



Jornada "Iluminación,
Eficiencia Energética y
Arquitectura" en la ETSAM

Madrid 29-06-11

LAMP HEADQUARTER en Terrassa (BCN)



LAMP FRANCE

LAMP CHILE (DILAMPSA)

LAMP MÉXICO (VOLTA G)

LAMP CHINA

LAMP SOUTH EAST ASIA – PACIFIC

LAMP UK

LAMP SCOTLAND

Partners en más

de 30 Países

La misión

Lamp ofrece soluciones eficientes de iluminación adaptándose a las necesidades de los proyectos, mediante productos y servicios innovadores y competitivos.

DATOS GENERALES MERCADO ELECTRICO

Desde el punto de vista energético y medioambiental, el peso específico del consumo eléctrico del alumbrado público, representa el 50% del consumo eléctrico total de un Ayuntamiento.

El consumo eléctrico del alumbrado público en España supone 2900 GWh/año, un 1,8% del consumo total eléctrico nacional emitiendo a la atmósfera de alrededor de 1.740.000 Tm. de CO2/año.

Capacidad de ahorro estimado medio de un 10% reduciendo emisiones unas 174.000 Tm. de CO2/año, aplicando tecnologías de eficiencia energética y reduciendo niveles de iluminación de las instalaciones que están por encima de los recomendados.

REGLAMENTO ELECTROTECNICO BAJA TENSION

El Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto (REBT), tiene por objeto «establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión, con la finalidad de preservar la seguridad de las personas y los bienes, asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios y contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones».

La Instrucción técnica complementaria ITC-BT 09 del citado reglamento se refiere a instalaciones de alumbrado exterior, con prescripciones específicas para la seguridad de las mismas.

REGLAMENTO EFICIENCIA ENERGETICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR

Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre 2008 , aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

Para todo el territorio español, en el marco legal anteriormente descrito, plasmándolo en un reglamento específico que, a la vez, complementa a lo estipulado en el REBT. Contiene prescripciones generales, y siete instrucciones técnicas complementarias (denominadas «ITC-EA»), relativas a los aspectos técnicos y de desarrollo de las previsiones establecidas en el reglamento.

El reglamento que ahora se aprueba permite que se puedan conceder excepciones a sus prescripciones, en casos justificados debidamente, a fin de evitar situaciones de inaplicabilidad.

OBJETIVO REGLAMENTO

El presente reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior, con la finalidad de:

- a) Mejorar la eficiencia y ahorro energético, así como la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- b) Limitar el resplandor luminoso nocturno o contaminación luminosa y reducir la luz intrusa o molesta

No es objeto del presente reglamento establecer valores mínimos para los niveles de iluminación en los distintos tipos de vías o espacios a iluminar, que se regirán por la normativa que les sea de aplicación.

AMBITO APLICACIÓN

1. Este reglamento se aplicará a las instalaciones, de más de 1 kW de potencia instalada, incluidas en las instrucciones técnicas complementarias ITC-BT del Reglamento electrotécnico para baja tensión:

- a) Las de alumbrado exterior, a las que se refiere la ITC-BT 09;
- b) Las de fuentes, objeto de la ITC-BT 31;
- c) Las de alumbrados festivos y navideños, contempladas en la ITC-BT 34.

2. A los efectos de este reglamento, se consideran los siguientes tipos de alumbrado:

- a) Vial (Funcional y ambiental);
- b) Específico.
- c) Ornamental;
- d) Vigilancia y seguridad nocturna
- e) Señales y anuncios luminosos
- f) Festivo y navideño

AMBITO APLICACIÓN

3. Este reglamento se aplicará:

- a) A las nuevas instalaciones, a sus modificaciones y ampliaciones.
- b) A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, cuando, mediante un estudio de eficiencia energética, la Administración Pública competente lo considere necesario.
- c) A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, que sean objeto de modificaciones de importancia y a sus ampliaciones, entendiéndose por modificación de importancia aquella que afecte a más del 50% de la potencia o luminarias instaladas.

4. Se excluyen de la aplicación de este reglamento las instalaciones y equipos de uso exclusivo en minas, usos militares, regulación de tráfico, balizas, faros, señales marítimas, aeropuertos y otras instalaciones y equipos que estuvieran sujetos a reglamentación específica.

Artículo 4. Eficiencia energética

Requisitos a cumplir:

- 1º- Los niveles de iluminación de la instalación no superen lo establecido en la instrucción técnica complementaria ITC-EA 02, salvo casos excepcionales, autorizados por la Administración Pública.
- 2º- Para el alumbrado vial, se cumplan los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en la ITC-EA-01. Para el resto de instalaciones de alumbrado, se cumplan los requisitos de factor de utilización, pérdidas de los equipos, factor de mantenimiento y otros establecidos en las instrucciones técnicas complementarias correspondientes.
- 3º - En donde se requiera, dispongan de un sistema de accionamiento y de regulación del nivel luminoso, tal y como se define en la ITC-EA-04.

Artículo 5. Calificación energética de las instalaciones

Las instalaciones de alumbrado exterior se calificarán energéticamente en función de su índice de eficiencia energética, mediante una etiqueta de calificación energética según se especifica en la ITC-EA-01. Dicha etiqueta se adjuntará en la documentación del proyecto y deberá figurar en las instrucciones que se entreguen a los titulares, según lo especificado en el artículo 10 del reglamento.

Artículo 6. Resplandor luminoso nocturno, luz intrusa o molesta.

Con la finalidad de limitar el resplandor luminoso nocturno y reducir la luz intrusa o molesta, las instalaciones de alumbrado exterior se ajustarán, particularmente, a los requisitos establecidos en la ITC-EA-03.

Artículo 7. Niveles de iluminación.

Se cumplirán los niveles máximos de luminancia o iluminancia, y de uniformidad mínima permitida, en función de los diferentes tipos del alumbrado exterior, según lo dispuesto en la ITC-EA-02.

EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN

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.

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

siendo:

ε = eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior (m² *lux/W)

P = potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (W);

S = superficie iluminada (m²);

Em = iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux);

EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN

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

$$\epsilon = \epsilon_L \cdot f_m \cdot f_u \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right),$$

Eficiencia de la lámpara y equipos auxiliares (ϵ_L): Es la relación entre el flujo luminoso emitido por una lámpara y la potencia total consumida por la lámpara más su equipo auxiliar.

Factor de mantenimiento (f_m): Es la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales.

Factor de utilización (f_u): Es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias.

El factor de utilización de la instalación es función del tipo de lámpara, de la distribución de la intensidad luminosa y rendimiento de las luminarias, así como de la geometría de la instalación, tanto en lo referente a las características dimensionales de la superficie a iluminar (longitud y anchura), como a la disposición de las luminarias en la instalación de alumbrado exterior (tipo de implantación, altura de las luminarias y separación entre puntos de luz).

Para mejorar la eficiencia energética de una instalación de alumbrado se podrá actuar incrementando el valor de cualquiera de los tres factores anteriores, de forma que la instalación más eficiente será aquella en la que el producto de los tres factores -eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares y factores de mantenimiento y utilización de la instalación- sea máximo.

REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Instalaciones de alumbrado vial funcional.

Se definen como tales las instalaciones de alumbrado vial de autopistas, autovías, carreteras y vías urbanas, consideradas en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-02 como situaciones de proyecto A y B.

Las instalaciones de alumbrado vial funcional, con independencia del tipo de lámpara, pavimento y de las características o geometría de la instalación, deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética que se fijan en la tabla:

Tabla 1 – Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial funcional

| Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$ | EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$ |
|--|---|
| ≥ 30 | 22 |
| 25 | 20 |
| 20 | 17,5 |
| 15 | 15 |
| 10 | 12 |
| $\leq 7,5$ | 9,5 |

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

Instalaciones de alumbrado vial ambiental

Alumbrado vial ambiental es el que se ejecuta generalmente sobre soportes de baja altura (3-5 m) en áreas urbanas para la iluminación de vías peatonales, comerciales, aceras, parques y jardines, centros históricos, vías de velocidad limitada, etc., considerados en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-02 como situaciones de proyecto C, D y E.

Las instalaciones de alumbrado vial ambiental, con independencia del tipo de lámpara y de las características o geometría de la instalación -dimensiones de la superficie a iluminar (longitud y anchura), así como disposición de las luminarias (tipo de implantación, altura y separación entre puntos de luz)-, deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética según tabla

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

| Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$ | EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$ |
|--|--|
| ≥ 20 | 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

Otras instalaciones de alumbrado

En el alumbrado específico, el alumbrado ornamental, el alumbrado para vigilancia y seguridad nocturna, y el de señales y anuncios luminosos, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Se iluminará únicamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- b) Se instalarán lámparas de elevada eficacia luminosa compatibles con los requisitos cromáticos de la instalación y con valores no inferiores a los establecidos en el capítulo 1 de la ITC-EA-04.
- c) Se utilizarán luminarias y proyectores de rendimiento luminoso elevado según la ITC-EA-04
- d) El equipo auxiliar será de pérdidas mínimas, dándose cumplimiento a los valores de potencia máxima del conjunto lámpara y equipo auxiliar, fijados en la ITC-EA-04.
- e) El factor de utilización de la instalación será el más elevado posible, según la ITC-EA-04.
- f) El factor de mantenimiento de la instalación será el mayor alcanzable, según la ITC-EA-06.

Instalaciones de alumbrado festivo y navideño

La potencia asignada de las lámparas incandescentes utilizadas será igual o inferior a 15 W, y la potencia máxima instalada por unidad de superficie (W/m²) será la indicada en la ITC-EA-02.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrados de señales y anuncios luminosos y festivo y navideño, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética. El índice de eficiencia energética se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación y el valor de eficiencia energética de referencia en función del nivel de iluminancia media en servicio

Tabla 3 – Valores de eficiencia energética de referencia

$$I\epsilon = \frac{\epsilon}{\epsilon_R}$$

| Alumbrado vial funcional | | Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado | |
|---|---|---|---|
| Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux) | Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$ | Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux) | Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$ |
| ≥ 30 | 32 | -- | -- |
| 25 | 29 | -- | -- |
| 20 | 26 | ≥ 20 | 13 |
| 15 | 23 | 15 | 11 |
| 10 | 18 | 10 | 9 |
| $\leq 7,5$ | 14 | 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

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (instalación 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 será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_e}$$

La tabla determina los valores definidos por las respectivas letras de consumo energético, en función de los índices de eficiencia energética declarados.

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 $\geq 5,00$ | $I_e \leq 0,20$ |

Entre la información que se debe entregar a los usuarios figurará la eficiencia energética (□) su calificación mediante el índice de eficiencia energética (I□) medido, y la etiqueta que mide el consumo energético de la instalación, de acuerdo al modelo que se indica a continuación:

| Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado |
|--|
| Más eficiente |
| A |
| B |
| C |
| D |
| E |
| F |
| G |
| Menos eficiente |
| Instalación: |
| Localidad / calle: |
| Horario de funcionamiento: |
| Consumo de energía anual (kWh/año): |
| Emisiones de CO ₂ anual (kgCO ₂ /año): |
| Índice de eficiencia energética (I _e): |
| Iluminancia media en servicio E _m (lux): |
| Uniformidad (%): |

Colores que deberán usarse en la etiqueta:

CMYK: cian, magenta, amarillo, negro.

Ejemplo: 07X0: 0 % cian, 70 % magenta, 100 % amarillo, 0 % negro.

o Flechas:

A: X0X0; B: 70X0; C: 30X0; D: 00X0; E: 03X0; F: 07X0;

G: 0XX0

o Color del contenido: X070

o Todo el texto en negro. El fondo es blanco.

Instrucción Técnica Complementaria EA – 02 . NIVELES DE ILUMINACIÓN

Se entiende por nivel de iluminación el conjunto de requisitos luminotécnicos o fotométricos (luminancia, iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, relación de entorno, etc) cubiertos por la presente instrucción..

Los niveles máximos de luminancia o de iluminancia media de las instalaciones de alumbrado descritas a continuación no podrán superar en más de un 20% los niveles medios de referencia establecidos en la presente ITC. Estos niveles medios de referencia están basados en las normas de la serie UNE-EN 13201 “Iluminación de carreteras”, y no tendrán la consideración de valores mínimos obligatorios, pues quedan fuera de los objetivos de este Reglamento.

Deberá garantizarse asimismo el valor de la uniformidad mínima, mientras que el resto de requisitos fotométricos, por ejemplo, valor mínimo de iluminancia en un punto, deslumbramiento e iluminación de alrededores, descritos para cada clase de alumbrado, son valores de referencia, pero no exigidos, que deberán considerarse para los distintos tipos de instalaciones.

Los requisitos fotométricos anteriores no serán aplicables a aquellas instalaciones o parte de las mismas en las que se justifique debidamente la excepcionalidad y sea aprobada por el órgano competente de la Administración Pública.

ALUMBRADO VIAL

El nivel de iluminación requerido por una vía depende de múltiples factores como son el tipo de vía, la complejidad de su trazado, la intensidad y sistema de control del tráfico y la separación entre carriles destinados a distintos tipos de usuarios.

En función de estos criterios, las vías de circulación se clasifican en varios grupos o situaciones de proyecto, asignándose a cada uno de ellos unos requisitos fotométricos específicos que tienen en cuenta las necesidades visuales de los usuarios así como aspectos medio ambientales de las vías.

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece en la Tabla

Tabla 1 – Clasificación de las vías

| Clasificación | Tipo de vía | Velocidad del 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 | $v \leq 5$ |

Mediante otros criterios, tales como el tipo de vía y la intensidad media de tráfico diario (IMD), se establecen subgrupos dentro de la clasificación anterior.

Tabla 2 – Clases de alumbrado para vías tipo A

| Situaciones de proyecto | Tipos de vías | Clase de Alumbrado ⁽¹⁾ |
|-------------------------|---|-----------------------------------|
| A1 | <ul style="list-style-type: none"> Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías). Intensidad de tráfico Alta (IMD) \geq 25.000..... Media (IMD) \geq 15.000 y $<$ 25.000..... Baja (IMD) $<$ 15.000..... | ME1 ME2 ME3a |
| | <ul style="list-style-type: none"> Carreteras de calzada única con doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas). Intensidad de tráfico Alta (IMD) $>$ 15.000..... Media y baja (IMD) $<$ 15.000..... | ME1 ME2 |
| A2 | <ul style="list-style-type: none"> Carreteras interurbanas sin separación de aceras o carriles bici. Carreteras locales en zonas rurales sin vía de servicio. Intensidad de tráfico IMD \geq 7.000..... IMD $<$ 7.000..... | ME1 / ME2 ME3a / ME4a |
| A3 | <ul style="list-style-type: none"> Vías colectoras y rondas de circunvalación. Carreteras interurbanas con accesos no restringidos. Vías urbanas de tráfico importante, rápidas radiales y de distribución urbana a distritos. Vías principales de la ciudad y travesía de poblaciones. Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. IMD \geq 25.000..... IMD \geq 15.000 y $<$ 25.000..... IMD \geq 7.000 y $<$ 15.000..... IMD $<$ 7.000..... | ME1 ME2 ME3b ME4a / ME4b |

⁽¹⁾ Para todas las situaciones de proyecto (A1, A2 y A3), cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 3 – Clases de alumbrado para vías tipo B

| Situaciones de proyecto | Tipos de vías | Clase de Alumbrado ⁽¹⁾ |
|-------------------------|---|-----------------------------------|
| B1 | <ul style="list-style-type: none"> Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante. Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas. Intensidad de tráfico IMD \geq 7.000..... IMD $<$ 7.000..... | ME2 / ME3c ME4b / ME5 / ME6 |
| B2 | <ul style="list-style-type: none"> Carreteras locales en áreas rurales. Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. IMD \geq 7.000..... IMD $<$ 7.000..... | ME2 / ME3b ME4b / ME5 |

⁽¹⁾ Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 4 – Clases de alumbrado para vías tipos C y D

| Situaciones de proyecto | Tipos de vías | Clase de Alumbrado ⁽¹⁾ |
|-------------------------|--|-----------------------------------|
| C1 | <ul style="list-style-type: none"> Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas Flujo de tráfico de ciclistas Alto..... Normal..... | S1 / S2 S3 / S4 |
| D1 - D2 | <ul style="list-style-type: none"> Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías. Aparcamientos en general. Estaciones de autobuses. Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal..... | CE1A / CE2 CE3 / CE4 |
| D3 - D4 | <ul style="list-style-type: none"> Calle residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada Zonas de velocidad muy limitada Flujo de tráfico de peatones y ciclistas Alto..... Normal..... | CE2 / S1 / S2 S3 / S4 |

⁽¹⁾ Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 5 – Clases de alumbrado para vías tipo E

| Situaciones de proyecto | Tipos de vías | Clase de Alumbrado ⁽¹⁾ |
|-------------------------|--|-----------------------------------|
| E1 | <ul style="list-style-type: none"> Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada. Paradas de autobús con zonas de espera Áreas comerciales peatonales. Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal..... | CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4 |
| E2 | <ul style="list-style-type: none"> Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones. Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal..... | CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4 |

⁽¹⁾ Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

EJEMPLO REQUISITOS MINIMOS PARA UNA CLASE ALUMBRADO

Tabla 6 – Series ME de clase de alumbrado para viales secos tipos A y B

| Clase de Alumbrado | Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas | | | Deslumbramiento Perturbador | Iluminación de alrededores |
|--------------------|---|-----------------------------------|---|--|---|
| | Luminancia ⁽⁴⁾ Media L_m (cd/m ²) ⁽¹⁾ | Uniformidad Global U_0 [mínima] | Uniformidad Longitudinal U_L [mínima] | Incremento Umbral TI (%) ⁽²⁾ [máximo] | Relación Entorno SR ⁽³⁾ [mínima] |
| ME1 | 2,00 | 0,40 | 0,70 | 10 | 0,50 |
| ME2 | 1,50 | 0,40 | 0,70 | 10 | 0,50 |
| ME3a | 1,00 | 0,40 | 0,70 | 15 | 0,50 |
| ME3b | 1,00 | 0,40 | 0,60 | 15 | 0,50 |
| ME3c | 1,00 | 0,40 | 0,50 | 15 | 0,50 |
| ME4a | 0,75 | 0,40 | 0,60 | 15 | 0,50 |
| ME4b | 0,75 | 0,40 | 0,50 | 15 | 0,50 |
| ME5 | 0,50 | 0,35 | 0,40 | 15 | 0,50 |
| ME6 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 15 | Sin requisitos |

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de (TI), que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

⁽²⁾ Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (TI).

⁽³⁾ La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

⁽⁴⁾ Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminación, multiplicando los primeros por el coeficiente R (según C.I.E.) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

ITC EA -03 RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO Y LUZ INTRUSA O MOLESTA

El resplandor luminoso nocturno o CONTAMINACION LUMINICA es la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, procedente, entre otros orígenes, de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas.

En la Tabla 1 se clasifican las diferentes zonas en función de su protección contra la contaminación luminosa, según el tipo de actividad a desarrollar en cada una de las zonas

Tabla 1 – Clasificación de zonas de protección contra la contaminación luminosa

| CLASIFICACIÓN DE ZONAS | DESCRIPCIÓN |
|------------------------|---|
| E1 | ÁREAS CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS: Observatorios astronómicos de categoría internacional, parques nacionales, espacios de interés natural, áreas de protección especial (red natura, zonas de protección de aves, etc.), donde las carreteras están sin iluminar. |
| E2 | ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD BAJA: 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 | ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA: Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas. |
| E4 | ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD ALTA: Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna. |

Se limitarán las emisiones luminosas hacia el cielo en las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción de las de alumbrado festivo y navideño.

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 mantenimiento de la instalación.

El flujo hemisférico superior instalado FHS_{INST} o emisión directa de las luminarias a implantar en cada zona E1, E2, E3 y E4, no superará los límites establecidos en la tabla 2.

Tabla 2 - Valores límite del flujo hemisférico superior instalado

| CLASIFICACIÓN DE ZONAS | FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO FHS_{INST} |
|------------------------|---|
| E1 | $\leq 1\%$ |
| E2 | $\leq 5\%$ |
| E3 | $\leq 15\%$ |
| E4 | $\leq 25\%$ |

Además de ajustarse a los valores de la tabla 2, para reducir las emisiones hacia el cielo tanto directas, como las reflejadas por las superficies iluminadas, la instalación de las luminarias deberá cumplir los siguientes requisitos:

- a) Se iluminará solamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- b) Los niveles de iluminación no deberán superar los valores máximos establecidos en la ITC-EA-02.
- c) El factor de utilización y el factor de mantenimiento de la instalación satisfarán los valores mínimos establecidos en la ITC-EA-04.

Lámparas

En la Zona E1 se utilizarán lámparas de vapor de sodio. Cuando no resulte posible utilizar dichas lámparas, se procederá a filtrar la radiación de longitudes de onda inferiores a 440 nm.

LIMITACIÓN DE LA LUZ INTRUSA O MOLESTA

Con objeto de minimizar los efectos de la luz intrusa o molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior, sobre residentes y sobre los ciudadanos en general, las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción del alumbrado festivo y navideño, se diseñarán para que cumplan los valores máximos establecidos en la tabla 3 de los siguientes parámetros:

- a) Iluminancia vertical (EV) en ventanas;
- b) Luminancia (L) de las luminarias medida como Intensidad luminosa (I) emitida por cada luminaria en la dirección potencial de la molestia;
- c) Luminancia media (Lm) de las superficies de los paramentos de los edificios que como consecuencia de una iluminación excesiva pueda producir molestias;
- d) Luminancia máxima (Lmax) de señales y anuncios luminosos;
- e) Incremento umbral de contraste (TI) que expresa la limitación del deslumbramiento perturbador o incapacitivo en las vías de tráfico rodado producido por instalaciones de alumbrado distintas de las de viales. Dicho incremento constituye la medida por la que se cuantifica la pérdida de visión causada por dicho deslumbramiento. El TI producido por el alumbrado vial esta limitado por la ITC-EA-02.

En función de la clasificación de zonas (E1, E2, E3 y E4) la luz molesta procedente de las instalaciones de alumbrado exterior, se limitará a los valores indicados en la tabla 3:

TABLA LIMITACIÓN DE LA LUZ INTRUSA O MOLESTA

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

| Parámetros luminotécnicos | Valores máximos | | | |
|--|--|--|--|--|
| | Observatorios astronómicos y parques naturales E1 | Zonas periurbanas y áreas rurales E2 | Zonas urbanas residenciales E3 | Centros urbanos y áreas comerciales E4 |
| Iluminancia vertical (E_v) | 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 (L_m) | 5 cd/m ² | 5 cd/m ² | 10 cd/m ² | 25 cd/m ² |
| Luminancia máxima de las fachadas (L_{max}) | 10 cd/m ² | 10 cd/m ² | 60 cd/m ² | 150 cd/m ² |
| Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos ($L_{máx}$) | 50 cd/m ² | 400 cd/m ² | 800 cd/m ² | 1.000 cd/m ² |
| Incremento de umbral de contraste (TI) | Clase de Alumbrado | | | |
| | Sin iluminación | ME 5 | ME3 / ME4 | ME1 / ME2 |
| | TI = 15% para adaptación a L = 0,1 cd/m ² | TI = 15% para adaptación a L = 1 cd/m ² | TI = 15% para adaptación a L = 2 cd/m ² | TI = 15% para adaptación a L = 5 cd/m ² |

Ejemplos cálculos eficiencias energéticas instalaciones

Iluminación Calle peatonal v < 30 Km/h

Datos iniciales:

| | |
|----------------------|-----------------|
| Longitud Calle: | 500 m |
| Anchura total calle: | 1,5 + 3 + 1,5 m |
| Tráfico diario: | - |

→ **Sit. D** → **Sit. D3-D4**
Tabla 1 EA-02 Tabla 4 EA-02

↓ ITC EA-02 Tabla 9

| | |
|-----------------------|---|
| Tipo de iluminación: | CE2 (20 lux / Unif.>0.40) |
| Factor mantenimiento: | $FDL \times FSL \times FDLU = 0,65$ (limpieza y cambio lámparas cada 3 años) (ITC EA-06, tablas 1, 2, 3) |

↓ ESTUDIO LUMINOTÉCNICO

| | |
|-----------------|-------------------|
| Luminaria: | 150 W Vsap |
| Interdistancia: | 12 m (UNILATERAL) |
| Altura columna: | 4 m |
| Em: | 21 lux |
| Unif.: | 0,53 |

↓ POTENCIA

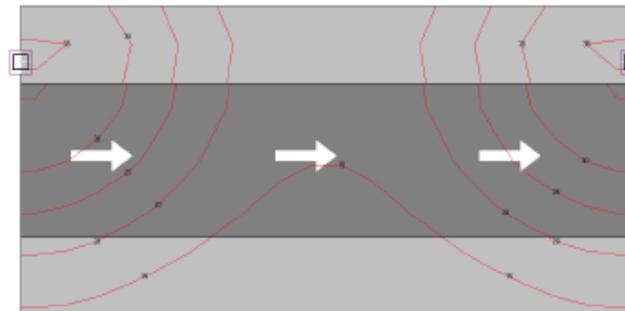
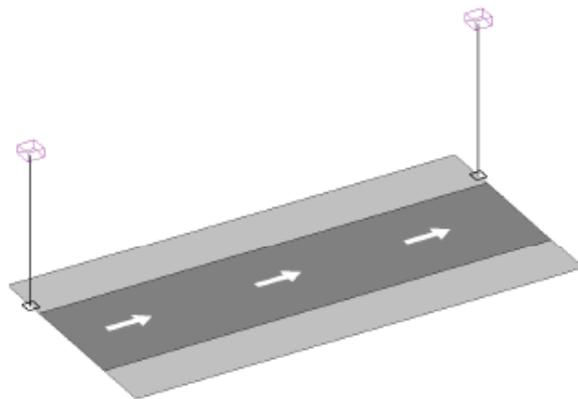
| | |
|-----------------|--|
| Nº Luminarias: | 42 |
| Potencia total: | 42×171 (Tabla 2 EA-04) = 7182 W |



FHS > 25%
Rend. ~ 55%

Ejemplos cálculos eficiencias energéticas instalaciones

Iluminación Calle Peatonal.



Resultado

| Parámetros globals | | Zones d'estudi | |
|-----------------------------|----------|-----------------------------|----------|
| Il·luminàncies horitzontals | | Il·luminàncies horitzontals | |
| Màxima | 35 (lux) | Màxima | 35 (lux) |
| Miixa | 21 (lux) | Miixa | 22 (lux) |
| Mínima | 11 (lux) | Mínima | 14 (lux) |
| Uniformitat miixa | 0,59 | Uniformitat miixa | 0,61 |
| Uniformitat estrena | 0,32 | Uniformitat estrena | 0,39 |

| Enllumenament | | | |
|---------------|------------------------|----|---|
| | | | |
| L vel | 2,05 cd/m ² | G | - |
| TI | 50.4 % | SR | - |

Deslumbramiento

Ejemplos cálculos eficiencias energéticas instalaciones

Iluminación Calle Peatonal.

Cálculo eficiencia energética:

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

$$\varepsilon = (500 \times 6) \times (21) / (7182)$$

$$\varepsilon = 8,77 < 9,3 \text{ (según tabla 2 ITC-EA-01)} \longrightarrow \text{NO OK}$$



REPLANTEO

Ejemplos cálculos eficiencias energéticas instalaciones

Iluminación Calle Peatonal $v < 30$ km/h.

| | |
|----------------------|-----------------|
| Datos iniciales: | |
| Longitud Calle: | 500 m |
| Anchura total calle: | 1,5 + 3 + 1,5 m |
| Tráfico diario: | - |



ITC EA-02 Tabla 9

| | |
|-----------------------|--|
| Tipo de iluminación: | CE2 (20 lux / Unif. > 0.40) |
| Factor mantenimiento: | $FDFL \times FSL \times FDLU = 0,65$ (limpieza y cambio lámparas cada 3 años) (ITC EA-06, tablas 1, 2, 3) |

ESTUDIO LUMINOTÉCNICO

| | |
|-----------------|-------------------|
| Luminaria: | 70 W Vsap |
| Interdistancia: | 15 m (UNILATERAL) |
| Altura columna: | 4 m |
| Em: | 24 lux |
| Unif.: | 0,42 |

POTENCIA

| | |
|-----------------|---|
| Nº Luminarias: | 34 |
| Potencia total: | 34×84 (Tabla 2 EA-04) = 2856 W |

Ejemplos cálculos eficiencias energéticas instalaciones

Iluminación Calle Peatonal.

Cálculo eficiencia energética:

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

$$\varepsilon = (500 \times 6) \times (24) / (2856)$$

$$\varepsilon = 25,21 > 10,3 \text{ (según tabla 2 ITC-EA-01)} \rightarrow \text{OK}$$

Street Lighting.

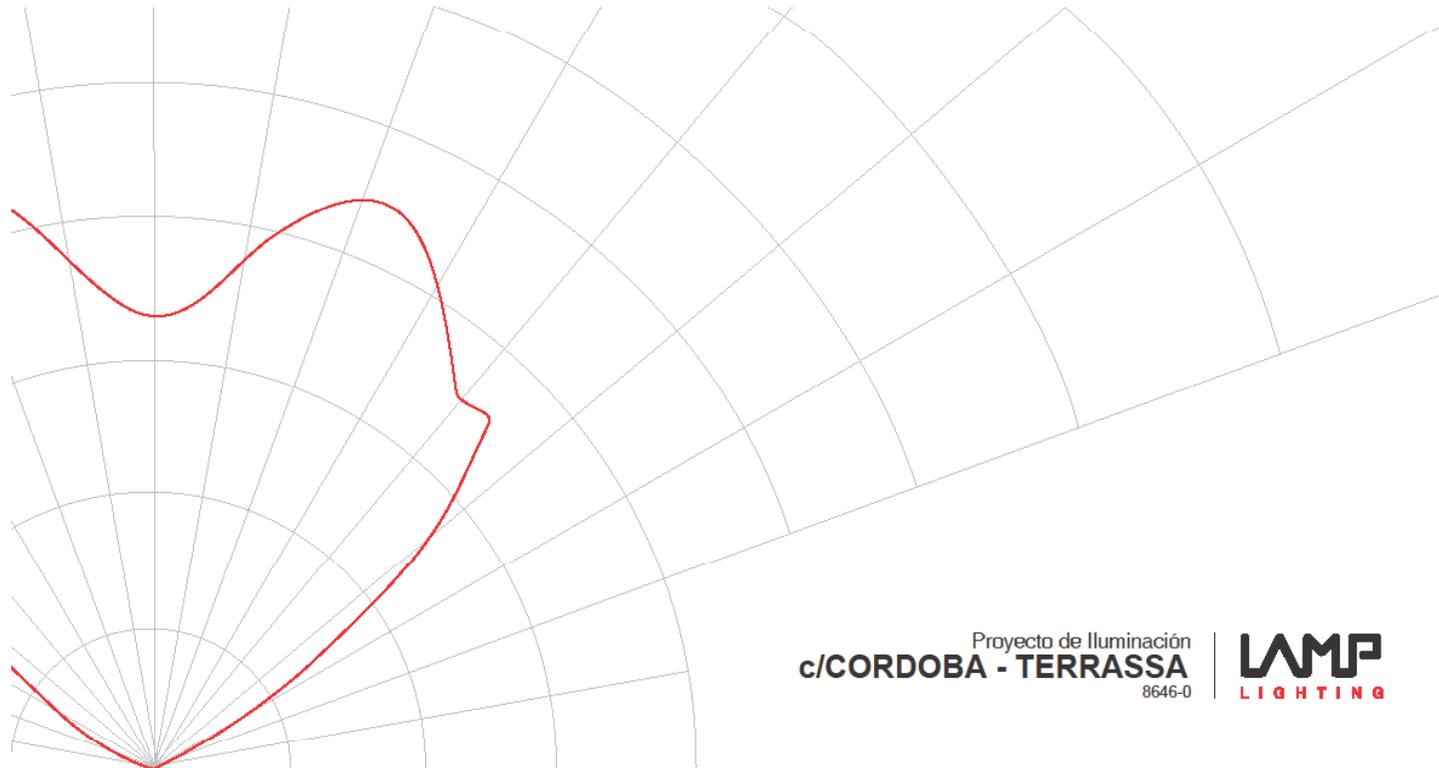
Iluminación Eficiente en Alumbrado Público

Córdoba 16 (Terrassa)



Estudio Lumínico Calle Cordoba de Terrassa con Dune Leds

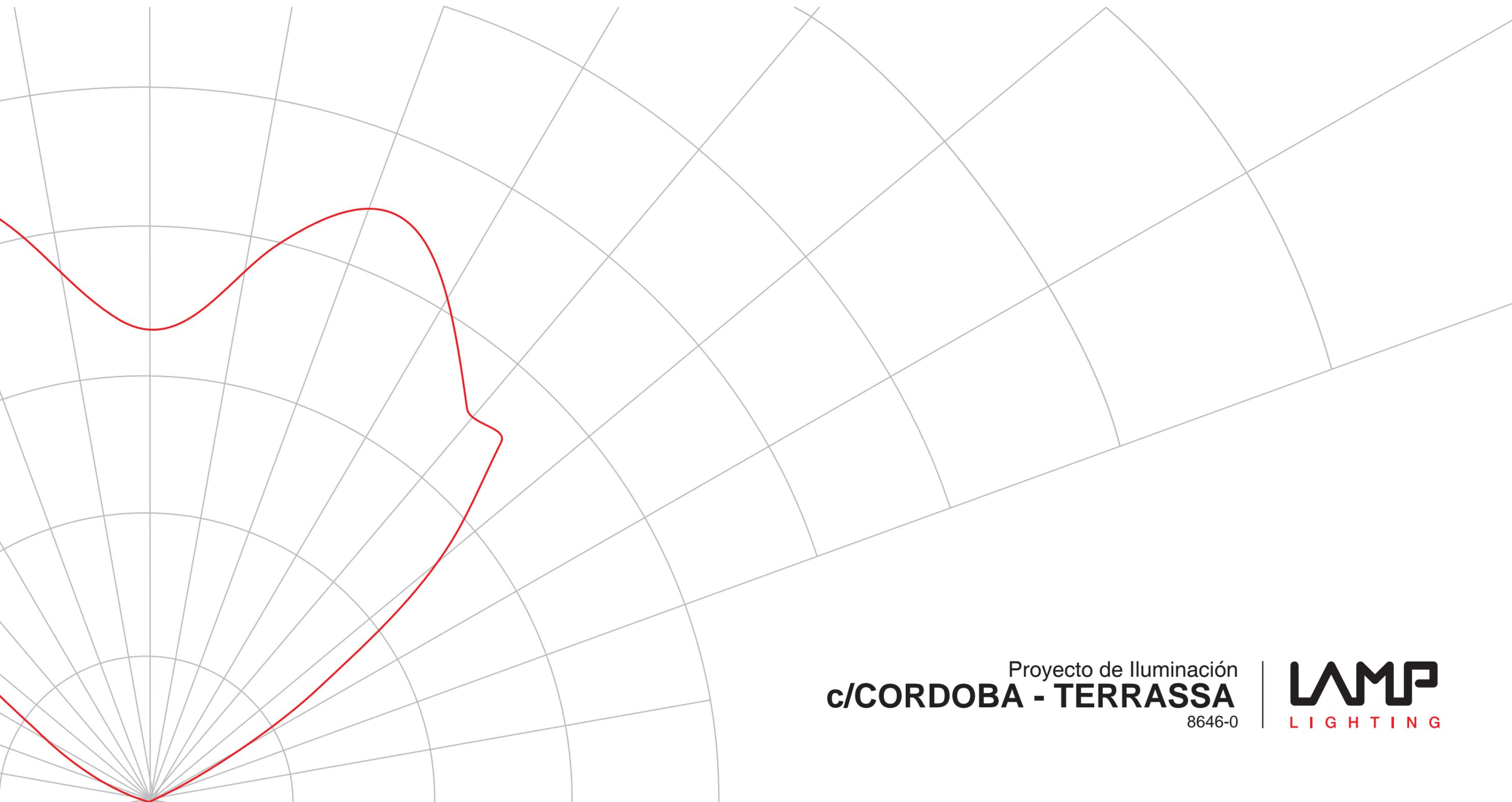
lighting solutions



Proyecto de Iluminación
c/CORDOBA - TERRASSA
8646-0



lighting solutions



Proyecto de Iluminación
c/CORDOBA - TERRASSA
8646-0



CARRER CORDOBA - TERRASSA

Dune leds a 700mA

Los cálculos lumínicos de este proyecto han sido realizados según la distribución y los modelos de luminarias indicados por el cliente.

OBRA: 8646-0
PROYECTO: 86460M00
VERSION: 0M00

Fecha: 03.12.2010
Proyecto elaborado por: LAMP LIGHTING

LAMP LIGHTING

c/Cordoba 16

Proyecto elaborado por LAMP LIGHTING

Teléfono 902 20 40 10

Fax 93 786 15 51

e-Mail lamp@lamp.es

Índice

CARRER CORDOBA - TERRASSA

Portada del proyecto

1

Índice

2

LAMP 6941263 LUM. VIAL DUNE LEDS 122W

Hoja de datos de luminarias

3

CARRER CORDOBA - TERRASSA - 700mA

Datos de planificación

4

Rendering (procesado) en 3D

5

Rendering (procesado) de colores falsos

6

CARRER CORDOBA - TERRASSA - 700mA

Datos de planificación

7

Lista de luminarias

8

Recuadros de evaluación

Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Sumario de los resultados

9

Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Sumario de los resultados

10

Recuadro de evaluación Calzada 1

Sumario de los resultados

11

Street Lighting.

Iluminación Eficiente en Alumbrado Público

Córdoba 16 (Terrassa)



LAMP LIGHTING

c/Cordoba 16

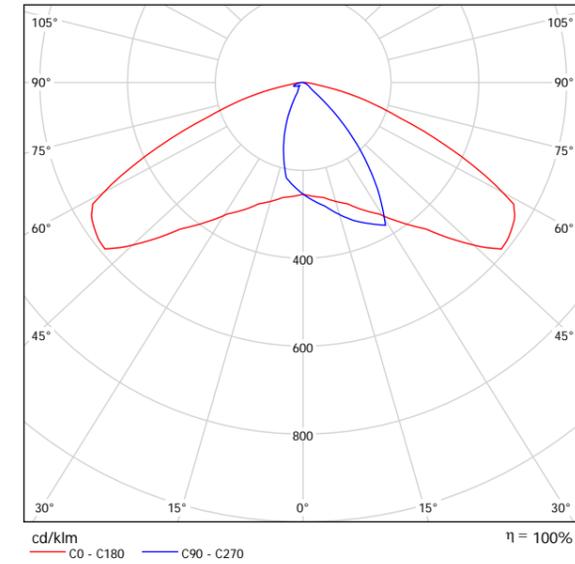
Proyecto elaborado por LAMP LIGHTING
Teléfono 902 20 40 10
Fax 93 786 15 51
e-Mail lamp@lamp.es

LAMP 6941263 LUM. VIAL DUNE LEDS 122W / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 42 81 98 100 100



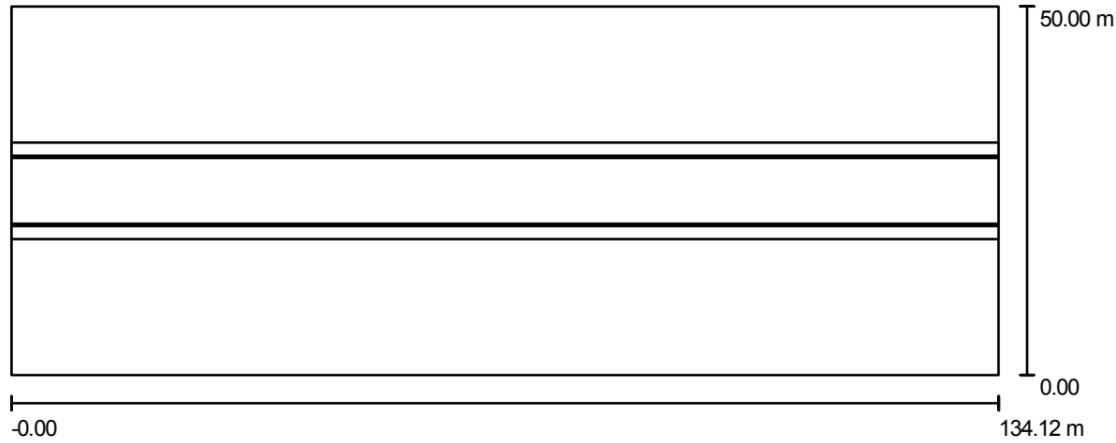
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

LAMP LIGHTING

c/Cordoba 16

Proyecto elaborado por LAMP LIGHTING
Teléfono 902 20 40 10
Fax 93 786 15 51
e-Mail lamp@lamp.es

CARRER CORDOBA - TERRASSA - 700mA / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.70, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:959

Lista de piezas - Luminarias

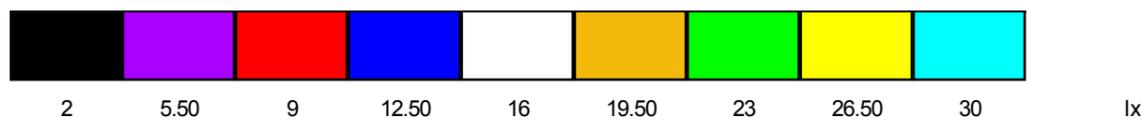
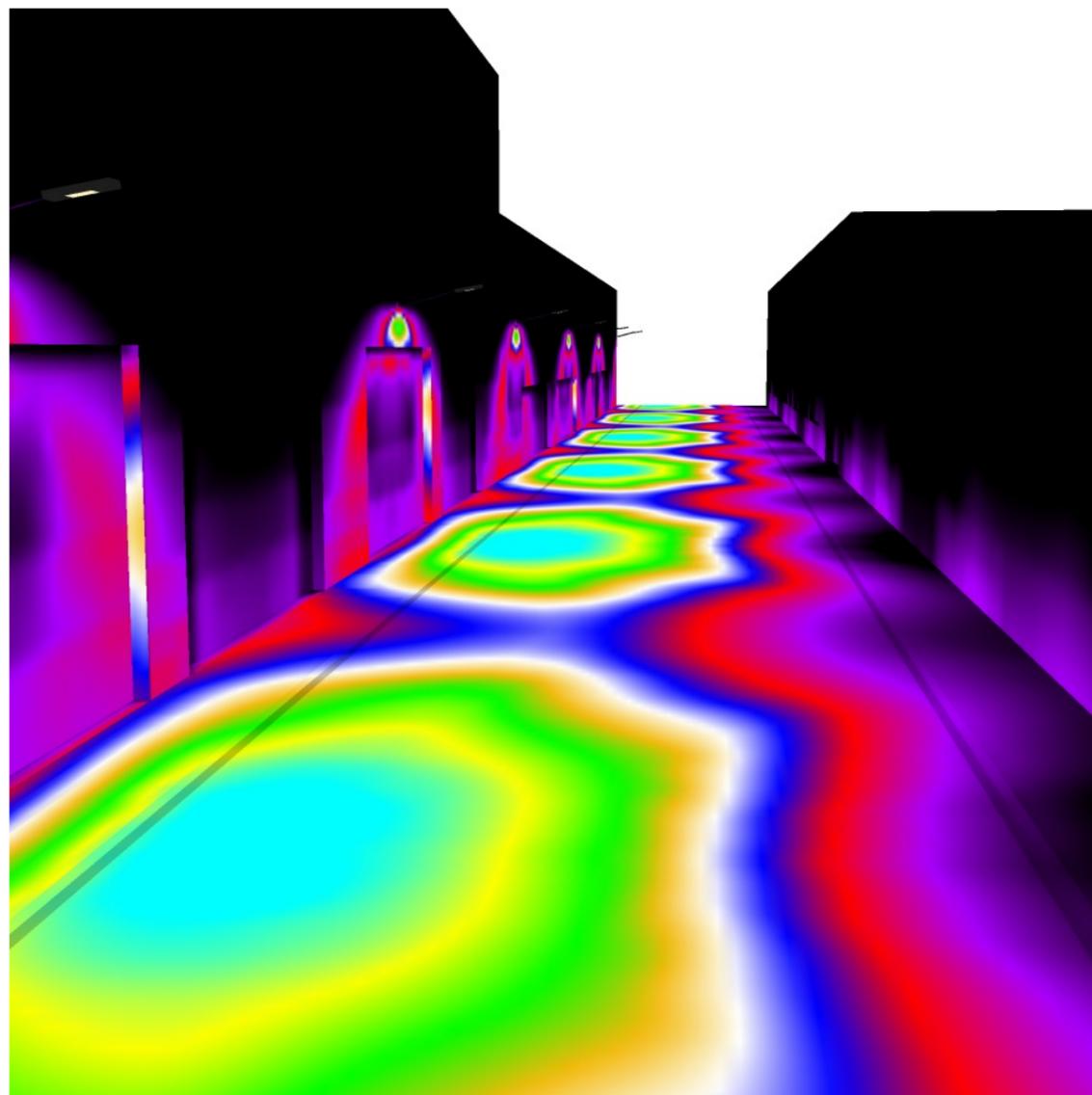
| Nº | Pieza | Designación (Factor de corrección) | Φ [lm] | P [W] |
|--------|-------|---|--------|-------|
| 1 | 6 | LAMP 6941263 LUM. VIAL DUNE LEDS 122W (1.000) | 7330 | 122.0 |
| Total: | | | 43980 | 732.0 |

LAMP LIGHTING

c/Cordoba 16

Proyecto elaborado por LAMP LIGHTING
Teléfono 902 20 40 10
Fax 93 786 15 51
e-Mail lamp@lamp.es

CARRER CORDOBA - TERRASSA - 700mA / Rendering (procesado) de colores falsos



LAMP LIGHTING

c/Cordoba 16

Proyecto elaborado por LAMP LIGHTING
Teléfono 902 20 40 10
Fax 93 786 15 51
e-Mail lamp@lamp.es

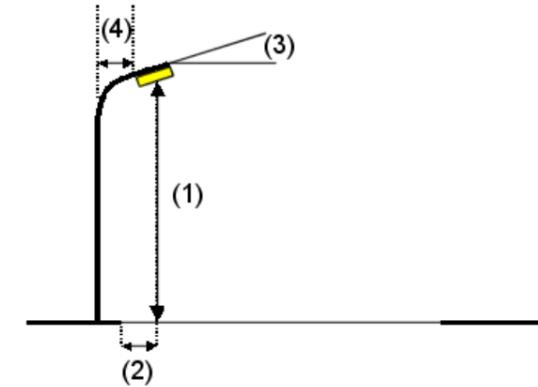
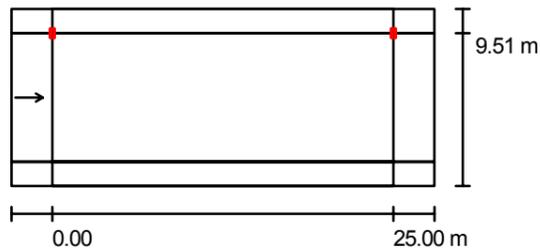
CARRER CORDOBA - TERRASSA - 700mA / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

| | |
|-------------------|---|
| Camino peatonal 2 | (Anchura: 1.800 m) |
| Calzada 1 | (Anchura: 9.500 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070) |
| Camino peatonal 1 | (Anchura: 1.800 m) |

Factor mantenimiento: 0.70

Disposiciones de las luminarias



| | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|
| Luminaria: | LAMP 6941263 LUM. VIAL DUNE LEDS 122W | |
| Flujo luminoso de las luminarias: | 7330 lm | Valores máximos de la intensidad lumínica |
| Potencia de las luminarias: | 122.0 W | con 70°: 364 cd/klm |
| Organización: | unilateral arriba | con 80°: 77 cd/klm |
| Distancia entre mástiles: | 25.000 m | con 90°: 4.97 cd/klm |
| Altura de montaje (1): | 6.500 m | Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento). |
| Altura del punto de luz: | 6.420 m | La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3. |
| Saliente sobre la calzada (2): | 0.000 m | La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6. |
| Inclinación del brazo (3): | 10.0 ° | |
| Longitud del brazo (4): | 1.500 m | |

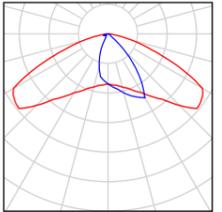
LAMP LIGHTING

c/Cordoba 16

Proyecto elaborado por LAMP LIGHTING
Teléfono 902 20 40 10
Fax 93 786 15 51
e-Mail lamp@lamp.es

CARRER CORDOBA - TERRASSA - 700mA / Lista de luminarias

LAMP 6941263 LUM. VIAL DUNE LEDS 122W
N° de artículo: 6941263
Flujo luminoso de las luminarias: 7330 lm
Potencia de las luminarias: 122.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 42 81 98 100 100
Armamento: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).

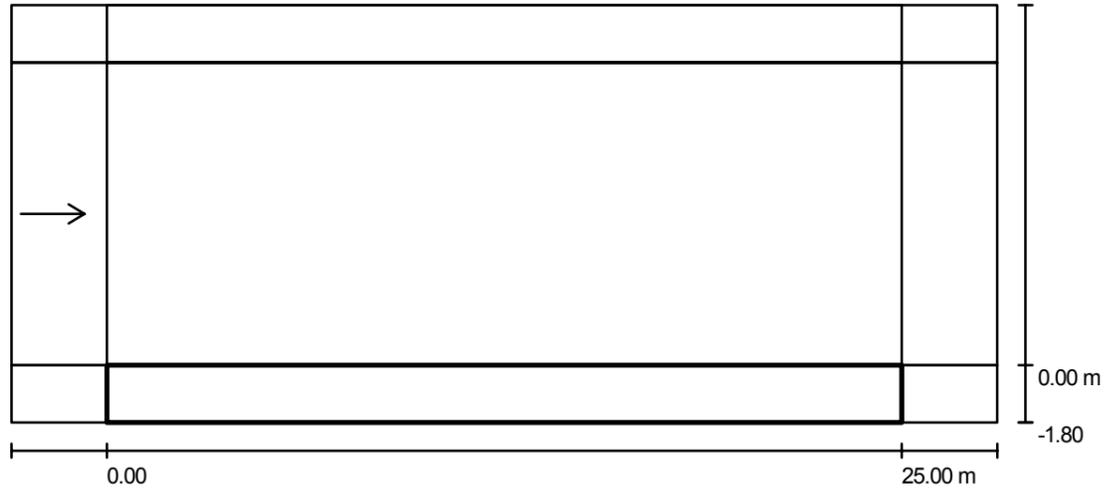


LAMP LIGHTING

c/Cordoba 16

Proyecto elaborado por LAMP LIGHTING
Teléfono 902 20 40 10
Fax 93 786 15 51
e-Mail lamp@lamp.es

CARRER CORDOBA - TERRASSA - 700mA / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:222

Trama: 10 x 3 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.
Clase de iluminación seleccionada: CE5

(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:
Valores de consigna según clase:
Cumplido/No cumplido:

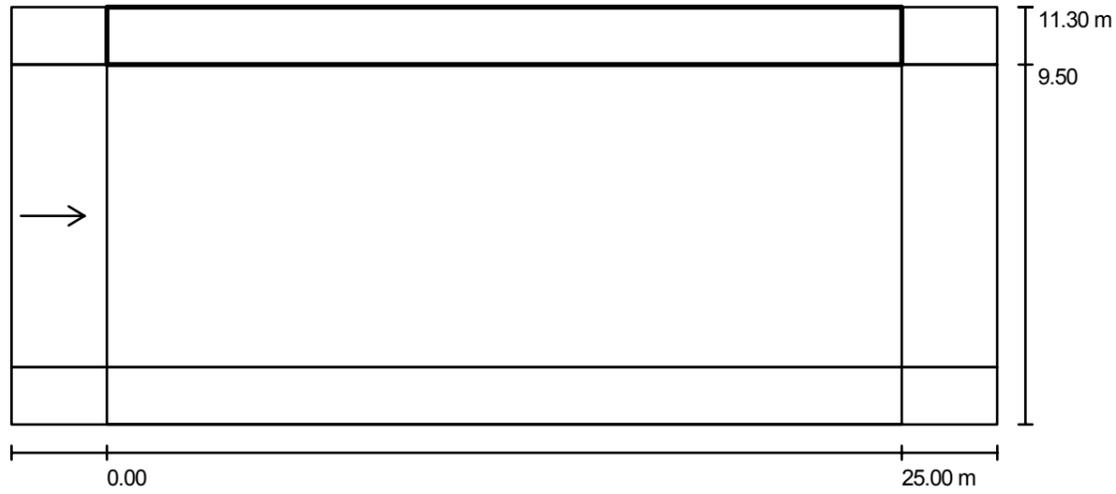
| E_m [lx] | U0 |
|------------|------------|
| 2.7 | 0.4 |
| ≥ 7.5 | ≥ 0.4 |
| ✗ | ✓ |

LAMP LIGHTING

c/Cordoba 16

Proyecto elaborado por LAMP LIGHTING
Teléfono 902 20 40 10
Fax 93 786 15 51
e-Mail lamp@lamp.es

CARRER CORDOBA - TERRASSA - 700mA / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:222

Trama: 10 x 3 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.
Clase de iluminación seleccionada: CE5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:
Valores de consigna según clase:
Cumplido/No cumplido:

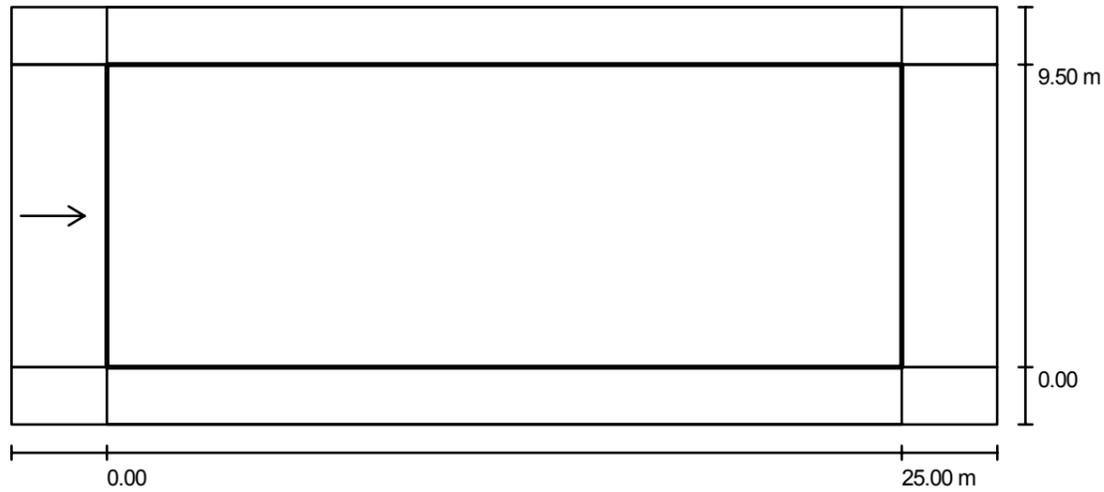
| | |
|------------|------------|
| E_m [lx] | U0 |
| 14.6 | 0.6 |
| ≥ 7.5 | ≥ 0.4 |
| ✓ | ✓ |

LAMP LIGHTING

c/Cordoba 16

Proyecto elaborado por LAMP LIGHTING
Teléfono 902 20 40 10
Fax 93 786 15 51
e-Mail lamp@lamp.es

CARRER CORDOBA - TERRASSA - 700mA / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:222

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME6

(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

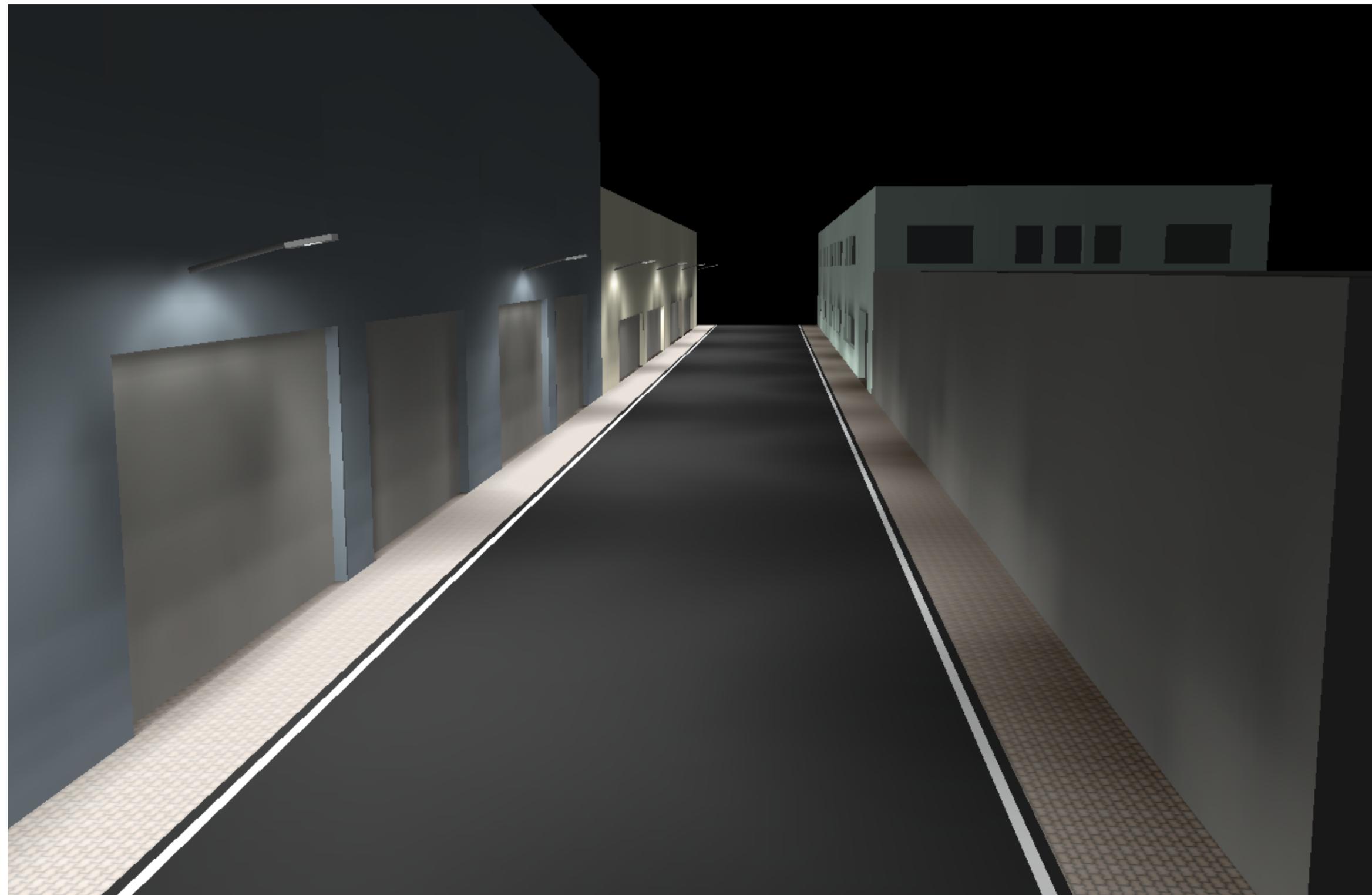
Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

| L_m [cd/m^2] | U0 | UI | TI [%] | SR |
|--------------------|-------------|------------|-----------|-----|
| 1.0 | 0.24 | 0.7 | 7 | 0.3 |
| ≥ 0.3 | ≥ 0.35 | ≥ 0.4 | ≤ 15 | / |
| ✓ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ |

Observador respectivo (1 Pieza):

| Nº | Observador | Posición [m] | L_m [cd/m^2] | U0 | UI | TI [%] |
|----|--------------|-------------------------|--------------------|------|-----|--------|
| 1 | Observador 1 | (-60.000, 4.750, 1.500) | 1.0 | 0.24 | 0.7 | 7 |



Fotografias



LAMP LIGHTING

c/Cordoba 16

Proyecto elaborado por LAMP LIGHTING
Teléfono 902 20 40 10
Fax 93 786 15 51
e-Mail lamp@lamp.es

CARRER CORDOBA - TERRASSA - 700mA / Rendering (procesado) en 3D

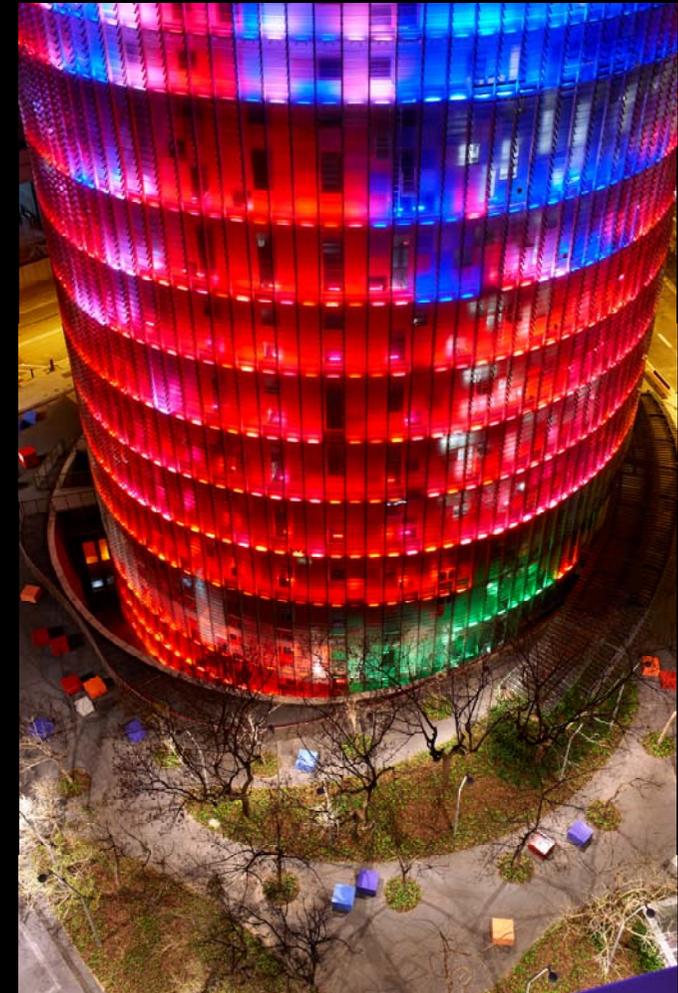


Alternativas luminarias energía Solar



1. Dos módulos fotovoltaicos con sensor lumínico encargados de generar una potencia de 120Wp, con una superficie total de 0,92 m². La luminaria se autogestiona gracias a su sensor lumínico que controla el flujo de la luminaria en función de la aportación de luz diurna, así como de su electrónica con ciclos nocturnos programados.
2. Luminaria Dune Leds de alta potencia cuyas lentes proporcionan una curva fotométrica vial. Compuesta por 48 leds, con temperatura de color blanco neutro (4650°K), flujo luminoso de 5.480 lumens, un IRC de 70 y una duración superior a las 50.000 horas.
3. Fuste fabricado en extrusión de aluminio, de gran resistencia mecánica, en forma de octágono, formándose así una serie de alveolos que favorecen la refrigeración de la batería para su óptimo funcionamiento. La altura del fuste es personalizable.
4. Una batería de Níquel e Hidruro Metálico, un componente mucho más evolucionado que las clásicas baterías de plomo ácido. Ésta se alberga en la base de la farola para evitar que sea robada, tiene una capacidad de almacenamiento de 720Wh, y una autonomía de 24h (tres noches). Esta batería no requiere mantenimiento ya que tiene una duración de 10-15 años (según condiciones climatológicas). El tiempo de carga es de 12h (1 día de sol).

Plaza Torre Agbar (Barcelona)



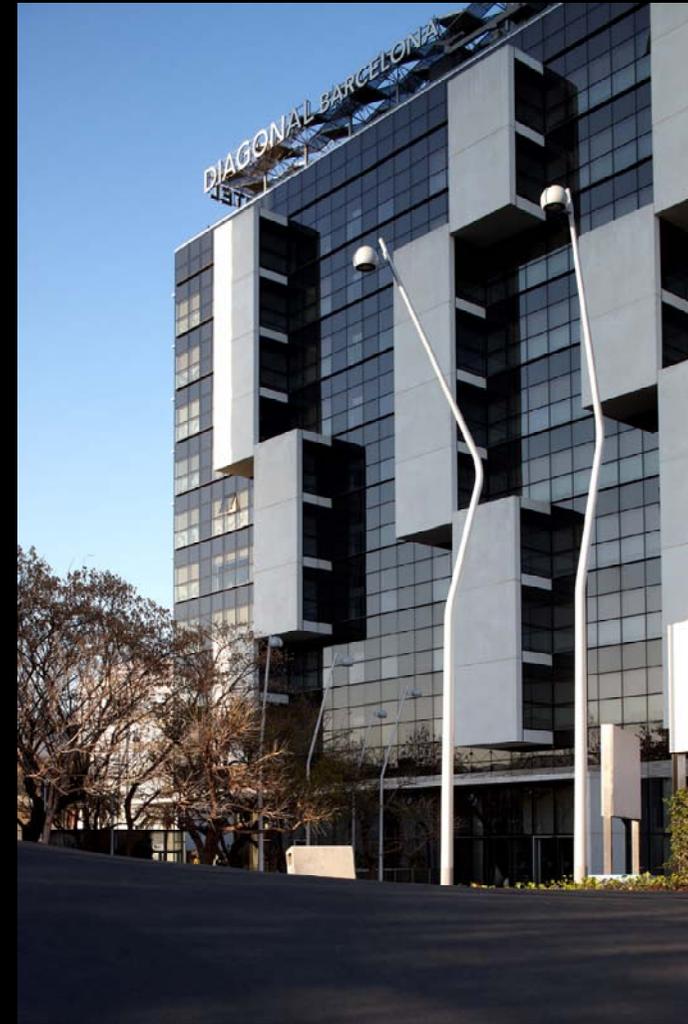
Street Lighting.

Iluminación Eficiente en Alumbrado Público

Plaza Torre Agbar (Barcelona)



Plaza Torre Agbar (Barcelona)



Plaza Herenni (Barcelona)



Street Lighting.

Iluminación Eficiente en Alumbrado Público

Calle Ramon Par (Argentina)





Gracias por vuestra atención!

Josep Ventura Clavera
josep_ventura@lamp.es