigma$$

$$U = \frac{P \times L}{56 \times V \times S}$$

$$S = \frac{I}{D}$$

\*) Líneas monofásicas:

$$P = V \times I \times \cos \sigma$$

$$U = \frac{P \times 2 \times L}{56 \times V \times S}$$

Siendo:

P = potencia en vatios

I = intensidad en amperios

L = longitud en metros

S = sección del conductor en mm<sup>2</sup>

V = tensión de la línea en voltios

U = caída de tensión en voltios

d = densidad de corriente admisible según R.E.B.T.

Una vez obtenida la sección correspondiente para un determinado valor de la caída de tensión, únicamente falta por comprobar si dicha sección es térmicamente admisible, según el valor de la máxima corriente que circula y según los máximos valores permitidos por densidad de corriente para cada tipo de conductor empleado.

Adoptando las secciones indicada en los esquemas adjuntos, se observa que la caída de tensión no sobrepasa la máxima admitida y térmicamente también son correctos.

#### 4. OBRA CIVIL.

La obra civil complementaria para esta obra, consta de zanjas y arquetas, los cables irán alojados en el interior de tubos de PVC 4Atm corrugados de  $\varnothing$  63 mm (según Normas UNE y REBT) enterrados en una zanja que discurrirá o bien por acera o bien en tierra de los viales. En acera la zanja dispondrá de 2 tubos de PVC de 4Atm corrugado de  $\varnothing$ 63mm.

Las zanjas tendrán las dimensiones reflejadas en planos y servirán para interconectar las arquetas de registro.

Las arquetas serán de 40 x 40 x 60 cm en acera, con homologación para 125kN (C-125 según UNE-EN 124) y del tipo antirruido, tipo NORINCO o similar. Las arquetas estarán provistas de marco y tapa de fundición con anagrama de "Alumbrado público." y cumplirán con las especificaciones sobre marcos y tapas, normas EN-124 y la fundición de grafito esferoidal ISO 108. En los planos de proyecto se detallan los aspectos constructivos.

En el cruce de calzada la zanja tendrá unas dimensiones reflejadas en planos, con 4 tubos de PVC 4Atm corrugado de  $\varnothing$  75 mm. Las arquetas de registro para los cruces de calzada serán de 60 x 60 x 100 cm, con las mismas características constructivas que las anteriores. Los marcos y tapas serán de fundición con el anagrama "Alumbrado Público" y tendrán una resistencia de 250 KN.

En el plano adjunto se detallan los aspectos constructivos.

Los báculos se fijarán a las mazacotas, que estarán construidas en hormigón de 250  $\frac{Kg}{cm^3}$  de cemento Pórtland. Para el cálculo de las cimentaciones de los báculos se ha tomado una velocidad del viento de 150 Km/h y la profundidad será al menos 10 cm mayor que la longitud de las varillas de anclaje y en el plano de asiento de la fundación que la tensión máxima ha de ser menor que la admisible del terreno.

La determinación de la placa de asiento se ha efectuado teniendo en cuenta las tensiones máximas y mínimas obtenidas por la fórmula:

$$r = \frac{Pt}{S} + \frac{Mt}{W}$$

Siendo :

- r = fatiga del suelo
- Pt = peso farola y cimiento
- S = superficie apoyo cimentación
- Mt = Momento flector
- W = Momento resistente

No admitiéndose la existencia de tensiones de tracción. La estabilidad, despreciado el efecto favorable del terreno que rodea la fundación, cumple la condición de ser dos veces mayor al momento del vuelco:

$$\frac{Me}{Mv} = K > 2$$

Siendo:

- Me = momento estabilizante

Mv = momento del vuelco

Las mazacotas estarán construidas con hormigón de 250 Kg/cm<sup>3</sup> y tendrán unas dimensiones de 90x90x90 cm para las columnas de 125 metros, según detalle de planos de proyecto.

## 5. Instrucción Técnica Complementaria EA-02. Niveles de Iluminación.

En el presente proyecto se describen el conjunto de requisitos luminotécnicos o fotométricos (luminancia, iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, relación con el entorno, etc), descritos en el R.D. 1890/2008.

Los niveles máximos de luminancia o de iluminancia media de la instalación de alumbrado realizada no superarán en más de un 20% los niveles de referencia establecidos por la ITC-EA-02.

Se garantizará el valor de la uniformidad mínima, así como se mantendrán como referencia y no como valores obligatorios los siguientes requisitos fotométricos: valor mínimo de iluminancia en un punto, deslumbramiento e iluminación de los alrededores.

### Clasificación de la vía y selección de la clase de alumbrado.

El nivel de iluminación de los viales, queda definido por el tipo de vía, la complejidad de su trazado, la intensidad y sistema de control de tráfico y la separación de carriles destinados a distintos tipos de usuarios.

La clasificación de las vías y la selección de las clases de alumbrado se establecen en la tabla 1 de la ITC-EA-02.

Tabla 1 – Clasificación de vías.

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad de tráfico rodado(Km/h)
A	De alta velocidad	$V > 60$
B	De moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	Carriles bici	--
D	De baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	Vías peatonales	$V \leq 5$

En nuestro caso, los viales de la urbanización se clasifican: **Tipo D**

Mediante la tabla 4, de clases de alumbrado para las vías tipo C y D de la ITC-EA-02 y los criterios de tipo de vía y la intensidad de tráfico diario (IMD), se determina el siguiente subgrupo de clasificación:

Tabla 4 – Clases de alumbrado para vías tipo C y D.

Situaciones de proyecto	Tipos de vía	Clase de alumbrado
D3-D4	Calle residencial suburbana con aceras para peatones a lo largo de la calzada. -Zona de velocidad muy limitada. -Flujo de tráfico de peatones y ciclistas: Alto	S1

### Niveles de iluminación de los viales.

Los niveles de iluminación de los viales, se determinarán en función de la clasificación de la vía obtenida y de su correspondiente clase de alumbrado, según el apartado 2.2 de la ITC-EA-02.

En nuestro caso se ha obtenido una clasificación de vía tipo D y una clase de alumbrado S1, por lo que los niveles de iluminación de los viales se obtendrán a partir de la tabla 8 de la ITC-EA-02:

Tabla 8 – Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E.

Clase de alumbrado	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media Em(lux)	Iluminancia Mínima Emin (lux)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

En nuestro caso cumplirán los siguientes criterios de diseño en todas las calles:

- Clase de alumbrado: S1
- Iluminancia media Em: 28 lux.
- Iluminancia mínima Emin: 11 lux.

Se considerarán estos valores como los mínimos obtenidos en servicio con servicio de mantenimiento de la instalación de alumbrado. Los niveles máximos de luminancia o de iluminancia media de la instalación de alumbrado realizada no superarán en más de un 20% los niveles de referencia obtenidos según la clasificación realizada.

### Deslumbramiento

El deslumbramiento perturbador o incremento de umbral máximo TI en % queda establecido según la Tabla 6 de la ITC-EA-02. El factor de deslumbramiento perturbador se determinará según el artículo 10, en la tabla 19, de clases de alumbrado de similar nivel de iluminación.

Tabla 19 – Clases de alumbrado de similar nivel de iluminación.

	ME1 MEW 1	ME2 MEW2	<b>ME3</b> <b>MEW3</b>	ME4 MEW4	ME5 MEW5	ME6
CEO	CE1	CE2	<b>CE3</b>	CE4	CE5	
			<b>S1</b>	S2	S3	S4

El factor de deslumbramiento se asociará al mismo que el de la clase de alumbrado **MEW3** ya que no queda definido en la tabla 8.

La instalación objeto del presente proyecto se realizará para un deslumbramiento perturbador o incremento umbral TI (%) máximo de un 15% pudiendo incrementarse en un 5%, ya que se utilizan lámparas de vapor de sodio de alta presión con baja luminancia.

### Niveles de iluminación reducidos.

La instalación objeto del presente proyecto, no dispondrá de sistema de reducción de los niveles de iluminación, ya que la instalación es inferior a 5kW.

## 6. Instrucción Técnica Complementaria EA-03. Resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta.

### Resplandor luminoso nocturno.

Se determinará el resplandor luminoso o contaminación lumínica, producida por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmosfera, procedentes de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa o reflejada por las superficies iluminadas.

La clasificación de la zona de protección contra la contaminación luminosa se obtiene a través de la tabla 1, de la ITC-EA-03.

<b>Clasificación de Zonas</b>	<b>Descripción</b>
E1	<b>Áreas con entornos o paisajes oscuros:</b> Observatorios astronómicos de categoría internacional, parques nacionales, espacios de interés cultural, áreas de protección especial (red natura, zonas de protección de aves, etc), donde las carreteras están sin luminar.
E2	<b>Áreas de brillo o luminosidad baja:</b> Zonas periurbanas o extrarradios de las ciudades, suelos no urbanizables, áreas rurales y sectores generalmente situados fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales, donde las carreteras están iluminadas.
E3	<b>Áreas de brillo o luminosidad media:</b> Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.
E4	<b>Áreas de brillo o luminosidad alta:</b> Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna.

En nuestro caso, la urbanización objeto del presente proyecto se clasifica como una zona **E3**.

### Limitación de las emisiones luminosas.

Se limitará la emisión luminosa producida por las instalaciones de alumbrado exterior. La luminosidad del cielo producida por las instalaciones de alumbrado exterior depende del flujo hemisférico superior instalado y es directamente proporcional a la superficie iluminada y a su nivel de iluminancia e inversamente proporcional a los factores de utilización y de mantenimiento de la instalación.

El flujo hemisférico superior instalado  $FHS_{inst}$  o emisión directa de las luminarias a implantar en la zona no superará los límites establecidos en la tabla 2.

Tabla 2 – Valores límite del flujo hemisférico superior instalado.

<b>Clasificación de Zonas</b>	<b>Flujo Hemisférico Superior Instalado</b> <b><math>FHS_{inst}</math></b>
E1	$\leq 1\%$
E2	$\leq 5\%$
E3	$\leq 15\%$
E4	$\leq 25\%$

En nuestro caso el flujo hemisférico superior instalado es de 0.5% que es inferior al 15%. Además de ajustar el flujo hemisférico superior, la instalación de las luminarias cumplirán los siguientes requisitos:

- 1.- Se iluminará solamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- 2.- Los niveles de iluminación no superarán los valores máximos establecidos en las ITC-EA-02.
- 3.- El factor de utilización y el factor de mantenimiento de la instalación satisfarán los valores mínimos establecidos en la ITC-EA-04.

#### Limitación de la luz intrusa o molesta

Con el objeto de minimizar los efectos de la luz intrusa o molesta procedente de las instalaciones de alumbrado exterior sobre residente, la instalación de alumbrado exterior se ha diseñado cumpliendo los valores máximos establecidos en la tabla 3.

Tabla 3 – Limitaciones de la luz molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior.

Parámetros luminotécnicos	Valores máximos.			
	Observatorios astronómicos y parques nacionales E1	Zonas periurbanas y áreas rurales. E2	Zonas urbanas residenciales. E3	Centros urbanos y áreas comerciales. E4
Iluminancia vertical (Ev)	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida por las luminarias (I)	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminancia media de las fachadas (Lm)	5 cd/m <sup>2</sup>	5 cd/m <sup>2</sup>	10 cd/m <sup>2</sup>	25 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia máxima de las fachadas(Lmax)	10 cd/m <sup>2</sup>	10 cd/m <sup>2</sup>	60 cd/m <sup>2</sup>	150 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia máxima de las fachadas y anuncios luminosos (Lmax)	50 cd/m <sup>2</sup>	400 cd/m <sup>2</sup>	800 cd/m <sup>2</sup>	1.000 cd/m <sup>2</sup>
Incremento de umbral de contraste (TI)	Clase de alumbrado.			
	Sin iluminación	ME5	ME3/ME4	ME1/ME2
	TI=15% Para adaptación a L= 0,1 cd/m <sup>2</sup>	TI=15% Para adaptación a L= 1 cd/m <sup>2</sup>	TI=15% Para adaptación a L= 2 cd/m <sup>2</sup>	TI=15% Para adaptación a L= 5 cd/m <sup>2</sup>

En nuestro caso al tratarse de una urbanización ya construida existente, en la que sustituye el alumbrado existente por el proyectado se intentarán conseguir los parámetros de diseño pertenecientes a una zona **E3**.

## **7. Instrucción Técnica Complementaria EA-04. Componentes de la instalación.**

El diseño de los componentes de la instalación de alumbrado exterior objeto del presente proyecto se ha realizado según la norma UNE-EN 13032 "Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias". El fabricante garantizará mediante declaración expresa o certificación de laboratorio acreditado las características del tipo de lámpara, luminaria y equipos auxiliares, entre ellos: flujo hemisférico superior instalado (FHSinst), rendimiento de la luminaria ( $\nearrow$ ), factor de utilización (fu), grado de protección IP, eficacia de la lámpara.

### Luminarias.

Las luminarias de la instalación de alumbrado cumplirán con los valores de rendimiento de luminaria y factor de utilización de la tabla 1 de la ITC-EA-04.

Tabla 1 – Características de las luminarias y proyectores.

Parámetros	Alumbrado vial		Resto de alumbrados (1)	
	Funcional	Ambiental	Proyectores	Luminarias
Rendimiento	≥65%	≥55%	≥55%	≥60%
Factor de utilización	(2)	(2)	≥0,25%	≥0,30%
(1) A excepción de alumbrado festivo y navideño				
(2) Alcanzarán los valores que permiten cumplir los requisitos de eficiencia energética establecida en las tablas 1 y 2 de la ITC-EA-01				

Para la iluminación de los viales se han elegido luminarias de las siguientes características:

a) Luminaria Simon NATH LED, modelo S, fijación lateral y post-top Ø60 mm ajustable -5° a +10°, cubierta plana con aletas de refrigeración no visibles en posición instalada, difusor de vidrio templado transparente plano y equipo electrónico. Clase II, IP66 para el grupo óptico Istanium® LED 2 e IK10. Sin precableado, tensión de alimentación 230VAC/50Hz.

Óptica multi-array RJ vial frontal J con alcance máximo en 68,8° y dispersión máxima en 54°. Reflector troncopiramidal antideslumbramiento, matizado con recuperación de flujo. Grupo óptico compuesto por 40 LEDs de alta eficiencia, temperatura de color calido (3000K ±300K) con consumo nominal de 84W a corriente de alimentación de 700 mA y flujo lumínico mínimo de 8.107 lm.

Regulación opcional con línea de mando 2N+, sin línea de mando (Autorregulación) 2N-, por flujo desde cabecera CAD, mediante telegestión entrada 1-10 ó DALI. Programación a medida y mantenimiento de flujo de salida constante opcional (CLO).

Acabado estándar en color Simon GY9007. Luminaria de cuerpo único con dos volúmenes independientes de separación térmica para grupo óptico y para equipo, con dispositivo autonivelador. Dimensiones máximas de 570x260x115mm. Acceso al equipo y mantenimiento por la parte superior con apertura por palanca sin herramienta

b) Luminaria Simon HYDRA Istanium® LED, modelo M, fijación post-top Ø60 mm, cubierta plana Ø322mm, opción con cubierta sombrero Ø700 mm, difusor de metacrilato de alta resistencia al impacto transparente curvado. Clase II, IP66 luminaria completa e IK09. Sin precableado, tensión de alimentación 230VAC/50Hz. Grupo óptico Istanium® LED multi-array con óptica RJ vial frontal J con alcance máximo en 68,8º y dispersión máxima en 54º, luz de día neutra. Regulación opcional con línea de mando 2N+, sin línea de mando (Autorregulación) 2N-, por flujo desde cabecera CAD, mediante telegestión entrada 1-10 ó DALI. Programación a medida y mantenimiento de flujo de salida constante opcional (CLO). Acabado estándar del cuerpo de aluminio pintado en color Simon GYDECO y cazoleta superior en aluminio. Luminaria de cuerpo único con dos volúmenes independientes de separación térmica para grupo óptico y para equipo. Dimensiones máximas de 593x322 mm con apertura por 2 palancas sinherramientas.

#### Equipos auxiliares.

La potencia máxima consumida por el equipo auxiliar y la lámpara de descarga no superará el 5% de potencia total del conjunto, según se indica en la tabla 2, del la ITC-EA-04.

La potencia eléctrica máxima consumida del conjunto auxiliar y lámpara fluorescente se ajustarán a los valores admitidos por el RD 838/2002, de 2 de agosto, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

#### Sistemas de accionamiento.

La instalación de alumbrado exterior dispondrá de un sistema de accionamiento mediante reloj astronómico que garantizará que la instalación se encienda y se apague con precisión a las horas previstas cuando la luminosidad ambiente lo requiera, con la finalidad de ahorrar energía.

#### Sistema de regulación de nivel luminoso.

La instalación objeto del presente proyecto no dispondrá de ningún tipo de dispositivos que permitan regular el nivel luminoso según indica el capítulo 9 de la ITC-EA-02 ya que la potencia instalada en los cuadros de sector de la urbanización es inferior a los 5kW.

### **8. Descripción de la instalación de alumbrado exterior.**

#### Uso de la instalación.

La instalación objeto del presente proyecto está destinada a la realización del alumbrado exterior de núcleos urbanos, en el T.M. de Andratx, constituidos por calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada. Nucleosn donde la velocidad está limitada y se considera que dispone de un flujo de tráfico para peatones y ciclistas alto.

#### Relación de luminarias

Se ha resuelto la iluminación de los diferentes sectores con luminarias de 3 tipos / (20,39 y 84w) dependiendo de la altura de las columnas, la interdistancia y la anchura del vial. Se adjuntan estudios lumínicos al final de presente anejo.

#### Cálculo de la eficiencia energética.

La eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left( \frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$$

Siendo:

○: Eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ( $m^2 \cdot lux/W$ ).

P: Potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (W).

S: Superficie iluminada ( $m^2$ ).

$E_m$ : Iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux).

También se puede determinar la eficiencia energética mediante la utilización de los siguientes factores:

○<sub>L</sub>: Eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares ( $lum/W = m^2 \cdot lux/W$ ).

$f_m$ : Factor de mantenimiento de la instalación (en valores por unidad).

$f_u$ : Factor de utilización de la instalación (en valores por unidad).

$$\varepsilon = \varepsilon_L \cdot f_m \cdot f_u \left( \frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$$

#### Requisitos mínimos de eficiencia energética.

La instalación de alumbrado exterior de la urbanización se considera del tipo alumbrado vial ambiental, ya que se ejecuta sobre soportes de baja altura (5m), en áreas urbanas para la iluminación de vías peatonales, comerciales, aceras, vías de velocidad limitada, etc, considerada como situación de proyecto **D**.

La instalación de alumbrado vial ambiental, cumplirá los requisitos mínimos de eficiencia energética que se fijan en la tabla 2 de la ITC-EA-01.

Tabla 2 – Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental.

Iluminancia media en servicio $E_m$ (lux)	Eficiencia Energética Mínima ( $\frac{m^2 \cdot lux}{W}$ )
320	9
15	7.5
10	6
7.5	5
≤5	3.5

Nota: Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal.

### Calificación energética de las instalaciones de alumbrado.

La instalación de alumbrado exterior, se califica en función de su índice de eficiencia energética. El índice de eficiencia energética ( $I\mathcal{E}$ ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\mathcal{E}$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\mathcal{E}_R$ ) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla 3 de la ITC-EA-01.

$$I\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_R}$$

Tabla 3 – Valores de eficiencia energética de referencia.

Alumbrado vial ambiental y Otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada Em(lux)	Eficiencia energética de referencia $\mathcal{E}_R \left( \frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$
320	13
15	11
10	9
7.5	7
≤5	5

Nota: Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal.

El índice de eficiencia energética es de:

$$I\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_R} = \frac{33,59}{24,2} = 1,39$$

La etiqueta de eficiencia energética, define el consumo de energía de una instalación mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía). El índice utilizado para la escala de letras es el índice de consumo energético (ICE), que se corresponde a la siguiente fórmula:

$$ICE = \frac{1}{I\mathcal{E}}$$

La tabla 4 de la ITC-EA-01, determina los valores por las respectivas letras de consumo energético, en función de los índices de eficiencia energética.

Tabla 4 – Calificación energética de una instalación de alumbrado.

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

## 9. VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

### Régimen de verificaciones e inspecciones.

En virtud de lo estipulado en el artículo 13 del R.D.1890/2008 del reglamento, se comprobará el cumplimiento de las disposiciones y requisitos de eficiencia energética establecidos en el reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias, mediante verificaciones e inspecciones, que serán realizadas, respectivamente por instaladores autorizados de acuerdo con el Reglamento electrotécnico de baja tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y por organismos de control, autorizados para este campo reglamentario según lo dispuesto en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de infraestructura para la calidad y la seguridad industrial, que se indican a continuación:

- Verificación inicial, previa a su puesta en servicio: Todas las instalaciones.
- Verificación inicial, previa a su puesta en servicio: Las instalaciones de más de 5 kW de potencia instalada.
- Verificaciones cada 5 años: Las instalaciones de hasta 5kW de potencia instalada
- Inspecciones cada 5 años: Las instalaciones de más de 5kW de potencia instalada.

### Mediciones y pruebas.

Una vez finalizada la instalación del alumbrado exterior se procederá a efectuar las mediciones eléctricas y luminotécnicas con objeto de comprobar los cálculos de los proyecto.

La verificación de la instalación de alumbrado, tanto inicial como periódica, la realizará el instalador autorizado y comprenderá las siguientes mediciones:

- Potencia eléctrica consumida por la instalación. Dicha potencia se medirá mediante un analizador de potencia trifásico con una exactitud mejor que el 5%. Durante la medida de potencia de la potencia consumida se registrará la tensión de alimentación y se tendrá en cuenta su desviación respecto a la tensión nominal, para el cálculo de la potencia de referencia.

- Iluminancia media de la instalación. El valor de dicha iluminancia será el valor medio de las iluminancias medidas en los puntos de la retícula de cálculo, de acuerdo con lo establecido en la ITC-EA-07. Podrá aplicarse el método simplificado de la medida de la iluminancia media, denominado de los nueve puntos.
- Uniformidad de la instalación. Para el cálculo de los valores de uniformidad media se tendrán en cuenta las medidas individuales realizadas para el cálculo de la iluminancia media.
- Luminancia media de la instalación. Esta medida se realizará cuando la situación de proyecto incluya clases de alumbrado con valores de referencia para dicha magnitud.
- Deslumbramiento perturbador y relación entorno SR.

#### Operaciones de mantenimiento y su registro.

Para garantizar en el transcurso del tiempo el valor de factor de mantenimiento de la instalación, se realizarán las operaciones de reposición de lámparas y limpieza de luminarias con la periodicidad determinada por el factor de cálculo, en un plano no superior a 2 años. De no cumplirse este factor, los parámetros de factores de mantenimiento no se podrán cumplir.

El titular de la instalación será el responsable de garantizar la ejecución del plan de mantenimiento de la instalación descrito en el proyecto.

Las operaciones de mantenimiento relativas a la limpieza y a la sustitución de lámparas averiadas podrán ser realizadas directamente por el titular de la instalación o mediante subcontratación.

Las mediciones eléctricas y luminotécnicas incluidas en el plan de mantenimiento serán realizadas por un instalador autorizado en baja tensión, que deberá llevar un registro de operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas.

## 10. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.

Se presentan el estudio lumínicos realizados en cumplimiento con el R.D. 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones Técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

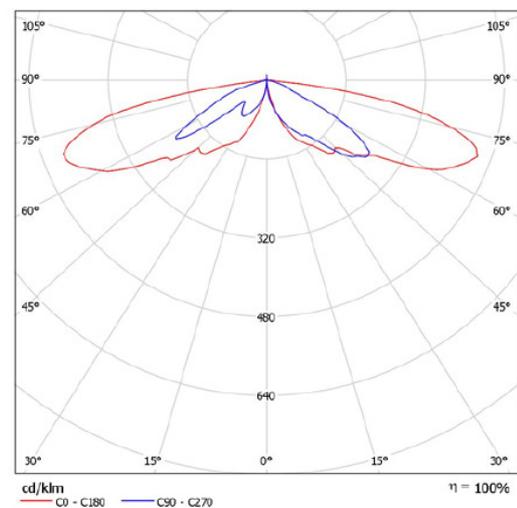


Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 16 45 89 100 100

Luminaria clásica por excelencia. Una luminaria con una extraordinaria personalidad que la hace ser una pieza inconfundible en todos los rincones históricos y entornos urbanos así como en calles residenciales y urbanas estrechas y plazas.

- Disponible en LEDs y para lámparas de descarga con reflector anodizado y también con reflector eXtreme con 15 posiciones.
- Cuerpo en inyección de aluminio de alta resistencia.
- Apertura manual mediante bellota roscada sin necesidad de herramientas.
- Portalámparas regulable en sentido longitudinal de la lámpara.
- Posibilidad de difusores laterales bajo demanda.
- Fijación Top de diámetro 60 mm o mediante rácor de 3/4" GAS.
- Color negro micro texturado.
- Colores y acabados opcionales bajo demanda.

Emisión de luz 1:



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

### Perfil de la vía pública

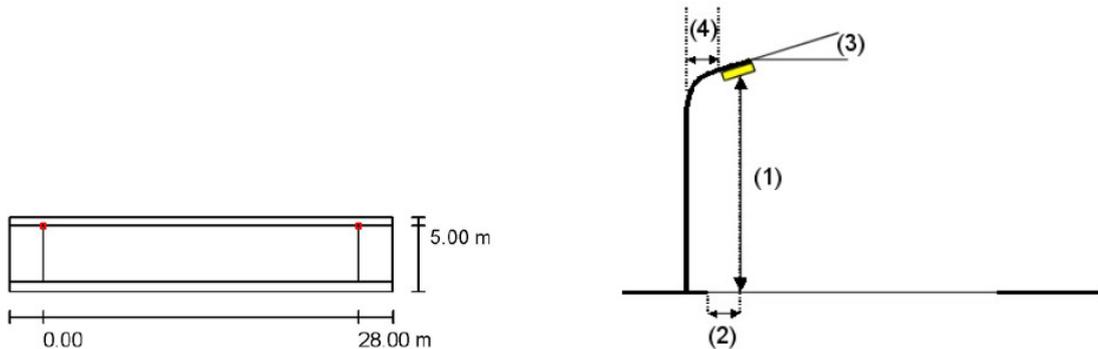
Camino peatonal 2 (Anchura: 0.800 m)

Calzada 1 (Anchura: 5.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

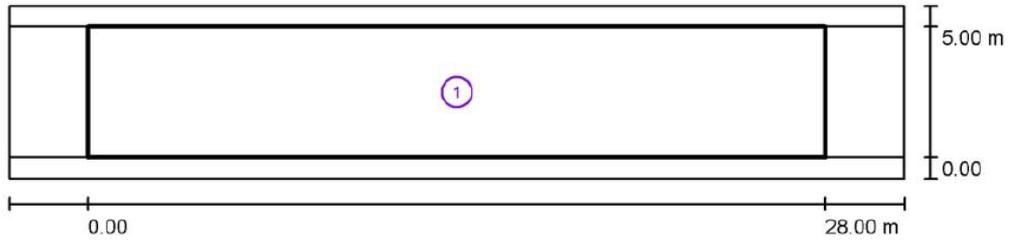
Camino peatonal 1 (Anchura: 0.800 m)

Factor mantenimiento: 0.80

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	BENITO ILNA02442	NEOVILLA AL. 24LED @500mA 38W 4000K T2
Flujo luminoso (Luminaria):	4099 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	4098 lm	con 70°: 952 cd/klm
Potencia de las luminarias:	38.0 W	con 80°: 487 cd/klm
Organización:	unilateral arriba	con 90°: 3.47 cd/klm
Distancia entre mástiles:	28.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	3.600 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5.
Altura del punto de luz:	4.100 m	
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m	
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.600 m	



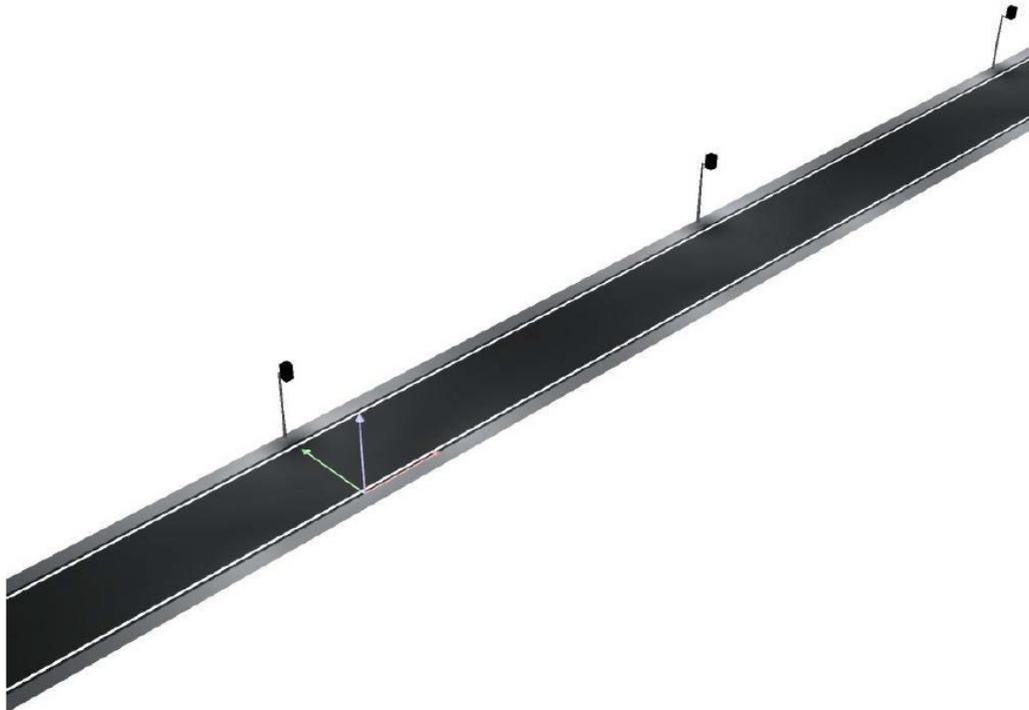
Factor mantenimiento: 0.80

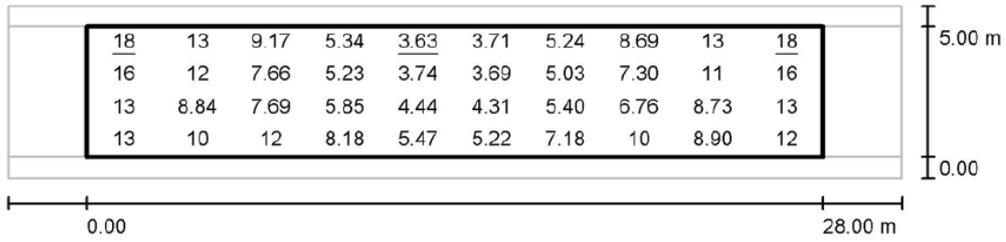
Escala 1:244

**Lista del recuadro de evaluación**

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1  
 Longitud: 28.000 m, Anchura: 5.000 m  
 Trama: 10 x 4 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.  
 Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:	$E_m$ [lx]	U0
Valores de consigna según clase:	8.90	0.41
Cumplido/No cumplido:	$\geq 7.50$	$\geq 0.40$
	✓	✓

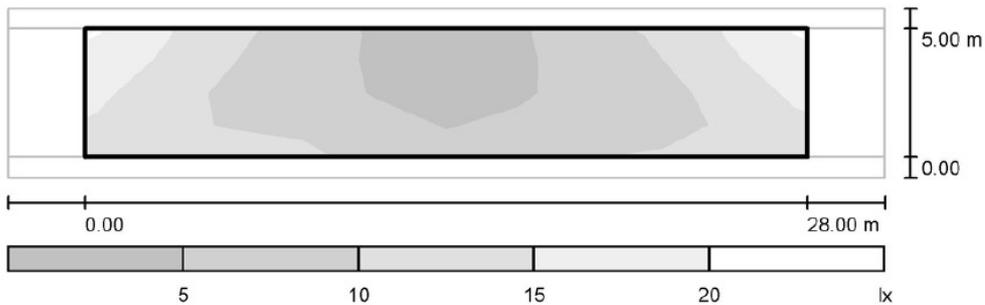




Valores en Lux, Escala 1 : 244

Trama: 10 x 4 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
8.90	3.63	18	0.408	0.201



Escala 1 : 244

Trama: 10 x 4 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
8.90	3.63	18	0.408	0.201

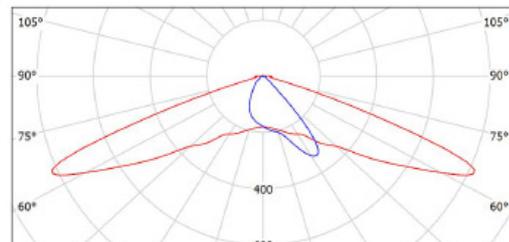
### Paseo Peatonal

**PRO16282\_C PEATONAL ANDRATX**

Portada del proyecto	1
Índice	2
<b>Simon Lighting HYD M ISTANIUM 12LED ATB RE_ WDL _20W 530mA IA3</b>	
Hoja de datos de luminarias	3
<b>20W Flujo completo</b>	
Datos de planificación	4
Lista de luminarias	5
Resultados luminotécnicos	6
Rendering (procesado) en 3D	7
Rendering (procesado) de colores falsos	8
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 1</b>	
Sumario de los resultados	9
Isolíneas (E)	10

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



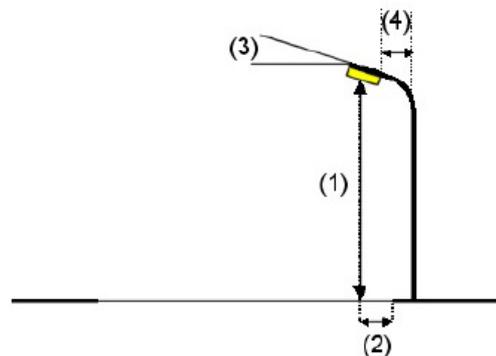
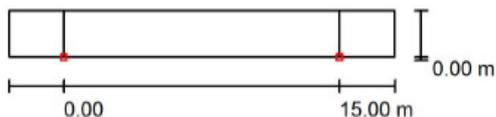
**Perfil de la vía pública**

Camino peatonal 1

(Anchura: 2.500 m)

Factor mantenimiento: 0.80

**Disposiciones de las luminarias**

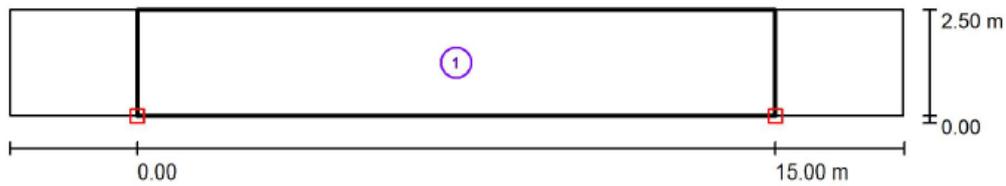
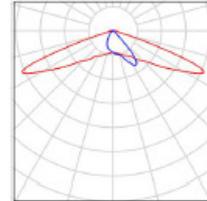


Luminaria:	Simon Lighting HYD M ISTANIUM 12LED ATB RE_ WDL _20W 530mA IA3
Flujo luminoso (Luminaria):	2100 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	2100 lm
Potencia de las luminarias:	20.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	15.000 m
Altura de montaje (1):	4.500 m
Altura del punto de luz:	4.450 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica  
 con 70°: 756 cd/klm  
 con 80°: 86 cd/klm  
 con 90°: 46 cd/klm  
 Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).  
 La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G1.  
 La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.4.

Simon Lighting HYD M ISTANIUM 12LED ATB  
 RE\_WDL\_20W 530mA IA3  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 2100 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 2100 lm  
 Potencia de las luminarias: 20.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 99  
 Código CIE Flux: 35 72 96 99 100  
 Lámpara: 1 x IW4831S (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Factor mantenimiento: 0.80

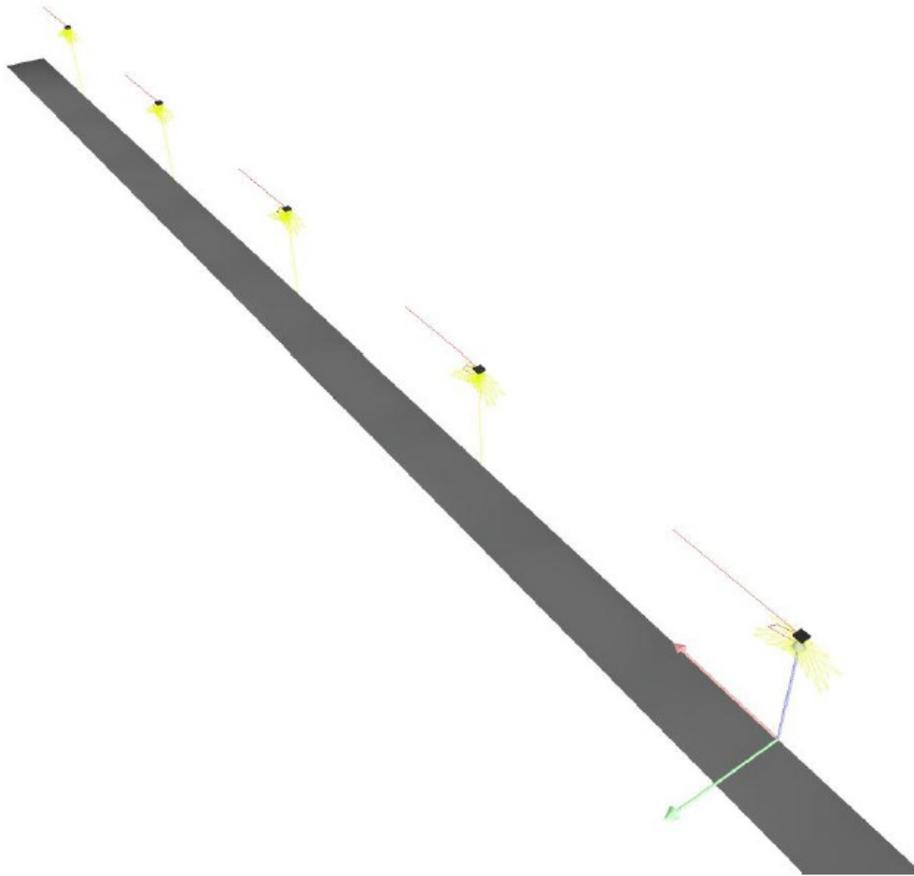
Escala 1:151

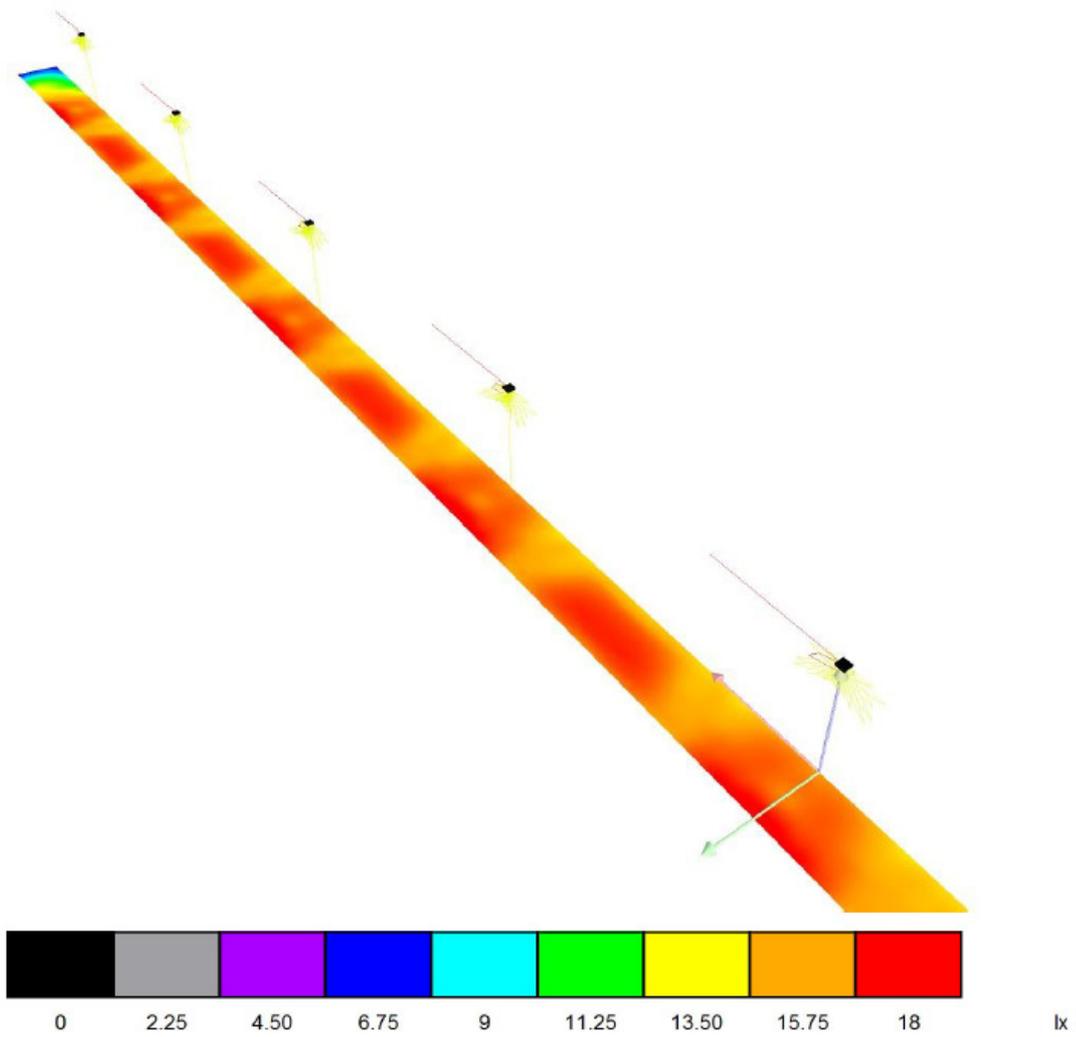
**Lista del recuadro de evaluación**

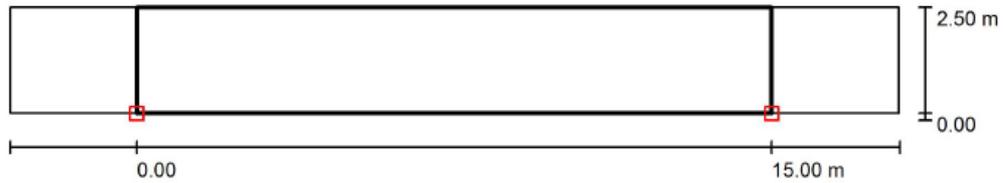
- 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1  
 Longitud: 15.000 m, Anchura: 2.500 m  
 Trama: 10 x 3 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.  
 Clase de iluminación seleccionada: CE3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:	$E_m$ [lx]	U0
Valores de consigna según clase:	16.49	0.93
Cumplido/No cumplido:	≥ 15.00	≥ 0.40
	✓	✓

### 20W Flujo completo / Rendering (procesado) en 3D







Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:151

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE3

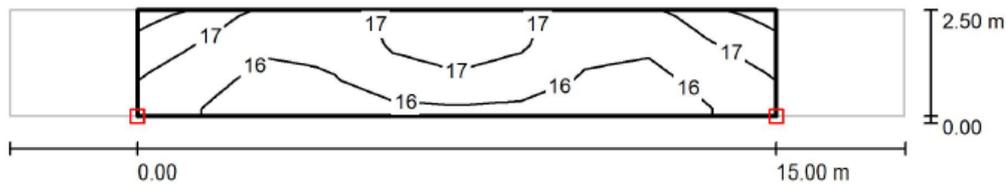
(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

$E_m$ [lx]	U0
16.49	0.93
$\geq 15.00$	$\geq 0.40$
✓	✓



Valores en Lux, Escala 1 : 151

Trama: 10 x 3 Puntos

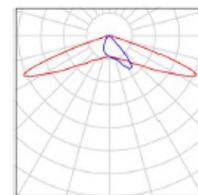
$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
16	15	18	0.933	0.866

## Baculos de 7m Port Andratx

### Proyecto 1 / Lista de luminarias

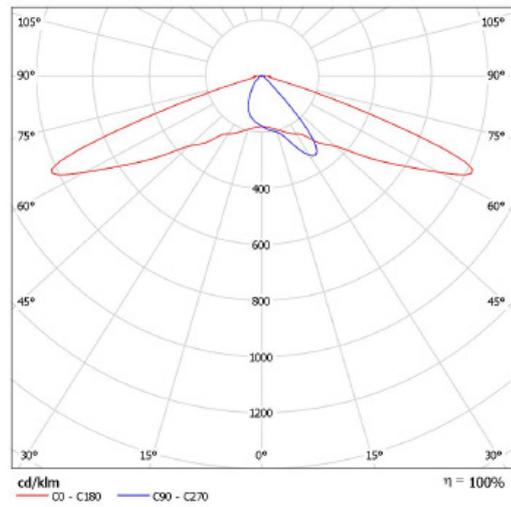
5 Pieza Simon Lighting NAT S ISTANIUM 40LED GTF  
RE\_WDL\_84W 700mA IA3  
Nº de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 7600 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 7600 lm  
Potencia de las luminarias: 84.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 35 72 96 99 100  
Lámpara: 1 x IW4831S (Factor de corrección 1.000).

Dispones de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 35 72 96 99 100

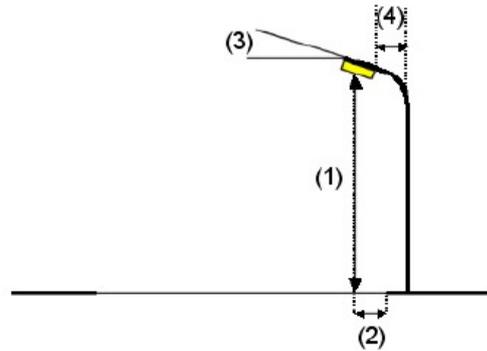
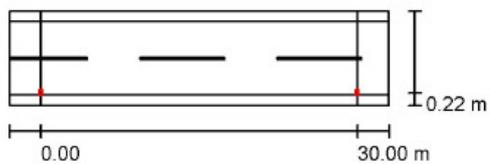
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

**Perfil de la vía pública**

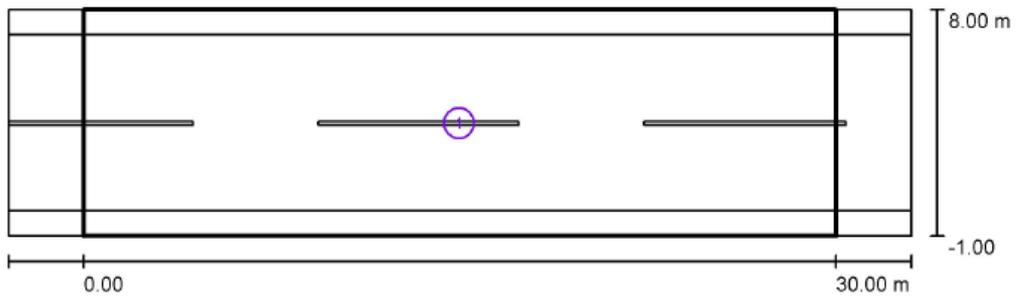
Camino peatonal 2	(Anchura: 1.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Camino peatonal 1	(Anchura: 1.000 m)

Factor mantenimiento: 0.80

**Disposiciones de las luminarias**



Luminaria:	Simon Lighting NAT S ISTANIUM 40LED GTF RE_WDL_84W 700mA IA3	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Luminaria):	7600 lm	con 70°: 779 cd/klm
Flujo luminoso (Lámparas):	7600 lm	con 80°: 140 cd/klm
Potencia de las luminarias:	84.0 W	con 90°: 51 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Distancia entre mástiles:	30.000 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.3.
Altura de montaje (1):	7.000 m	
Altura del punto de luz:	6.927 m	
Saliente sobre la calzada (2):	0.250 m	
Inclinación del brazo (3):	20.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.000 m	



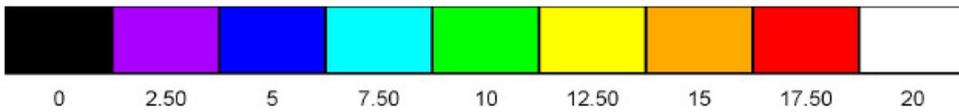
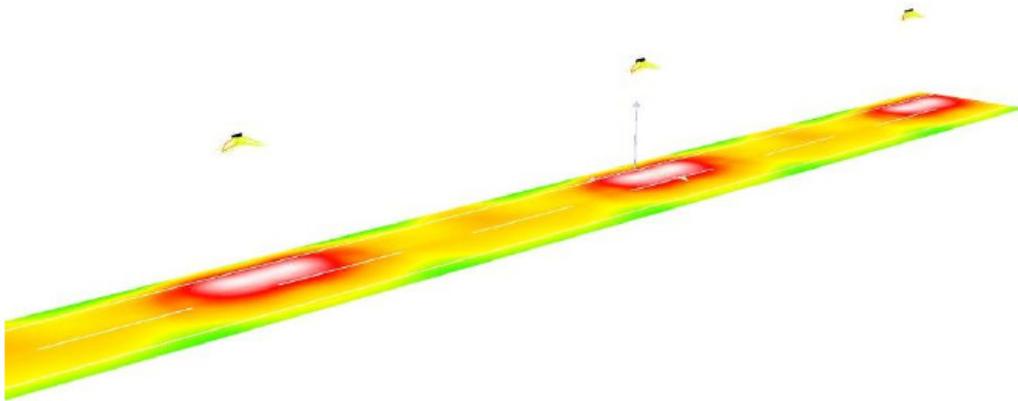
Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:258

**Lista del recuadro de evaluación**

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1 & Camino peatonal 1 & Camino peatonal 2  
 Longitud: 30.000 m, Anchura: 9.000 m  
 Trama: 10 x 6 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1, Camino peatonal 1, Camino peatonal 2.  
 Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:	$E_m$ [lx]	U0
Valores de consigna según clase:	14.01	0.80
Cumplido/No cumplido:	$\geq 7.50$	$\geq 0.40$
	✓	✓



lx