



Foro Regional
Eficiencia y Nuevas Tecnologías en los Sistemas
Eléctricos para la Región Ica

Avances Tecnológicos en el
Alumbrado Público

Julio 2013



El Alumbrado de vías públicas



1: Alumbrado de avenidas
3: Via con alumbrado

2: Mantenimiento
4: Via sin alumbrado



El Alumbrado Público

Consideraciones sociales

- Aprovechamiento de la infraestructura de las ciudades.
- Mayor actividad nocturna (comercial y turística).
- Mayor movilidad, más tránsito.
- Urbanización creciente.
- Interés por la seguridad contra accidentes y contra el delito.
- Preocupación por el ambiente.
- Limitación de recursos energéticos.



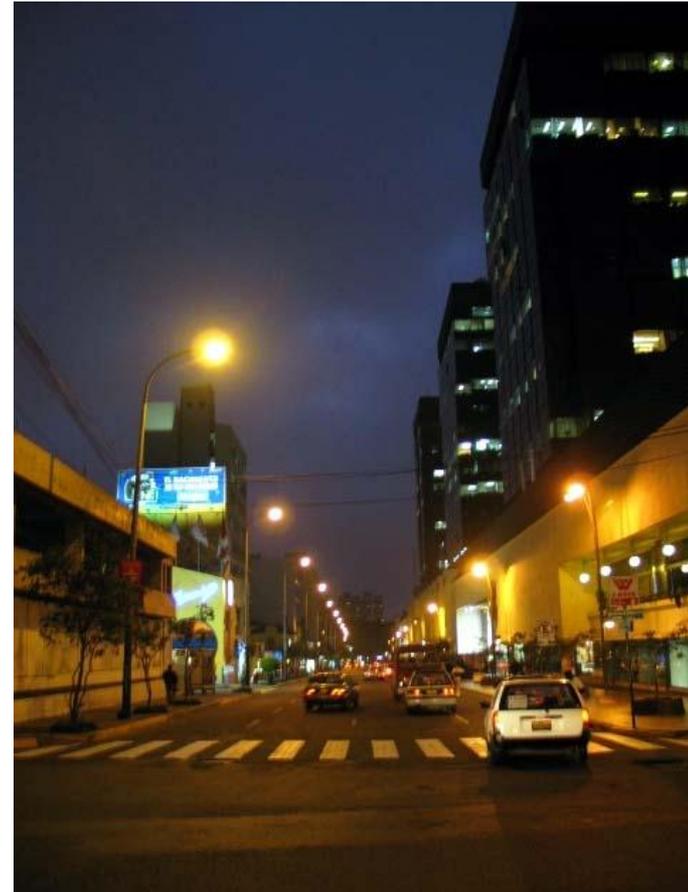


Alumbrado Público en el Perú

Es la iluminación de vías, parques y plazas públicas que garantiza la seguridad del tránsito peatonal y vehicular y por ende contribuye a mejorar la calidad de vida de la población.

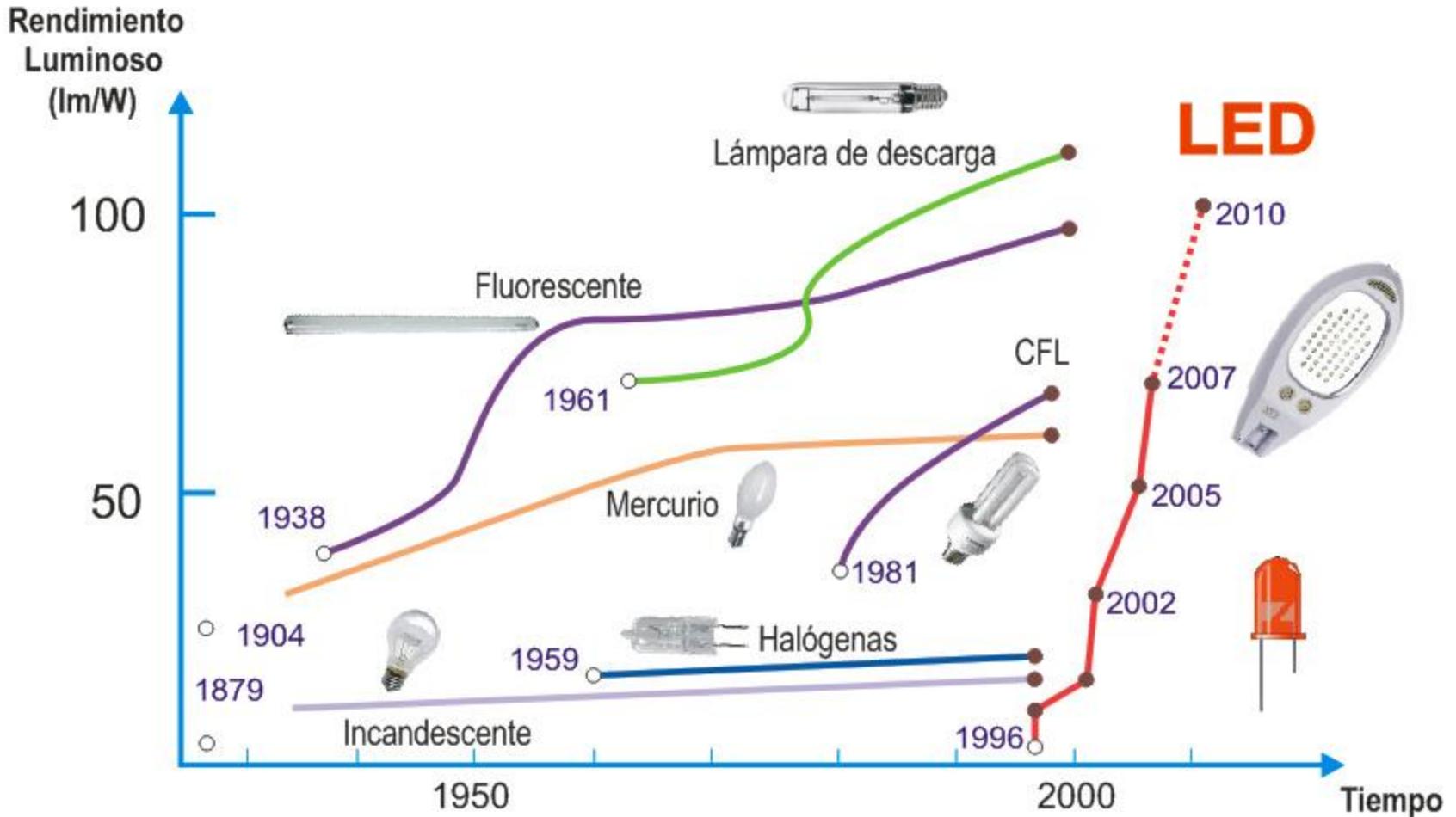
La prestación del servicio de Alumbrado Público es de responsabilidad de los concesionarios de distribución en lo que se refiere al alumbrado general de avenidas, calles y plazas. (Artículo 94° de la Ley de Concesiones Eléctricas)

El servicio lo pagan todos los usuarios 8monto calculado de acuerdo al art. 184° del Reglamento de la Ley)





EVOLUCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE ALUMBRADO





Tecnología LEDs





Agenda

1. Introducción
2. Tecnología LED
3. Conociendo al LED
4. Alumbrado con Tecnología LED
5. Aplicaciones
6. Aplicaciones en el Perú
7. Ventajas y desventajas de la Tecnología LED
8. Conclusiones



INTRODUCCIÓN

- El impacto más relevante del alumbrado público con tecnología LED radica en su eficacia luminosa. Emite luz de calidad, con menor energía, así como también sus lámparas tienen una mayor durabilidad que los artefactos convencionales, pueden estar entre 50 000 a 100 000 horas.
- Si bien su costo de inversión es más alto que los artefactos convencionales, sin embargo, los costos de operación y mantenimiento son mucho más bajos, así como también sus componentes no tienen materiales contaminantes, como por ejemplo mercurio, como es el caso de los artefactos convencionales con lámparas de descarga.
- En ese contexto el Alumbrado Público con Tecnología LED posiblemente sea el cambio más relevante que ha experimentado el sector de la iluminación desde que se inventó la luz eléctrica.



Tecnología LED

Fuente de luz

La ELECTROLUMINISCENCIA es la conversión directa de la energía eléctrica en luz (LED se basa en este fenómeno), sin necesidad de un paso intermedio como en la descarga de un gas (FOTOLUMINISCENCIA) o como el calentamiento de un material (INCANDESCENCIA).

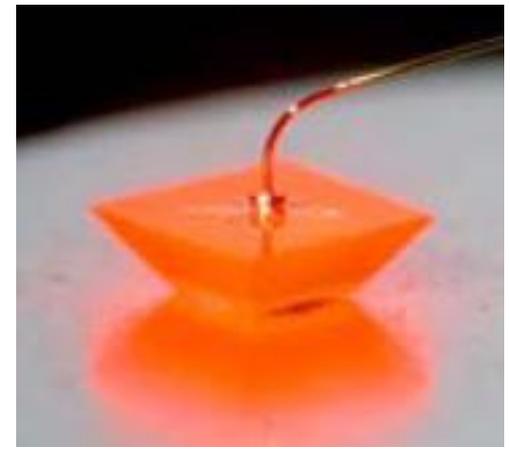
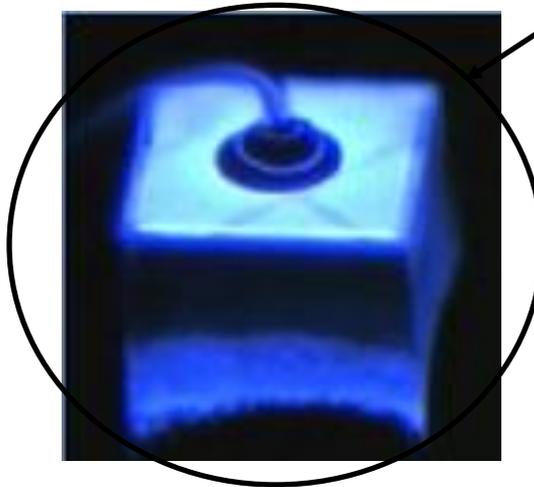
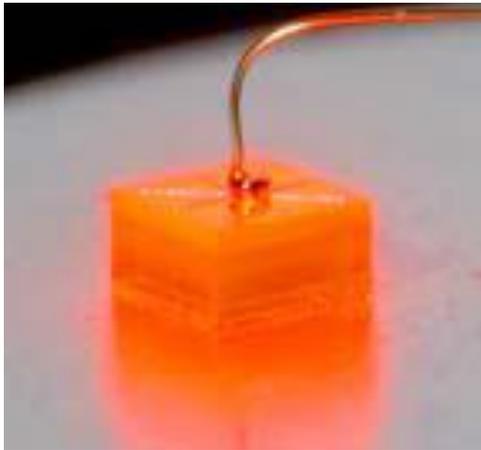
Componentes básicos

- **Óptica:** El sistema óptico con lente de la luz generada, tiene un control estricto de la dispersión. La empresa CREE, que es una de las pioneras en dicha tecnología ha logrado que la óptica abra hasta 125°.
- **Driver:** El LED, al no poder conectarse directamente a tensión de red, requiere de un sistema de fuente de alimentación, denominado **Driver**. Para aplicaciones optoelectrónicas se utiliza el semiconductor InGaP (que emite luz ámbar y roja) o InGaN (que emite cercana al UV, luz verde y azul). Por este motivo el material, semiconductor empleado en la fabricación del chip es el responsable del color de la luz que emitirá.
- **Disipador de calor:** La principal causa de la depreciación del flujo luminoso es el calor producido en el interfaz de unión del LED, por el proceso de generación de la luz. Al no emitir radiación infrarroja (IR), el calor producido en el proceso de generación de la luz debe ser disipado por conducción o convección .



LED: Solid State Lighting

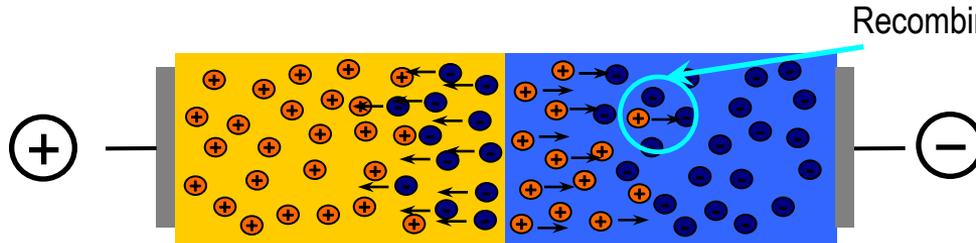
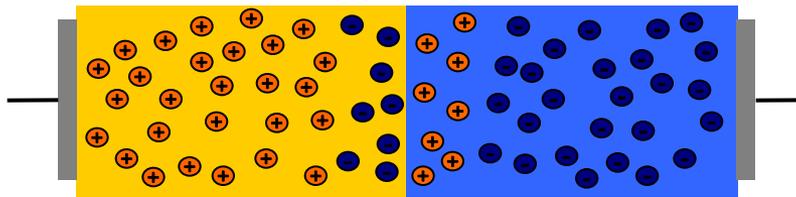
Electroluminescencia



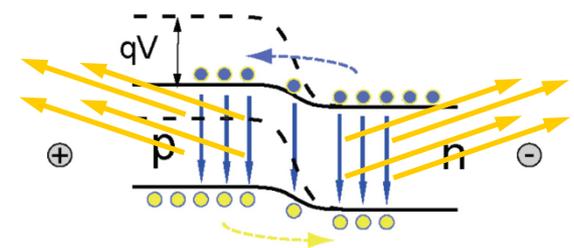
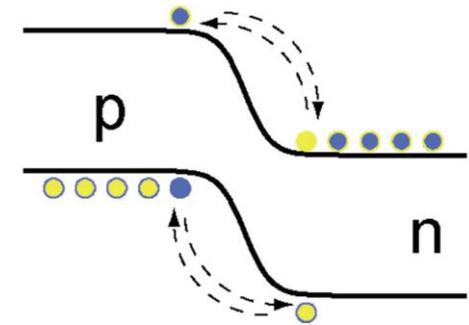
La luz esta emitida por un cuerpo sólido
No gas
Ni por un filamento brillante



LED – Principio de emisión de luz



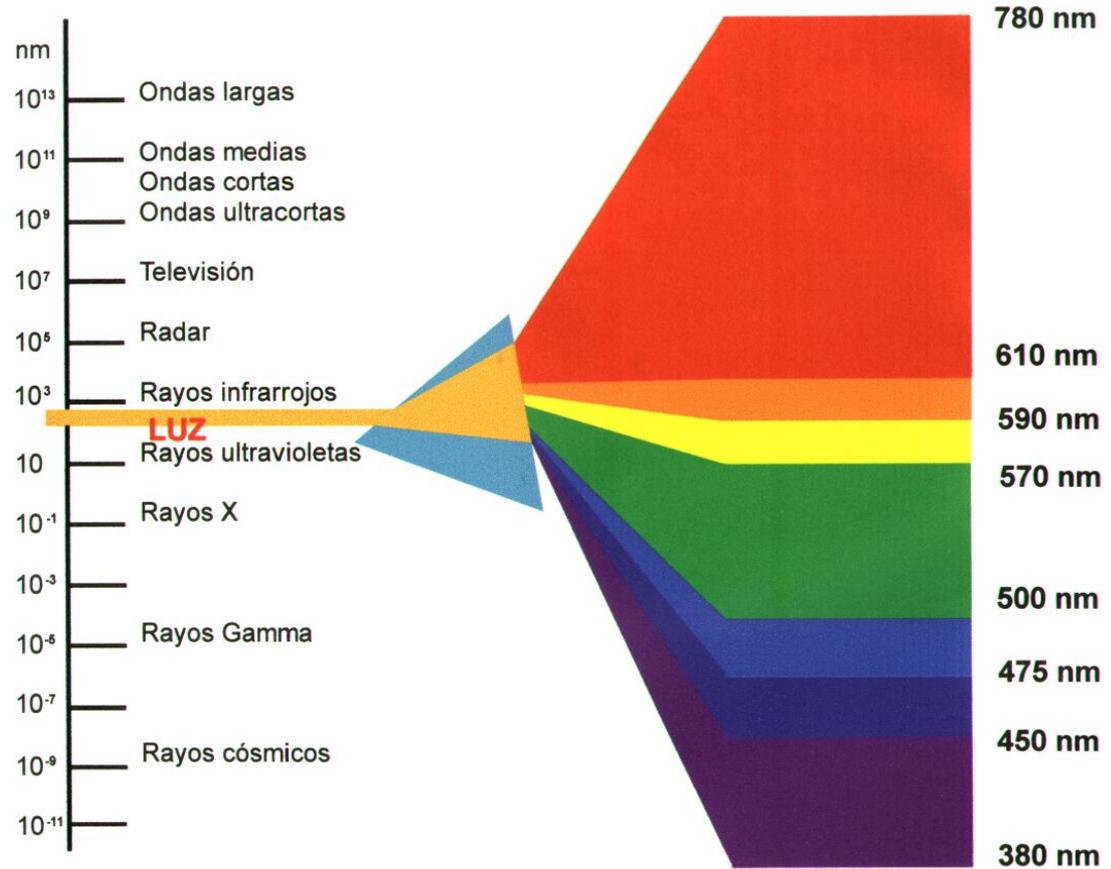
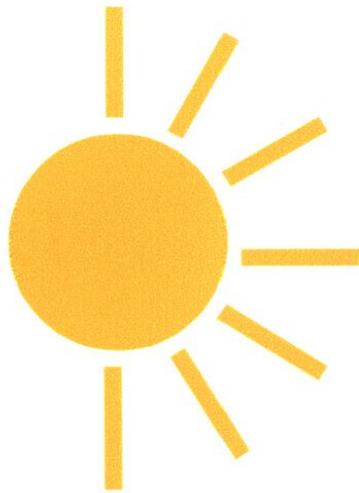
LED = semi-conductor



LED = Light Emitting Diode

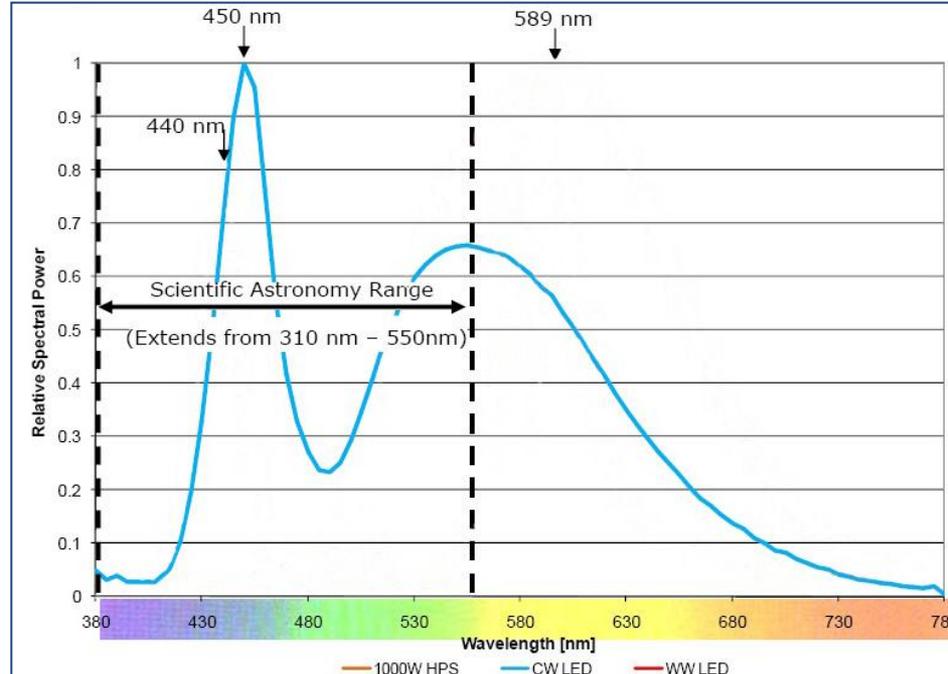
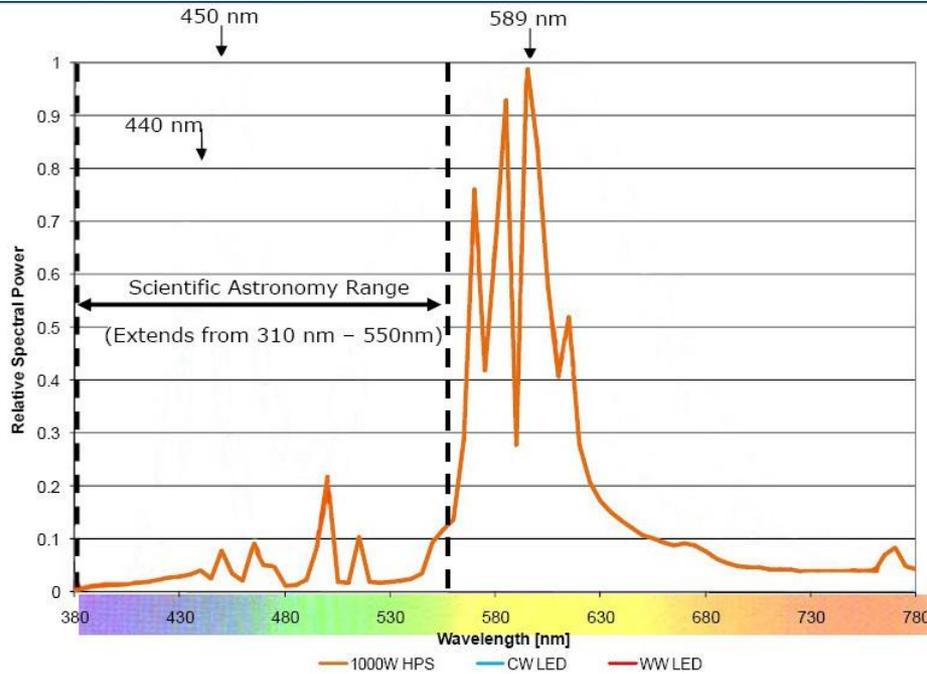


Luz visible





COMPARACIÓN DE ESPECTRO LUMINOSO DE FUENTE CONVENCIONAL (SODIO) Y LED

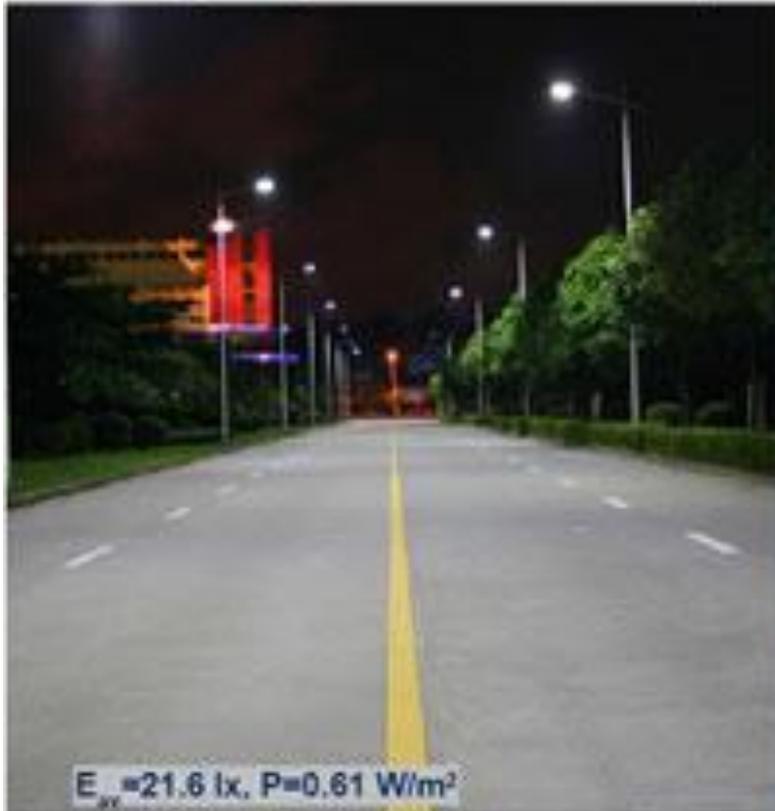


- Espectro de distribución luminosa de una fuente generado por un artefacto con lámpara de vapor de sodio.
- El pico de este espectro (589nm) se da en una zona que de noche no facilita la percepción del ojo humano.
 - La zona de mejor visibilidad nocturna se da en el rango de 310nm a 550nm.

- Espectro de distribución luminosa de una fuente generado por un artefacto con Tecnología LED.
- El pico de este espectro (450nm) se da en una zona que es visible por el ojo humano (percibe mejor los colores).
- La zona de mejor visibilidad nocturna se da en el rango de 310nm a 550nm.



Street lighting with 108W LED lamp



Street lighting with 250W HPS lamp

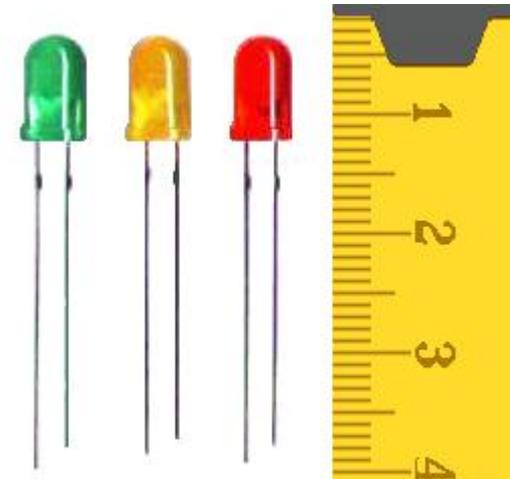




Compuestos empleados en la construcción de LED.

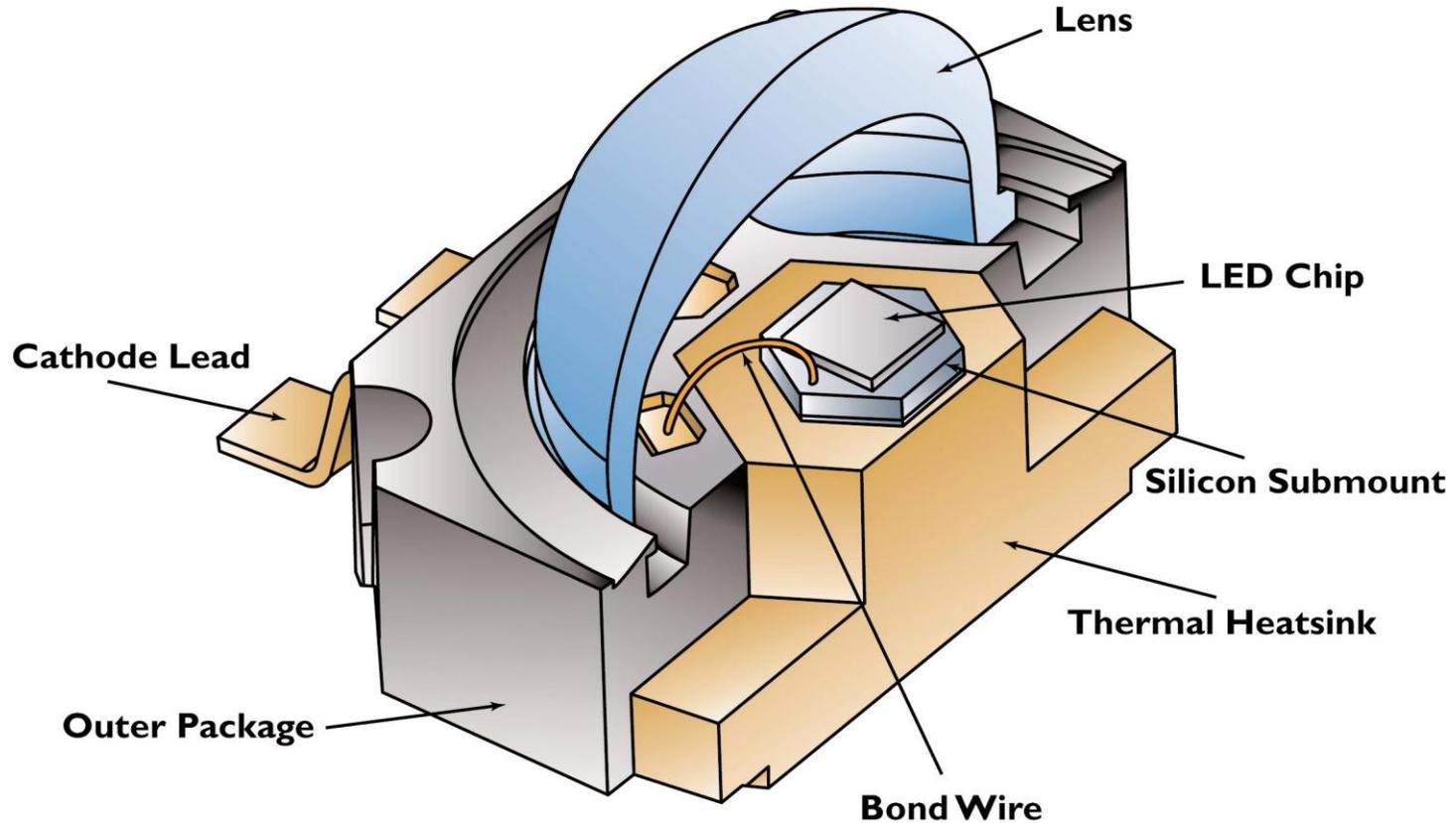
Compuesto	Color	Long. de onda
Arseniuro de galio (GaAs)	Infrarrojo	940 nm
Arseniuro de galio y aluminio (AlGaAs)	Rojo e infrarrojo	890 nm
Arseniuro fosfuro de galio (GaAsP)	Rojo, naranja y amarillo	630 nm
Fosfuro de galio (GaP)	Verde	555 nm
Nitruro de galio (GaN)	Verde	525 nm
Seleniuro de zinc (ZnSe)	Azul	
Nitruro de galio e indio (InGaN)	Azul	450 nm
Carburo de silicio (SiC)	Azul	480 nm
Diamante (C)	Ultravioleta	
Silicio (Si)	En desarrollo	

LED – Emisión de luz de color





Construcción de un LED

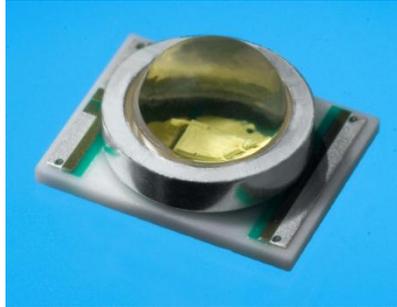




Tipos de LED



5 mm LED



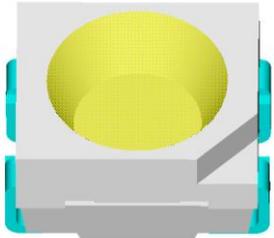
Cree XR-E



Osram
Golden Dragon



Cree MC-E



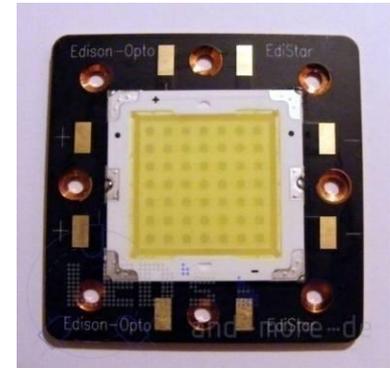
High Brightness
SMD LED



Luxeon Rebel



Avago RGB



Edison Edipower
50 W

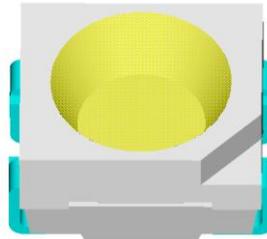


Tipos de LED



5 mm LED

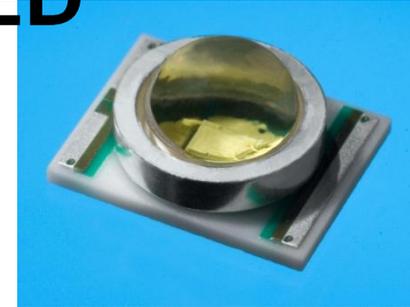
max. 0.1 W
< 5 lm



High Brightness,
Medium power

SMD LED

max. 0.5 W
< 20 lm



High power LED

min. 1 W
> 40 lm



Eficacia luminosa de fuentes de luz H)

Tipo de lámpara	Potencia (W)	Flujo luminoso (lumen)	Eficacia luminosa (lm/W)
Bicicleta	3	30	10
Incandescencia	75	900	12
Fluorescente	65	5000	77
HP Led, blanco neutro	1.2	108	90
V.S.A.P.	100	10000	100
V.S.B.P.	180	32000	178
Vapor de Mercurio	1000	58000	58
Halogenuros metálicos	2000	190000	95

8.3 HP leds

46.29 HP leds

92.59 HP leds

296.29 HP leds

175.92 HP leds



Lámparas tradicionales vs LEDs (lm/w)

Lúmenes y Eficiencia (lm/w) de Lámparas de descarga según potencia

	50w		70w		150w		250w		400w		1000w	
	lm	lm/w	lm	lm/w	lm	lm/w	lm	lm/w	lm	lm/w	lm	lm/w
SAP - T	4,400	88.00	6,600	94.29	17,500	116.67	33,200	132.80	56,500	141.25	130,000	130.00

Para reemplazarlas por

Energía consumida	41 leds	61 leds	162 leds	307 leds	523 leds	1,204 leds
	49 w	73.2 w	194 w	369 w	628 w	1,444 w

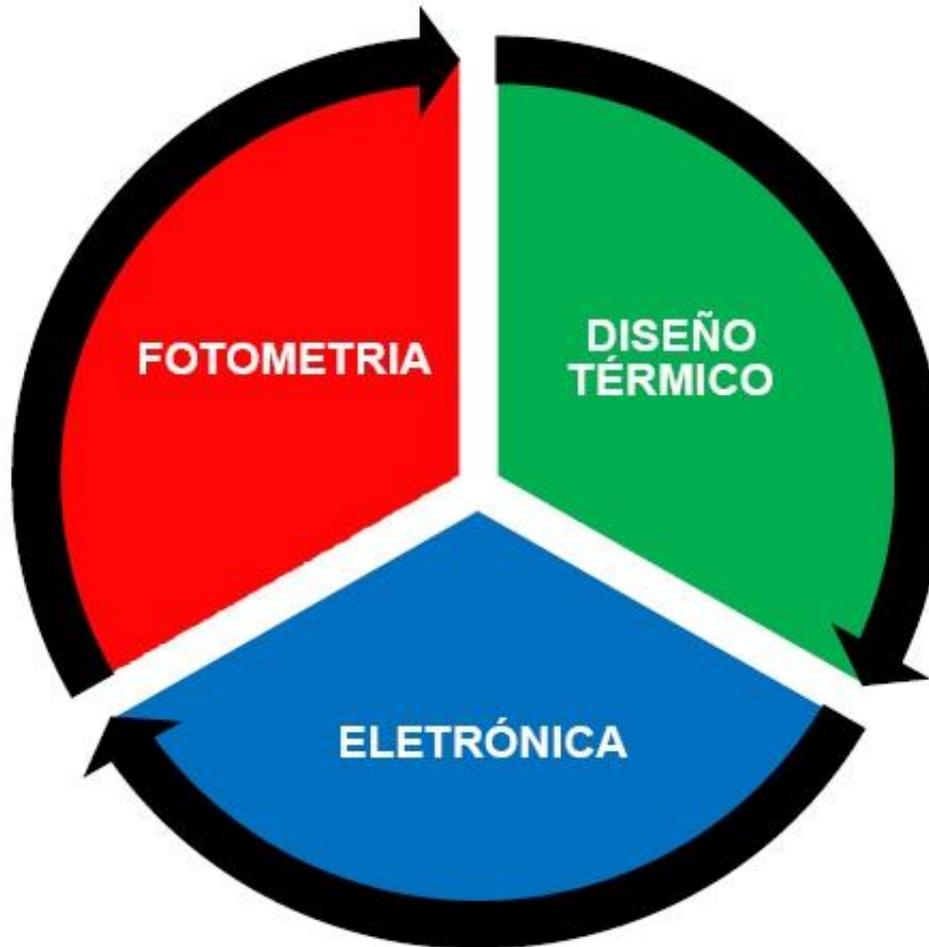
	50w		70w		150w		250w		400w		1000w	
	lm	lm/w	lm	lm/w	lm	lm/w	lm	lm/w	lm	lm/w	lm	lm/w
HM-T	nd	nd	7,000	100.00	15,500	103.33	20,000	80.00	35,000	87.50	85,000	85.00

Para reemplazarlas por HP Leds de 1.2w, 90 lm/w

Energía consumida		65 leds	144 leds	185 leds	324 leds	787 leds
		78 w	173 w	222 w	389 w	945 w



Alumbrado con Tecnología LED



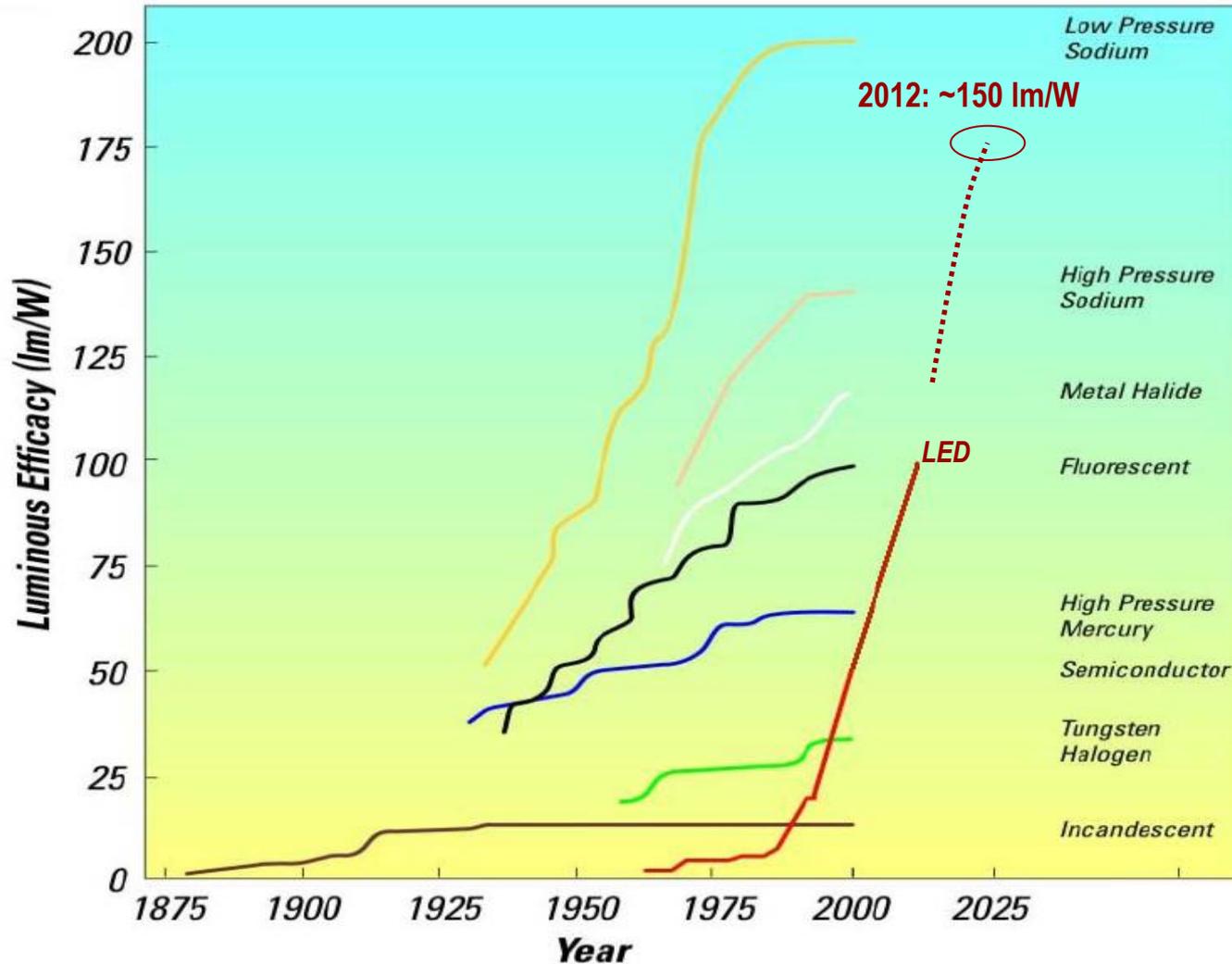


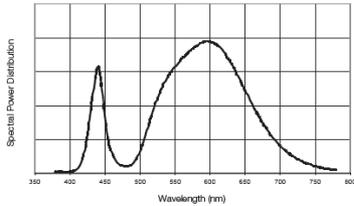
LEDs FOTOMETRIA

- Flujo (lm)
- Poder de flujo → Eficacia luminosa (lm/W)
- Color
 - Temperatura de color
 - Índice de reproducción cromática (CRI)
- Distribución fotométrica (Lentes o Colimadores)

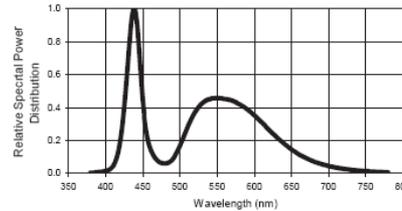


LED la eficacia luminosa comparada con otras fuentes





Warm White



Cool White



Blanco cálido o frío?

Warm White:

- thicker phosphorous layer
- different phosphorous composition
- IRC superior a 90%



Reducción de la eficacia luminosa (~ -20 %)



Como aumentar el flujo????

Aumentar la corriente

CREE XR-E:

350 mA → **700 mA**

95 lm ↓ 155 lm
79 lm/W ↘ 65 lm/W

+

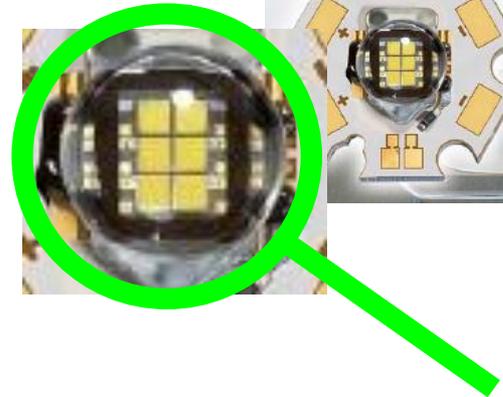
Temperatura aumentada



Reducción de la vida y eficacia

Aumentar el No. de LED x chip

Aumento de costo/lumen





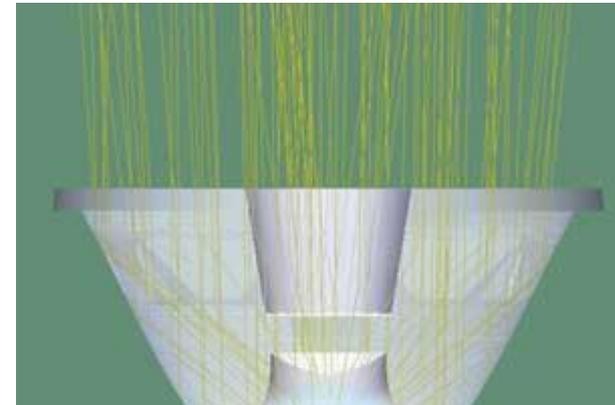
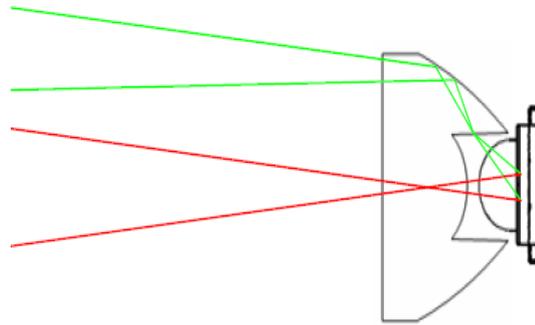
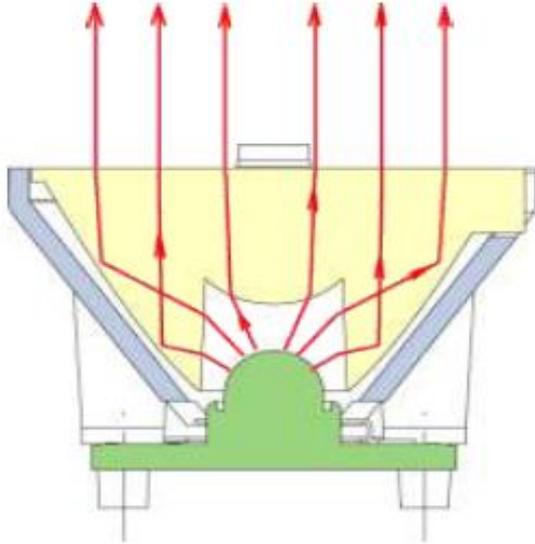
MANEJANDO EL FLUJO - LENTES

Principio :

“Elemento que permite la variación fotométrica”

“Reflexión interna total”

**Aprovechando
TOTALMENTE LA LUZ**



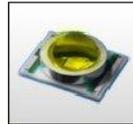
Reflectores también posible

Posibilidad de realizar un
haz intensivo



CREE XP-E LEDs

New!



CREE XR-E LEDs



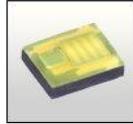
CREE MC-E LEDs



LUXEON K2 LEDs



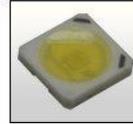
LUXEON I / III LEDs



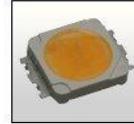
LUXEON PWT LED



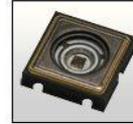
LUXEON REBEL LED



NICHIA 036 LEDs



NICHIA 083 LEDs



NICHIA NCCU033



NICHIA 107 LEDs



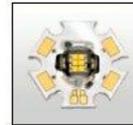
GOLDEN DRAGON



PLATINUM DRAGON



IR DRAGON



OSTAR LIGHTING



OSTAR PROJECTION



COMING SOON

IR OSTAR



DIAMOND DRAGON



GOLDEN DRAGON+



LEDENGIN 5W LEDs



LEDENGIN 10w LEDs



SEOUL P3 LEDs



SEOUL P4 LEDs



SEOUL P5 LEDs



Acriche AX3221 LEDs



SEOUL P7 LEDs

26 types de LEDs

Ej. LEDIL
26 tipos de LEDs
6 tipos de haz



Un catalogo de
más de **150** tipos
de lentes !



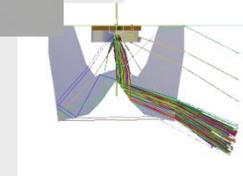
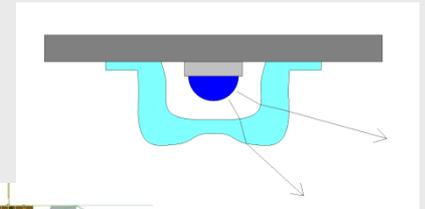
2 SISTEMAS PRINCIPALES

"Proyectores"



Sistema plano +

Lentes Alumbrado publico

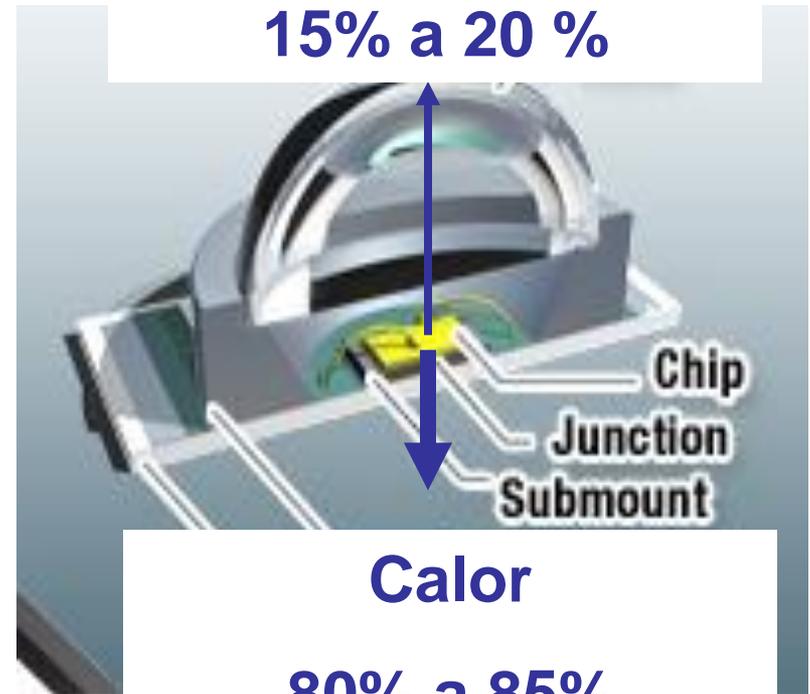




Tecnología LED

Luz

15% a 20 %



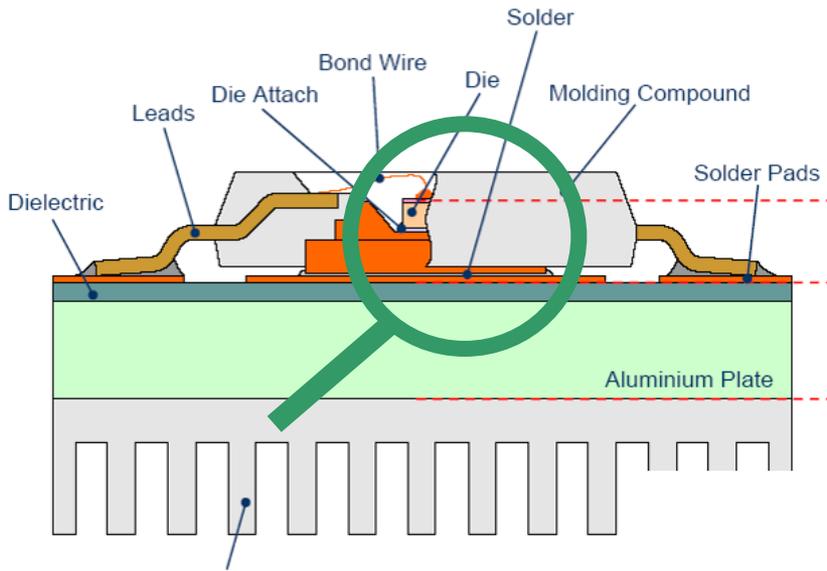
Calor

80% a 85%





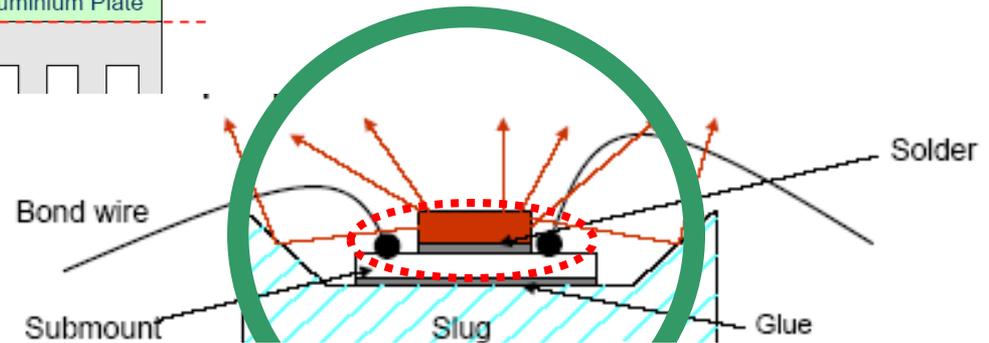
DISEÑO TÉRMICO



si „temperatura de junción”
demasiada alta



Deterioro el "chip"



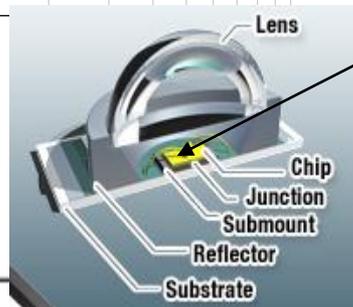
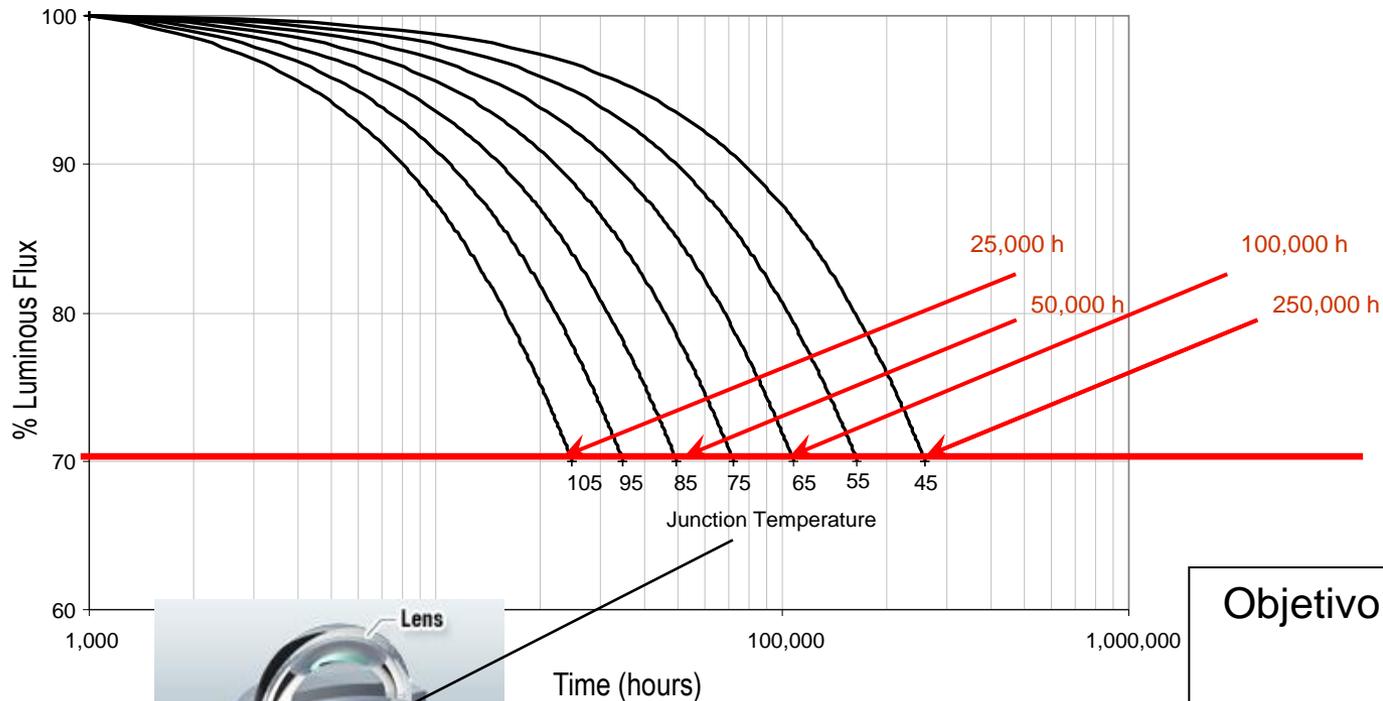
Diseño térmico es crucial !





DISEÑO TÉRMICO

Definición : Tiempo = 70 % flujo inicial



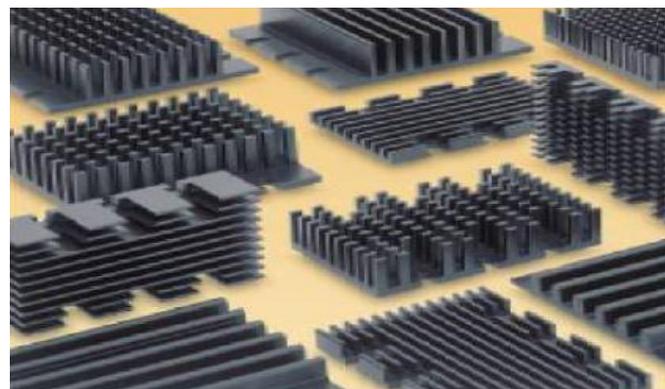
Objetivo = 50.000 horas



± 13.7 años (10 h/día)



!No se puede tener una luminaria LED sin disipador!



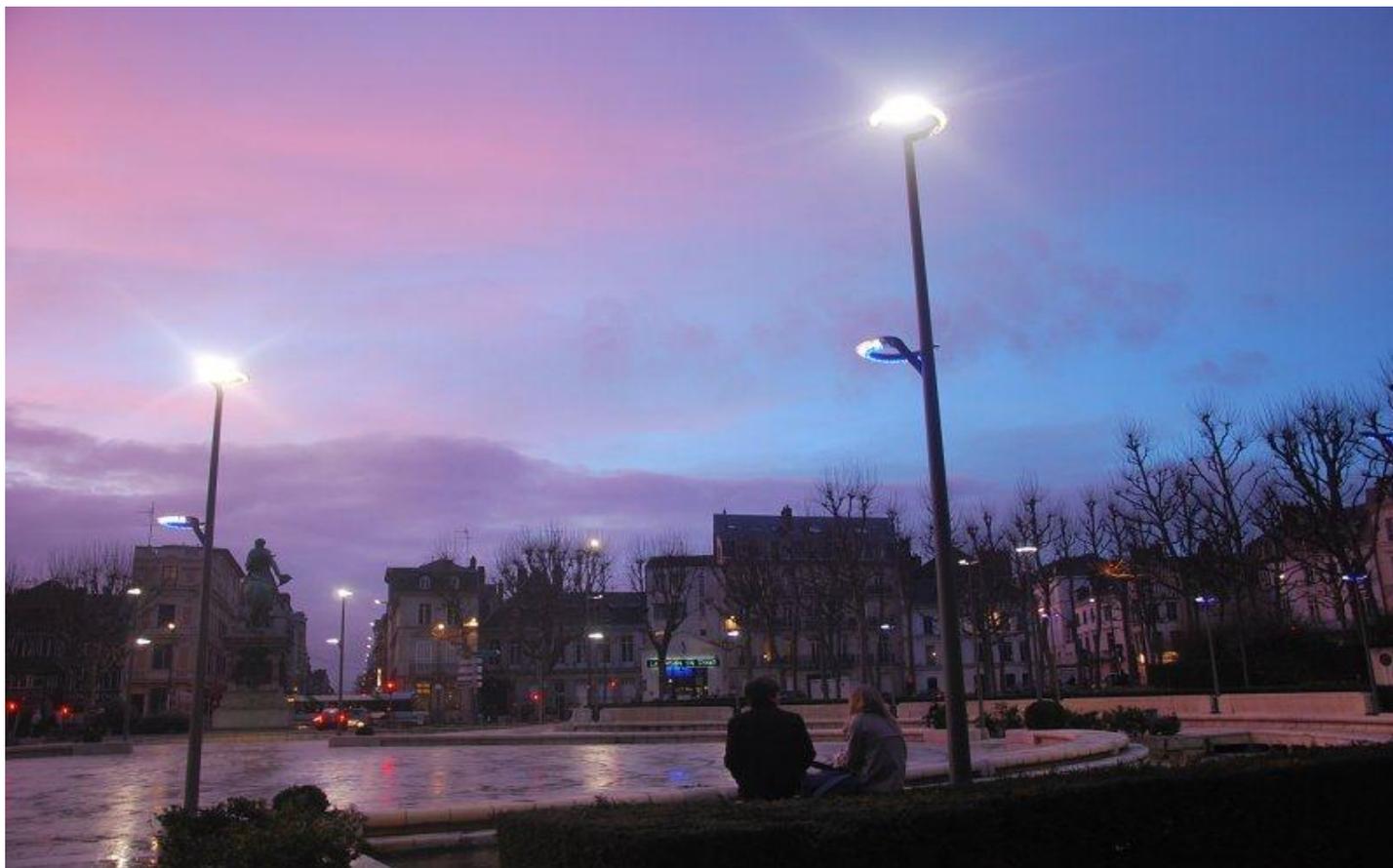


Recalentamiento Impactos

- Modificación del color
- Disminución de la vida útil
- Disminución de la eficacia



INSTALACIONES REALIZADAS





INSTALACIONES REALIZADAS





INSTALACIONES REALIZADAS





INSTALACIONES REALIZADAS



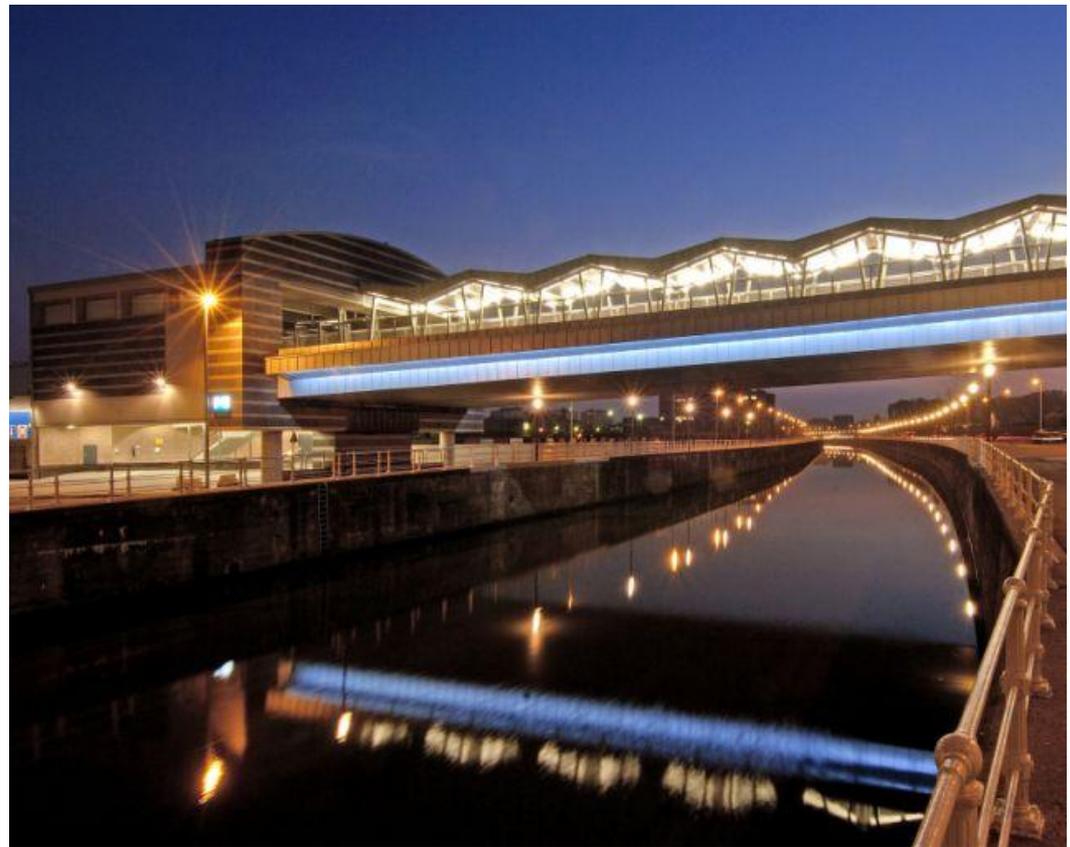


INSTALACIONES REALIZADAS





INSTALACIONES REALIZADAS







INSTALACIONES REALIZADAS





INSTALACIONES REALIZADAS





INSTALACIONES REALIZADAS





INSTALACIONES REALIZADAS





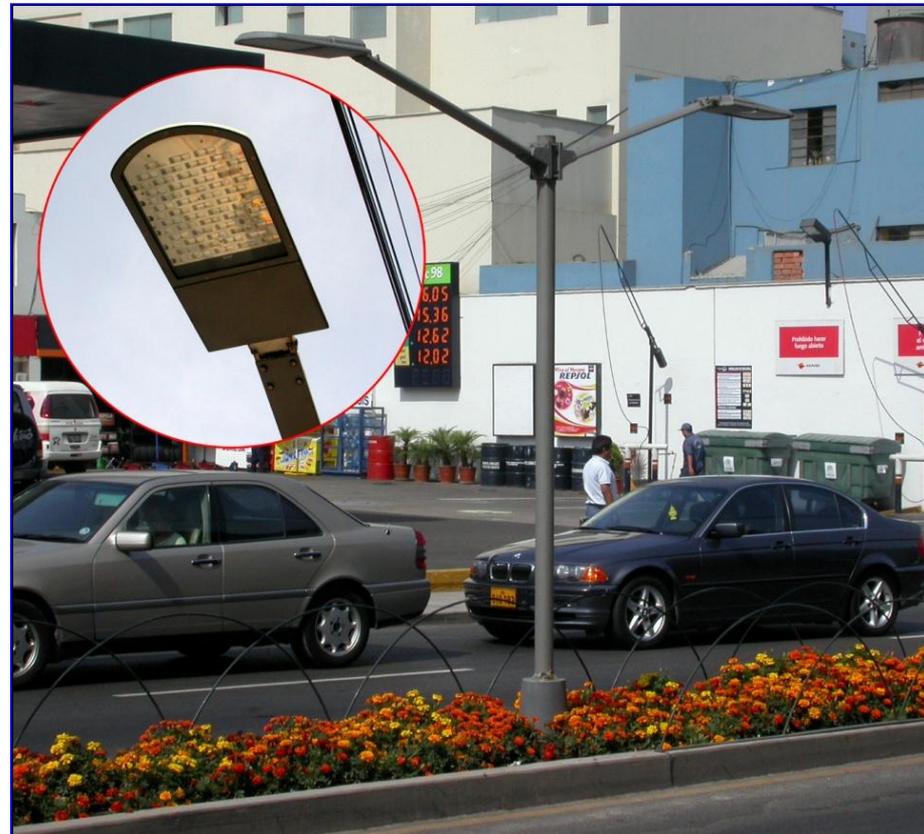
APLICACIONES EN EL PERÚ

- Las aplicaciones se han dado en forma limitada en el sector privado como son la Municipalidad de San Isidro para reforzar el alumbrado peatonal de toda la Av. Jorge Basadre, y un tramo de la Av. General Pezet, donde se dio más énfasis para iluminar los jardines de la berma central.
- En lo que respecta a concesionarias, solo se tiene conocimiento de las empresas EDELNOR e Hidrandina que tienen instalado artefactos de alumbrado público con tecnología LED a modo piloto. EDELNOR (22) en la Plaza de La Bandera del distrito de Pueblo Libre e Hidrandina (6) en la Av. España de la ciudad de Trujillo.
- Es importante hacer notar que en nuestro país, la energía por el servicio de alumbrado si bien lo administran las empresas concesionarias, dichos costos son trasladados a los usuarios. Si la principal ventaja de la aplicación de la tecnología LED son los costos-beneficios que generarían la reducción de la energía por reemplazar los artefactos existentes, los únicos beneficiarios serían los usuarios. En ese contexto, sin incentivos, las empresas concesionarias no harán ninguna inversión.
- En otros países el servicio de alumbrado público es asumido íntegramente (costos de inversión, operación y mantenimiento) por los ayuntamientos (municipalidades). En ese contexto, dichas entidades si tienen incentivos para invertir, a fin de reducir costos de operación y mantenimiento, por ejemplo, con artefactos con nueva tecnología.



Fotografía N°1

Unidad de alumbrado público con tecnología LED instalado en la vereda de la Av. Jorge Basadre del distrito de San Isidro. Propietario municipalidad de San Isidro.



Fotografía N°2

Unidad de alumbrado público con dos (2) artefactos con tecnología LED instalado en la berma central de la Av. General Pezet en el tramo comprendido entre la Av. Coronel Portillo y Av. Salaverry.



Fotografía N°3

Unidad de alumbrado público con dos (2) artefactos con tecnología LED instalado en el Parque de la Bandera del distrito de Pueblo Libre. Propietario Empresa EDELNOR.



Fotografía N°4

Seis (6) unidades de alumbrado público con artefactos con tecnología LED instalados en la Av. España, cuadras 1 y 27, altura intersección con Jr. Pizarro, de la ciudad de Trujillo, que forma parte del Proyecto Piloto de Ahorro de Energía, implementado por la empresa Hidrandina.

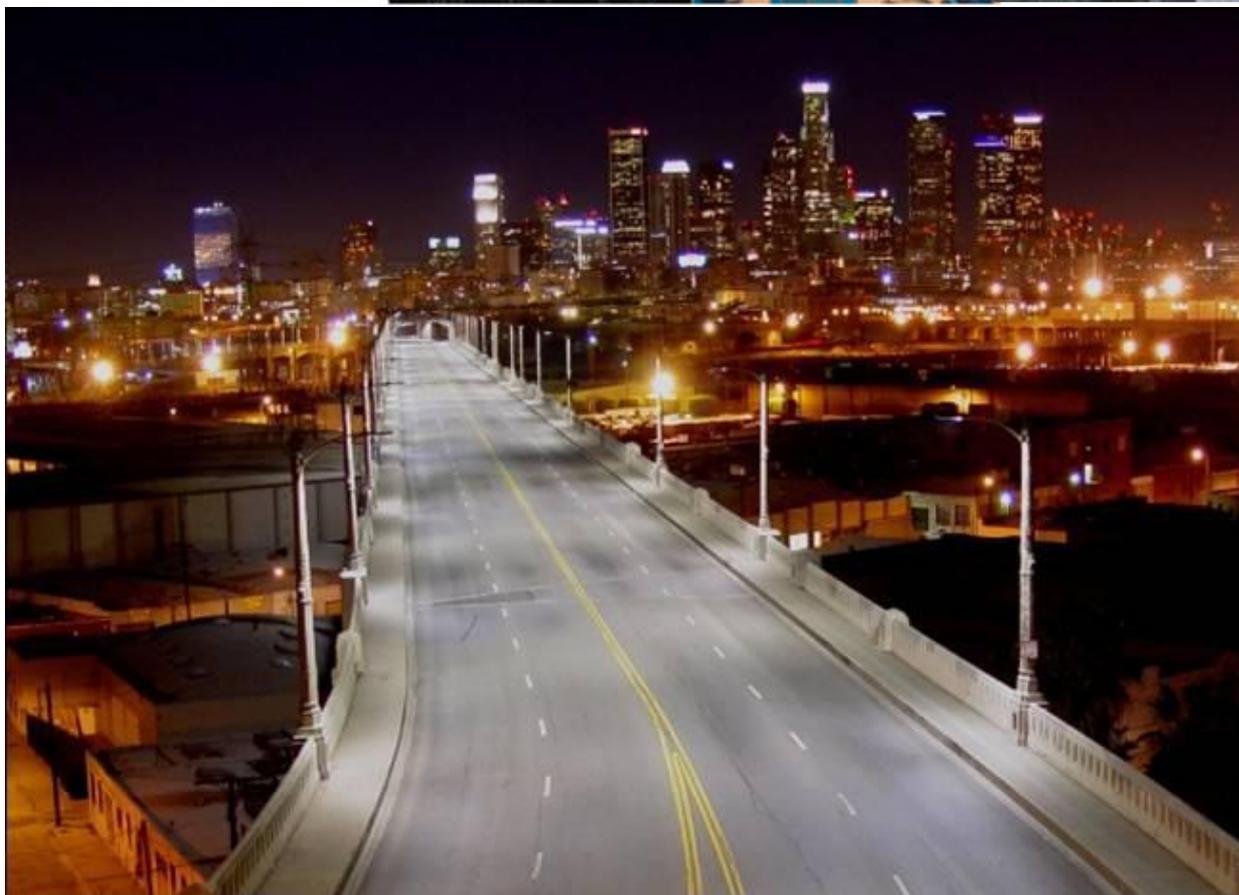


APLICACIONES EN OTROS PAISES

Las aplicaciones y/o proyectos más notorios se han dado en Estados Unidos y Europa, en el marco de la eficiencia energética, así como también con la finalidad de reducir las emisiones contaminantes de CO₂.

Estados Unidos

- **La ciudad de Los Ángeles** cuenta con 209,000 PI, y tiene programado reemplazar en 5 años 140,000 PI que con los artefactos existentes consumen 168 Gigawatt/hora de energía eléctrica a un costo de \$ 15 millones de dólares por año, emitiendo 120,000 toneladas de CO₂; con la tecnología LED se va proporcionar un ahorro energético del 40%, reduciendo los costos de operación y mantenimiento en \$10 millones de dólares por año, así como también reducir las emisiones de CO₂ en 40,500 toneladas por año. Su proyecto, todavía en ejecución, es la más grande conversión lumínica del mundo. Tiene las siguientes características:
 - Año1 (2009), el piloto se efectuó en los meses de enero y febrero. La instalación definitiva empezó en julio y se debió instalar 20,000 PI.
 - Año 2 (2010) al Año 5 (2013), se debió instalar en cada periodo 30,000 PI, haciendo un total de 140,000 PI, al finalizar el año. Actualmente se han instalado 33,000 PI, hay un atraso de aproximadamente un año. Se ha reprogramado el proyecto y fijado terminar el 2011 con 50,000 PI y culminarlo el 2014.
 - Debido a la rápida evolución de los artefactos con Tecnología LED, el Departamento de Alumbrado de dicha ciudad, acordó con el fabricante que previo a la instalación de cada



La ciudad de Los Ángeles-Estado de California de los Estados Unidos cuenta con 209,000 puntos de iluminación (PI), y tiene programado reemplazar en 5 años 140,000 PI. La ejecución de la obra se inició el año 2009 y finaliza el año 2014. A la fecha tiene instalado 33 000 PI, esperan tener instalado 50 000 a fines de 2011.



APLICACIONES EN OTROS PAISES

- El municipio madrileño de [Collado Mediano](#), de unos 6.000 habitantes y situado en plena sierra de Guadarrama, se ha convertido en el primero de España en cambiar todo su alumbrado tradicional por artefactos con tecnología LED. Han reducido la factura en un 50%. El Ayuntamiento pagaba antes 175.000 euros al mes solo en alumbrado público y ahora esperan que no supere los 100.000. Esperan amortizar en pocos años los tres millones de euros que han invertido al sustituir **1.890** puntos de luz, ya que cada farola supone un coste de 500 euros. Las farolas están conectadas a un ordenador central, desde el que se puede, entre otras aplicaciones, **regular** el flujo luminoso o detectar si hay algún problema.
- En el mes de febrero de 2010, los servicios municipales de [Arganda del Rey](#) (Madrid) procedieron a instalar lámparas LED de alta potencia Deltotum® en diversas calles del casco urbano de la localidad, con resultado satisfactorio. El proyecto piloto, promovido por la Concejalía de Ordenación del Territorio y Servicios a la Ciudad.
- El ayuntamiento de Quijorna se ha propuesto optimizar al máximo las instalaciones de alumbrado público de este municipio madrileño. Para ello, y desde que se aprobó la iniciativa, ha contado con el asesoramiento de la empresa de SERVICIOS ENERGÉTICOS ENERGIUM. A finales de 2007 con el apoyo de la comunidad de Madrid (50%) y recursos propios llevó a cabo una Auditoría del Alumbrado Público. El resultado de todo ello fue la primera prueba piloto con tecnología LED. Dicho ayuntamiento cuenta con 28 centros de mandos (SED), 1025 puntos de iluminación (PI), potencia instalada (170KW), potencia contratada 197 KW y consumo anual de 680 KWh.



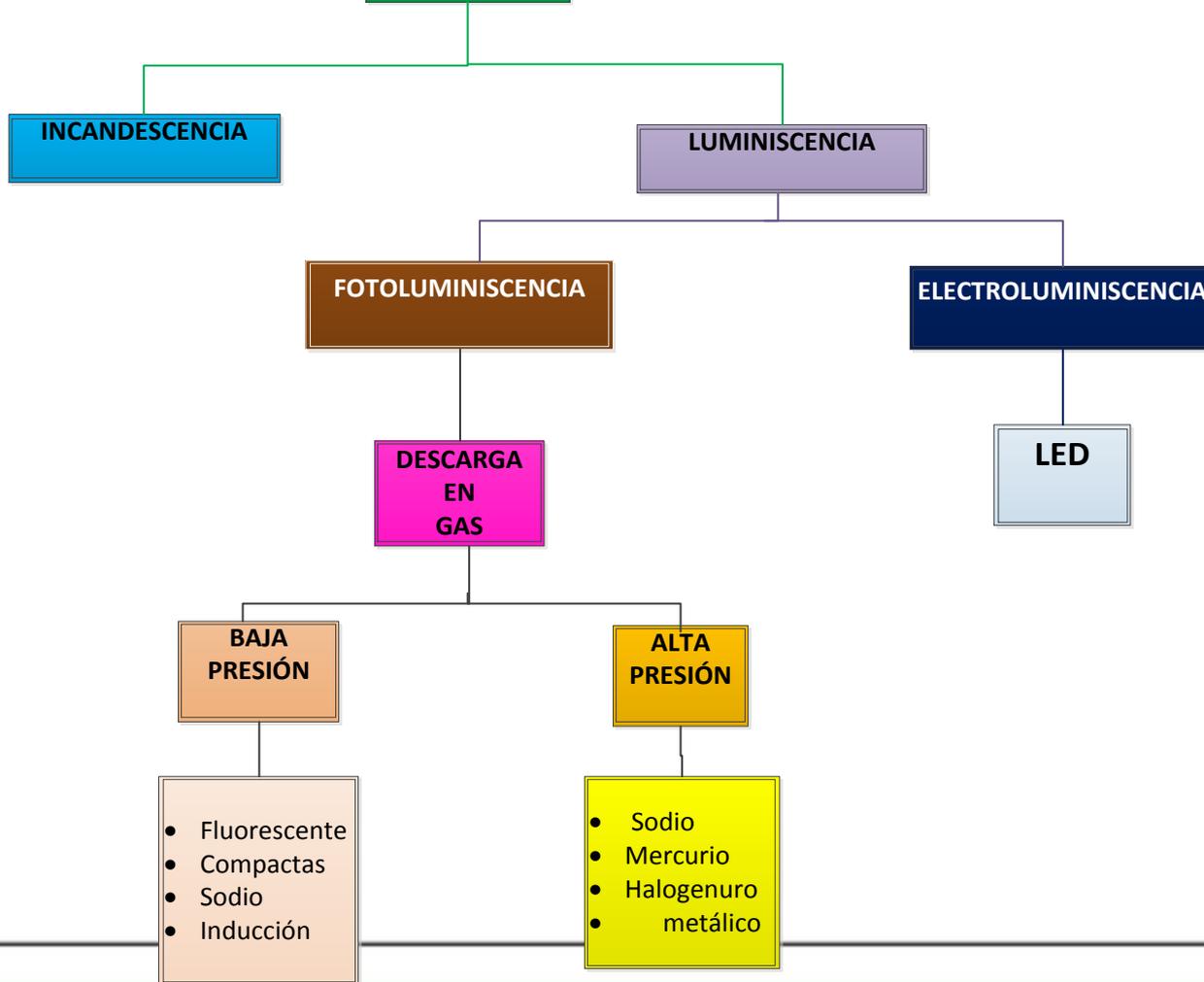
APLICACIONES EN OTROS PAISES

- La ciudad de Alcorcón ha puesto en marcha, en colaboración con el IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía), un nuevo modelo de explotación de las conservaciones de alumbrado público que mejora la eficiencia energética de las instalaciones. Según la concejala, la instalación se adecuará a las exigencias del Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior (REEIAE), para lo que se realizará una inversión de 3.586.488 euros, que se amortizarán con el ahorro de energía prevista”.
- La iluminación de vías públicas se encuentra reglamentada en España por el REAL DECRETO 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprobó el "Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07".
- A nivel Europeo se considera que el consumo de energía en todos los sistemas de iluminación es aproximadamente del 20% del consumo eléctrico total. Ello ha traído consigo que el Parlamento Europeo apruebe una serie de Directivas que ayuden a reducir el gasto energético en iluminación, a cuidar el medio ambiente y asegurar un desarrollo sostenible para estas instalaciones.
- http://www.immodoleds.com/Quienes-Somos_es_13.html



FUENTES LUMINOSAS ARTIFICIALES

Tecnologías de Alumbrado Público





Rapid Change is Coming to Lighting



**Philips Lighting 2009



Sistema autónomo aislado de la red

Consiste de un sistema Fotovoltaico de luminaria, independiente de la red eléctrica.

Este sistemas esta compuesto:

- Panel Fotovoltaico
- Controlador
- Batería
- Luminaria y poste.





Combinando Tecnologías

A las propiedades y beneficios de la tecnología SSL agregamos la utilización de energías alternativas:



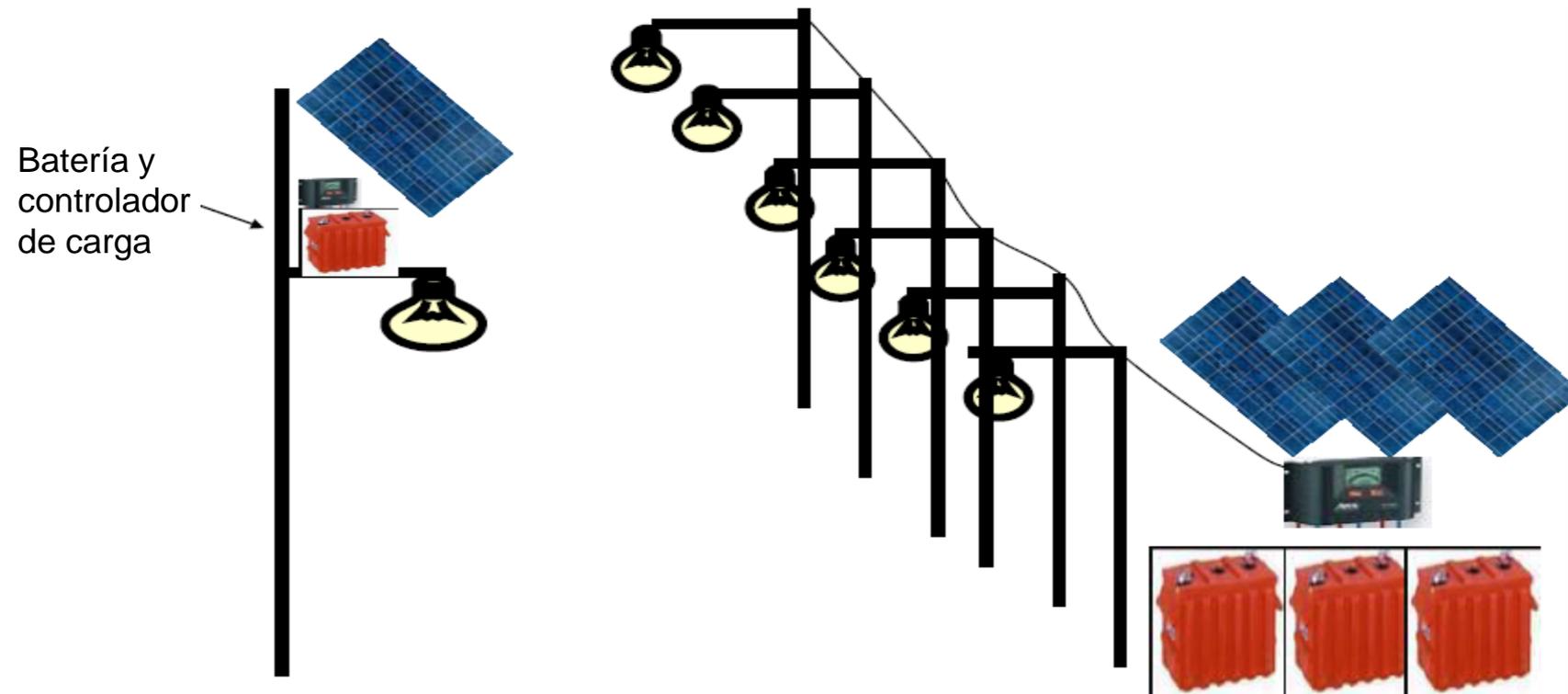
Solar+ eólica



Solar



Una unidad de AP o un conjunto





- En países donde el servicio de alumbrado público es asumido íntegramente (costos de inversión, operación y mantenimiento) por los ayuntamientos, tienen incentivos para invertir en nueva tecnología a fin de reducir costos. En nuestro país, tanto la norma así como la estructura tarifaria vigentes, no generan dicho incentivo.
- La tecnología LED permite implementar sistemas inteligentes por intermedio del cual se puede monitorear el estado y el control del flujo luminoso de manera puntual y/o remota, reduciendo aún más, los costos de operación y mantenimiento, de la entidad que la gestionan.
- El Protocolo de Kyoto obliga a los estados signatarios a implementar rigurosos programas de reducción de CO₂. Esto, a su vez, ejerce presión sobre los organismos municipales para efectuarlo mediante reducción de energía.
- El “Green Street Light Program” (Programa de alumbrado de calles verdes), que existe en los Estados Unidos, es un ejemplo de cómo las ciudades pueden reducir los costos de energía sin un impacto significativo en la lucha contra el cambio climático. La Fundación Clinton promueve dicho programa.
- La ciudad de Los Ángeles de Los Estados Unidos actualmente es la única ciudad del mundo que contando con 209,000 PI, tiene programado reemplazar en 5 años 140,000 PI con la finalidad de generar ahorros en los costos de operación y mantenimiento en el orden de los \$10 millones de dólares por año, así como también reducir las emisiones de CO₂ en 40,500 toneladas por año.



- La mayoría de las aplicaciones que se han dado, o están en cartera, tienen como marco de inicio el carácter piloto con la finalidad de efectuar mediciones de alumbrado previas a fin de corroborar sus bondades técnicas con otras tecnologías.
- Los software que promueven los fabricantes reconocidos mundialmente para calcular los parámetros lumínicos de una vía haciendo uso de sus artefactos de alumbrado con tecnología convencional, no aplica para la Tecnología LED.
- Hay que saber seleccionar cual es la realidad de lo que nos ofrecen, pero sobre todo que normativas cumple y que garantía tiene lo que se compra y además como se va a efectuar esa garantía cuando el producto falla.
- Actualmente todos los grandes fabricantes de sistemas de iluminación apuestan por esta tecnología que será la principal fuente de luz del futuro.



Muchas Gracias