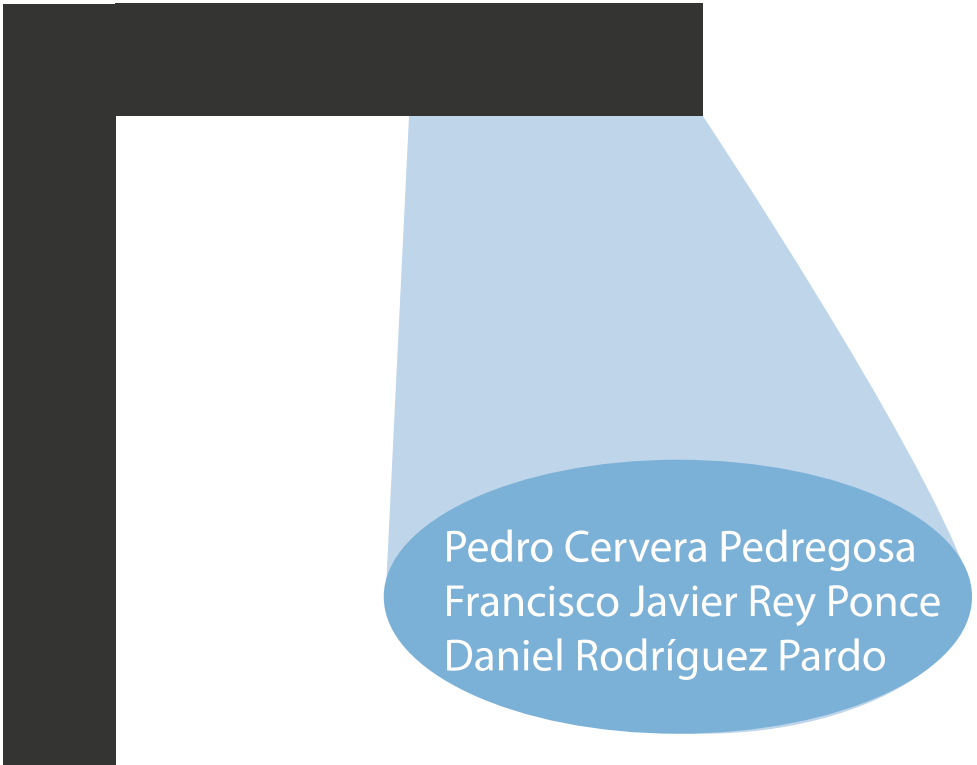


# Eficiencia energética

## Luminaria pública con tecnología led y placa solar

A stylized graphic of a street lamp post. The post is a thick black L-shape. A light cone, represented by a blue-to-white gradient, emanates from the top of the post. At the base of the light cone is a blue oval containing the authors' names.

Pedro Cervera Pedregosa  
Francisco Javier Rey Ponce  
Daniel Rodríguez Pardo

## Indice.

Introducción.....	2
1- Descripción general.....	3
2- Normativa.....	7
3- Mercado.....	11
4- Comportamiento del usuario e infraestructura local.....	12
5- Tecnologías aplicadas al producto.....	14
6- Ensayos realizados sobre el producto.....	20
7- Resumen.....	20
8- Bibliografía.....	21

## **Introducción**

En el siguiente documento vamos a presentar una luminaria nueva con tecnología LED para alumbrado en la vía pública. Se trata de un proyecto sobre eficiencia energética para la asignatura de eficiencia energética del producto de la titulación grado en diseño industrial y desarrollo del producto.

# 1 - Descripción general.

## Alumbrado de vía pública.

Las nuevas tendencias en alumbrado están basadas en Eficiencia Energética. Se puede definir este concepto como el máximo aprovechamiento de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso.

Se entiende por nivel de iluminación el conjunto de requisitos luminotécnicos o fotométricos (luminancia, iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, relación de entorno, etc.) cubiertos por la instrucción EA-02 descrita más adelante en el apartado dedicado a normativas.

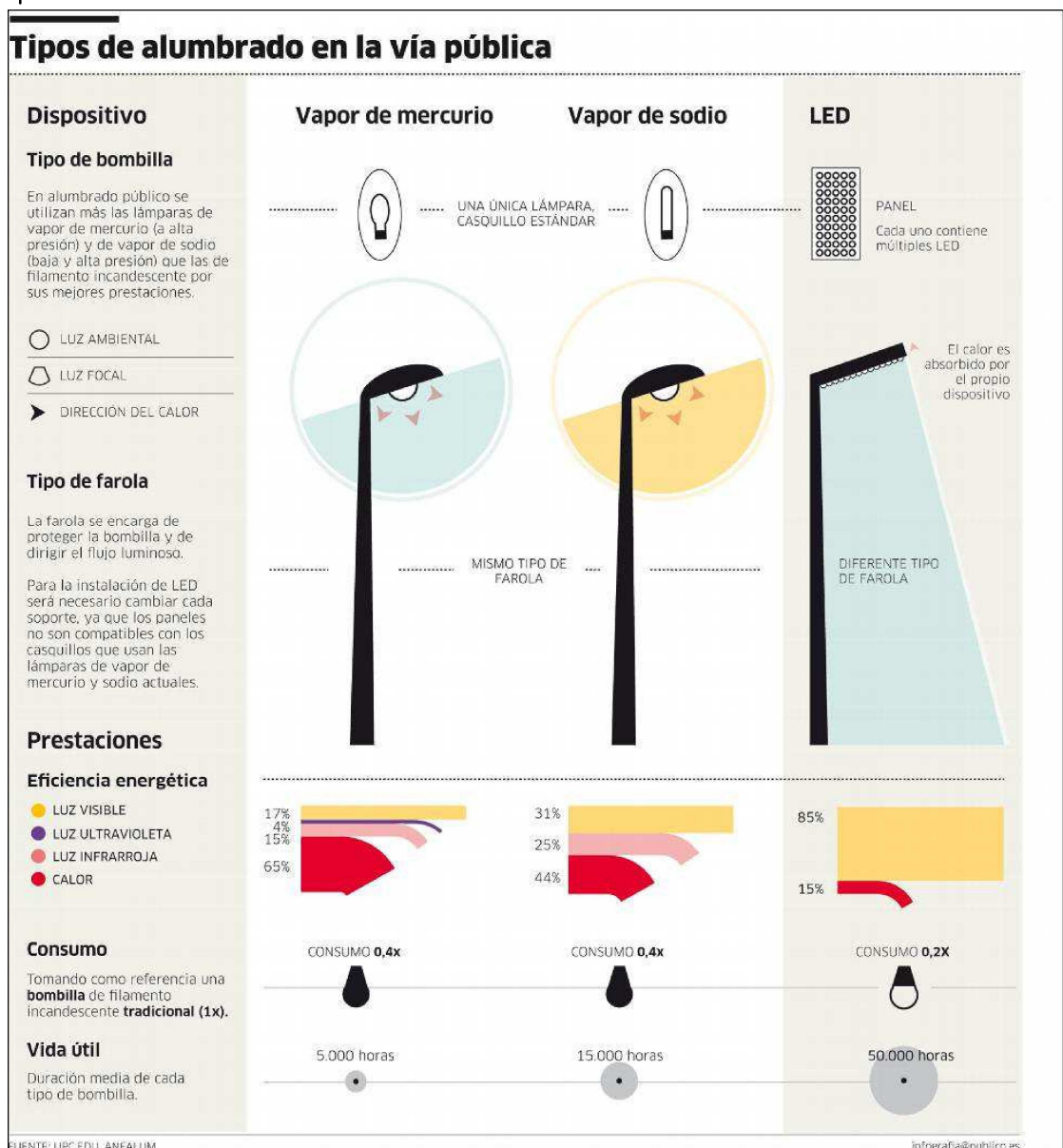
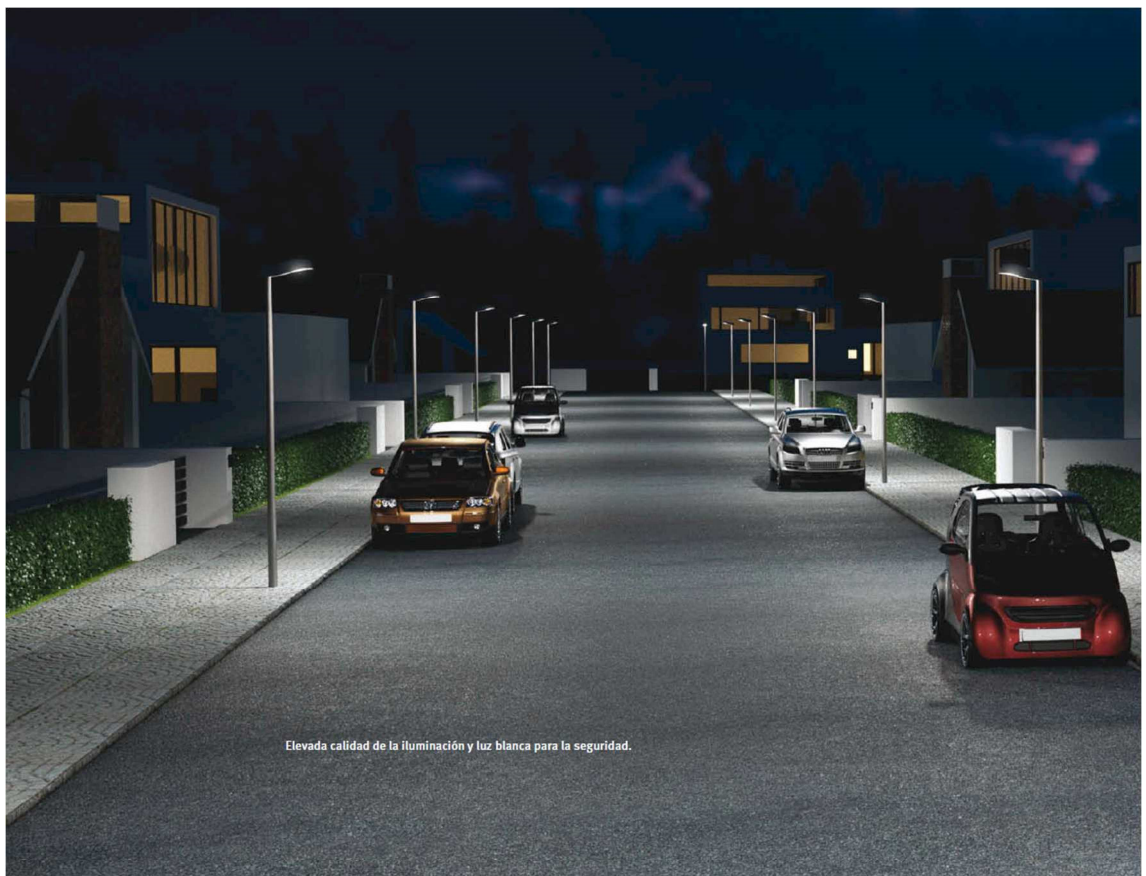


Tabla comparativa de tecnologías de iluminación.

La tecnología LED en alumbrado público es la mejor inversión posible. Ahorro de energía, larga vida de uso, reducción de costes de mantenimiento y reemplazo. La iluminación LED utiliza menos energía que la mayoría de los otros tipos de lámparas, no contiene mercurio y se utiliza en luminarias diseñadas especialmente para un reciclaje más fácil.

Estas luminarias son muy fiables a bajas temperaturas ( $-30^{\circ}\text{C}$ ) de primera calidad y con certificaciones europeas. Sus proyectores y farolas para la iluminación residencial y de alumbrado público dotadas de TECNOLOGÍA LED de última generación son capaces de conseguir ahorros en instalaciones de alumbrado de hasta un 70% de energía.



Recreación de vía pública iluminada con luminarias LED.



Zona de acción de las luminarias.

### **Paneles solares fotovoltaicos.**

Elemento encargado de captar la energía del Sol y transformarla en electricidad. Suelen ser claramente identificables por su posición destacada. Normalmente se colocan en lo alto de la estructura para así lograr una mayor captación de la energía solar. Los paneles deben estar siempre orientados hacia el ecuador terrestre y con la inclinación adecuada en función de la latitud (existiendo en este sentido varios criterios, siendo uno de ellos el consistente en inclinarlo el mismo número de grados de la latitud + 5).

Los paneles solares son del todo similares a los empleados para otras aplicaciones fotovoltaicas, solo que adaptados en tamaño. Normalmente se emplean aquellos materiales semiconductores de mejor rendimiento de entre los que habitualmente se encuentran en el mercado (silicio monocristalino y policristalino).

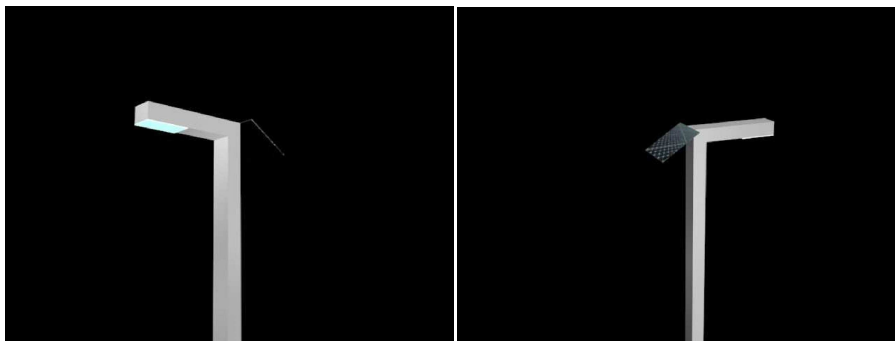
Existen algunas variantes al modelo "clásico" de farola solar, como aquellos cuyo panel fotovoltaico se coloca sobre una estructura de seguimiento del movimiento del Sol para lograr una mayor captación de radiación, o aquellos que combinan la fuente fotovoltaica con otra eólica, opción muy apta para áreas de abundante viento.



Placas solares fotovoltaicas.

### **Elección final.**

Haciendo un estudio de las opciones existentes hemos escogido usar las anteriormente descritas: luminaria led, placas solares. Por lo tanto nuestra elección sería una farola con esas tecnologías y además que estaría conectada a la red de alimentación con lo que se ahorra el tener que conectar una batería con los problemas que ello conlleva: corta vida útil, espacio para su colocación etc. Esta elección se debe a que estas luminarias al estar destinadas a vías públicas la energía que producen durante el día, y que lógicamente no consumen, las podría aprovechar cualquier otro elemento publico de alrededor, ya que ambos elementos pertenecen al mismo dueño, el ayuntamiento de dicho municipio.



Imágenes del producto realizado mediante software 3D.

## 2- Normativa.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

### Instrucción Técnica Complementaria EA - 02 Niveles de iluminación

Los niveles de iluminación de nuestras luminarias vienen determinados por las siguientes tablas.

**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	$v \leq 5$

Al ir destinado para vías urbanas de poco tráfico, entraría dentro de la clasificación tipo B1 (30-60 km/h y intensidad de tráfico < 7.000).

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

<sup>(1)</sup> 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.

De esta tabla se obtienen los valores de luminancia, y demás valores, que más tarde serán usados para las especificaciones técnicas del producto.

**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 <sup>(4)</sup> Media $L_m$ (cd/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	Uniformidad Global $U_o$ [mínima]	Uniformidad Longitudinal $U_l$ [mínima]	Incremento Umbral $TI$ (%) <sup>(2)</sup> [máximo]	Relación Entorno $SR$ <sup>(3)</sup> [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

<sup>(1)</sup> 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.

<sup>(2)</sup> 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).

<sup>(3)</sup> 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.

<sup>(4)</sup> 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.

### Instrucción Técnica Complementaria EA - 01 Eficiencia Energética

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 1.

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

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{luc}}{\text{W}}\right)$
$\geq 30$	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

#### Calificación energética de las instalaciones de alumbrado.

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrados de señales y anuncios luminosos, festivos y navideños, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

Tabla 3 – Valores de eficiencia energética de referencia

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

La tabla 4 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.**

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

### 3- Mercado.

Según varios informes, los ingresos de la iluminación LED representan actualmente el 25% de las ventas totales en el mercado de LED de iluminación, y en 2014 es probable que alcance un 40%, superando por primera vez las ventas de las aplicaciones LED para su uso en televisores. En el corto plazo, la demanda de retro-iluminación para televisores seguirá estimulando el crecimiento del mercado, pero a medida que la eficiencia de brillo (lm /W) y la relación precio-eficacia (lm /\$) siga aumentando, los observadores del mercado creen que la iluminación LED reemplazará totalmente a la iluminación tradicional. Según los observadores, la tasa de penetración de LED en el mercado de la iluminación en el año 2012 fue del 7 % y se espera que esta cifra aumente a 12% en 2013 y a 50% en 2016.

La iluminación representa aproximadamente el 50% del consumo eléctrico de las ciudades. Por tanto, las ciudades europeas pueden desempeñar un papel de gran importancia en la reducción de la huella de carbono mediante el despliegue a gran escala de soluciones de iluminación LED innovadora y respetuosa con el medioambiente.

Varias ciudades de la Unión Europea (en España, por ejemplo Sabadell, ciutat intelligent) han implementado ya la tecnología SSL y han experimentado sus beneficios sobre las tecnologías de iluminación tradicional. Estas ciudades señalan que con la nueva tecnología se obtiene mayor eficiencia, un ahorro energético de hasta el 50-60% y el consiguiente ahorro de costes y reducción de los costes de mantenimiento.

Es sumamente importante que las tecnologías que van a ayudar a los municipios a cumplir con el objetivo de la Unión Europea de reducir en un 20% las emisiones de CO2 antes de 2020, sean totalmente seguras y eficaces. Para ello, el compromiso y la colaboración público-privada se antoja fundamental.

90 millones de puntos de luz

De los 90 millones de puntos de luz que hay instalados en España, el 75% tiene más de 25 años. Sin duda la oportunidad de negocio es muy alta,

#### 4- Comportamiento del usuario e infraestructura local.

Las farolas solares autónomas:

- Se encienden y se apagan automáticamente en cuanto detectan que baja la intensidad de luz del sol y se apagan una vez programado la cantidad de horas deseadas.
- Pueden estar encendidas de 2 a 12 h. sin preocuparse de nada durante años, dependiendo del modelo.
- Con una vida útil estimada de 25 años para el panel, dependiendo del modelo.
- Los báculos de las farolas standard son de hierro galvanizado en caliente y los otros materiales de primera calidad.
- No hay que hacer obra civil.
- Tendido eléctrico de compañía.
- Pueden ser itinerantes.

#### Vida operativa.

Aunque los diodos LED pueden ofrecer una vida operativa en óptimas condiciones de uso, superior a las 100.000 horas, en aplicaciones comerciales, la vida operativa de un módulo LED se establece en 50.000 horas. Para una luminaria que permanece encendida 8 horas al día, esta durabilidad excede los 17 años de uso.

Transcurrido el periodo de vida útil, el módulo LED debe ser sustituido o actualizado según el desarrollo tecnológico del momento, operación que se ve facilitada por el concepto modular de las luminarias LED.

Las lámparas de sodio de baja presión suelen proporcionar una vida operativa de 7000 horas antes de requerir sustitución y las de vapor de sodio a alta presión suelen proporcionar unas 10000 horas de vida útil operativa.

Duración



## **Reciclaje de la placa y la luminaria led.**

Los paneles solares contienen materiales valiosos que pueden ser recuperados para la fabricación de nuevos módulos u otros productos, como el silicio o metales preciosos. El proceso de reciclaje depende de la tecnología del panel solar pero un proceso es el siguiente: se comienza con la retirada del marco de aluminio del módulo, después se aplica un proceso mecánico o térmico para separar las diferentes fracciones y finalmente se aplica un proceso químico. Los materiales reciclados son principalmente el vidrio, el aluminio, el cobre de los cables, el silicio y otros semiconductores valiosos que se pueden utilizar para fabricar nuevos paneles. Actualmente se puede llegar a reciclar hasta el 85% del panel desechado, según expertos de PV Cycle, lo cual es un porcentaje muy elevado comparado con otros procesos de reciclaje.

## 5- Tecnologías.

La iluminación LED posee una serie de ventajas que la convierten en la fuente de luz ideal para un espectro cada vez mayor de aplicaciones, gracias a su fiabilidad técnica, bajo mantenimiento y facilidad de encendido.

### **Ventajas.**

Mínimo coste de mantenimiento. Las luminarias LED tienen el doble de vida operativa entre 4 y 5 veces mayor que una lámpara de sodio y mejor reproducción cromática. La luz blanca de las luminarias LED aporta alegría y brillo sin penalizar el consumo, son más robustas mecánicamente, las luminarias en estado sólido carecen de filamentos, cebadores o balastos.

Las luces LED son luminarias de estado sólido, es decir; no contienen ni filamentos, ni gases contenidos en ampollas de vidrio como los tubos fluorescentes. Esto les otorga una excepcional resistencia y duración. La luz se produce mediante un material semiconductor que genera una forma de luminiscencia al someterlo a una corriente eléctrica.

Debido a sus significativas ventajas y al rápido desarrollo tecnológico, estas luminarias están llamadas a sustituir las fuentes de luz tradicionales.

En la práctica, las farolas LED comerciales se clasifican en dos tipos fundamentales:

- De bombilla LED con casquillo Edison
- Modulares de placas LED

Las farolas de bombilla cuentan con un casquillo Edison E-40 donde se acopla la bombilla LED especialmente diseñada para farolas. Las luminarias modulares de placas se basan en una serie de paneles LED recambiables que conforman un módulo o unidad de producción luminosa.

## ¿Que son las luces LED?

Los componentes de una luminaria LED modular son:

### **Carcasa.**

Tiene como misión albergar el resto de componentes, proporcionar estanqueidad y actuar como disipador del calor. Se trata de un elemento fabricado normalmente en fundición de aluminio moldeado a alta presión y revestido de materiales avanzados que previenen la suciedad y envejecimiento. Estas carcasas, de gran durabilidad, son virtualmente irrompibles e inmunes a la corrosión bajo cualesquiera condiciones climáticas.

### **Transformador.**

Alimenta la placa de circuitos integrados y diodos LED con la corriente continua en el voltaje óptimo para el funcionamiento de la luminaria. El transformador de alta eficiencia está alojado en el interior de la carcasa, resultando fácil de cambiar si fuera necesario.

### **Placa de circuitos integrados.**

Actúa como controlador del dispositivo e incorpora sistemas de protección contra sobretensión, optimizando el flujo luminoso del dispositivo. El funcionamiento continuo de estos circuitos genera una cierta cantidad de calor (55°C) que requiere ser disipado mediante la carcasa de aluminio con aletas difusoras.

La correcta difusión de calor garantiza una prolongada vida de los circuitos integrados e incrementa el periodo de servicio. El controlador permite diferentes modos de encendido, en base a sensores de luz o temporizadores.

### **Diodos luminosos.**

Existen varios fabricantes de diodos luminosos con diferente fiabilidad, prestaciones y costo. Los diodos sólo representan un porcentaje del coste total de la luminaria, de modo que conviene apostar por la máxima calidad acorde con el resto de componentes. La configuración modular permite sustituir cualquier elemento por separado e incluso permitirá incorporar las nuevas placas de LED con los últimos avances de la tecnología sin desechar los restantes componentes.

### **Lentes.**

Las lentes que incorporan las luminarias LED tienen como misión concentrar el haz luminoso para un mejor rendimiento y aprovechamiento de la luz focalizada. Las lentes otorgan a cada modelo un perfil de aplicación de acorde con determinados requerimientos de uso y determinan el modelo de distribución de la luz más adecuado para cada altura para la que está diseñada la luminaria.

### **Cubierta.**

La cubierta de vidrio templado especial, de extraordinaria transparencia, está diseñada para facilitar la autolimpieza, mediante tratamientos que repelen los depósitos y polvo que pudiera adherirse durante el servicio de la luminaria.

### **Báculo y brazo.**

Esta realizado en acero galvanizado en caliente, según norma UNE 37.501-71, para evitar deterioros por agentes atmosféricos, y calculado para soportar las cargas del viento. Está homologado por el Ministerio de Industria y Energía. Tiene una altura de 5 metros y soporta el brazo de la luminaria. Este brazo permite orientarse en obra, ya que permite un giro de 360°. El báculo soporta la estructura de sujeción del modulo fotovoltaico.

### **Sistema de regulación y control.**

La farola utiliza el sistema de regulación y control FAR-50, que se encuentra en una caja estanca que garantiza su funcionamiento en ambientes húmedos y/o corrosivos. Este sistema ha sido diseñado especialmente para la gestión de luminarias autónomas en instalaciones fotovoltaicas. Dispone de un interruptor crepuscular que permite temporizar el tiempo de encendido y apagado, y también de funciones de test que facilitan las operaciones de mantenimiento.

### **Módulos fotovoltaicos.**

Los módulos fotovoltaicos utilizados pueden ser de una potencia total comprendida entre 95-160 Wp.

## Justificación.

Comparativa de la fuente de luz:

- La eficacia de la lámpara de Inducción es menor que la de las lámparas de Cosmopolis, halogenuros metálicos cerámicos, Sodio e incluso que los LEDs de altas prestaciones.
- La eficacia varía con la potencia.

Inducción	Cosmopolis	Mastercity White y CDM Elite	sodio	LEDs
65-85lm/w	96-118lm/w	96-120 lm/w	80-130lm/w	60-120lm/w
Ra 80	Ra 70	Ra 80-90	Ra 25	Ra 60-90
2700-6500K	2800K	2800K y 4200K	2100K	2700K-9000K

## Respecto a la relación lúmen/pupila.

Se refiere al efecto de la luz blanca sobre nuestra visión en niveles de iluminación bajos, la luz con mayor componente de azul y Ra superior a 65 nos proporciona mejor visibilidad que el sodio. El coeficiente por el que tendríamos que multiplicar a cada tipo de lámpara se corresponde con la temperatura de color para Índices de Reproducción parecidos.

De modo que podríamos decir:

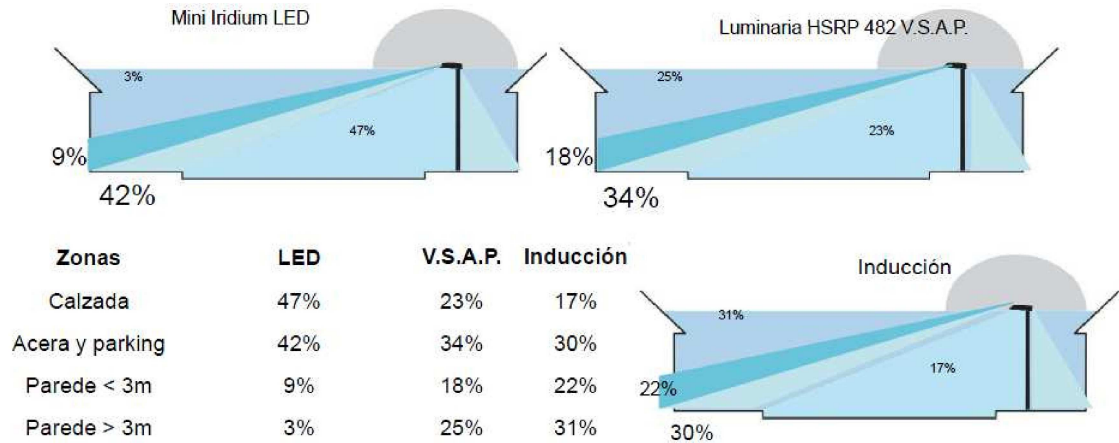
- La Inducción de 2700K es equivalente a Cosmopolis y MasterCity y LEDs de 2700K y 3000K.
- La Inducción 4000K sería equivalente a CDM Elite de 4200K y LEDs de 4000K.
- La Inducción de 5000K y 6500k sería equivalente a LEDs de dicha temperatura de color.

Como vemos a nivel energético de casos lámpara de inducción nos proporcionará más flujo por potencia instalada. Solo en el caso de comparar los lúmenes pupila podría salir beneficiosas respecto al sodio pero mucho pero que el resto de las tecnologías existentes en la actualidad.

## Sistemas ópticos.

Como sacar el máximo provecho a la luz:

Cuanto más pequeña es la fuente del luz más fácil es llevar la luz donde se necesita.



En la actualidad la mejor solución cuando queremos fuentes de luz de larga vida son los LEDs, con una vida útil de 60.000 horas obtenemos el mejor factor de utilización y por lo tanto la mejor eficiencia energética. Son además libres de mercurio y su pequeño tamaño nos ayuda a reducir el impacto medioambiental en el transporte y en el uso de materiales.

## Consumo energético de las farolas led y producción de energía placas solares.

Placa solar Sunlink 50w monocristalina, panel flexible para colocar en superficies con curvaturas.

Características:

- Potencia (en Wattios): 50W
- Voltaje en circuito abierto (Voc): 21,60V
- Voltaje en el punto de máxima potencia (Wmp): 18V
- Corriente de cortocircuito (Isc): 3,11A
- Corriente nominal (Imp): 2,77A
- Sistema de voltaje máximo: 1000VDC
- Rendimiento: 14,87%
- Tolerancia: +/-3°C
- Tipo de célula: Monocristalina
- Dimensiones: 545 x 535 x 0,9 mm
- Peso: 1,8 Kg

Con un panel solar fotovoltaico de 50W esta sería la tabla de producción anual del panel.

Los datos están calculados para la localización de Málaga, con una inclinación del panel de 33° sur, para así optimizar su rendimiento.

### Performance of Grid-connected PV

NOTE: before using these calculations for anything serious, you should read [this](#)

#### PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 36°43'16" North, 4°25'16" West, Elevation: 18 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 0.1 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 11.7% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.6%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 26.0%

Fixed system: inclination=33°, orientation=0°				
Month	$E_d$	$E_m$	$H_d$	$H_m$
Jan	0.17	5.41	4.50	139
Feb	0.20	5.52	5.14	144
Mar	0.22	6.90	5.95	185
Apr	0.23	7.05	6.36	191
May	0.24	7.54	6.66	206
Jun	0.26	7.73	7.18	216
Jul	0.26	8.10	7.34	228
Aug	0.26	7.94	7.22	224
Sep	0.23	7.06	6.51	195
Oct	0.21	6.39	5.58	173
Nov	0.18	5.35	4.67	140
Dec	0.16	5.06	4.21	130
<b>Yearly average</b>	<b>0.219</b>	<b>6.67</b>	<b>5.95</b>	<b>181</b>
<b>Total for year</b>		<b>80.1</b>		<b>2170</b>

$E_d$ : Average daily electricity production from the given system (kWh)

$E_m$ : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

$H_d$ : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m<sup>2</sup>)

$H_m$ : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m<sup>2</sup>)

Si analizamos los resultados comprobamos que obtenemos un ahorro de 80.000W anuales.

## **6- Tipos de ensayos.**

### **Ensayos de luminarias de alumbrado público.**

Las luminarias de alumbrado público, al igual que el mobiliario urbano, los semáforos, los paneles informativos de tráfico, etc., forman parte de un tipo de equipamiento destinado a ser expuesto a las inclemencias meteorológicas durante toda su vida esperada de servicio.

La corrosión salina y urbana, la estanqueidad al polvo y a la lluvia, la degradación solar, los impactos accidentales, el frío, el calor y la humedad, etc., son factores ambientales que han de ser evaluados.

Este tipo de evaluaciones se realiza con las cámaras de ensayos de laboratorio, las cuales permiten reproducir fielmente a escala de laboratorio, las diversas climatologías que pueden sufrir las luminarias expuestas a la intemperie, no solo con el fin de extrapolar los valores a la vida esperada de uso, sino también con el fin de investigar nuevos productos más eficaces y duraderos.

## **7- Resumen.**

Como hemos podido comprobar, al aplicar estas dos nuevas tecnologías a las luminarias públicas se consiguen grandes mejoras, tanto en eficiencia, objetivo de este proyecto, como en otros aspectos que no eran objeto específico pero que igualmente añaden valor al producto, como el aporte ecológico de eliminar las baterías entre otros.

Podemos concluir diciendo que este producto supone una importante mejora a las luminarias actualmente utilizadas en la vía pública.

## 8- Bibliografía.

<http://www.energias-renovables.com/articulo/el-mercado-de-iluminacion-led-crecera-en>

<http://www.ambientum.com/revista/2013/noviembre/industria-tecnologia-LED-mercado-global-competitivo.asp>

<http://www.energynews.es/el-mercado-del-alumbrado-publico-la-gran-tarta-de-la-iluminacion/>

<http://www.luisllamas.es/2013/04/verdades-y-mentiras-sobre-la-vida-util-de-los-led>

<http://www.boe.es/boe/dias/2008/11/19/pdfs/A45988-46057.pdf>

[http://www.damiasolar.com/productos/placas\\_solares/placa-solar-flexible-ecosolar-50w-monocristalina\\_da0097\\_14](http://www.damiasolar.com/productos/placas_solares/placa-solar-flexible-ecosolar-50w-monocristalina_da0097_14)