



## GT-LUZ. Contaminación lumínica

# EL PLAN DE ADECUACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO DE BARCELONA PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO NOCTURNO

Josep María Berengueres i Palau  
Jefe del departamento de alumbrado y energía  
Ayuntamiento de Barcelona

---

# EL PLAN DE ADECUACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO DE BARCELONA PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO NOCTURNO

---

**Josep M<sup>a</sup> Berengueres i Palau**  
**Cap del Departament d'Enllumenat i Energia**  
**Ajuntament de Barcelona**

---

# La Ley y el Reglamento que la regula

- El Parlamento de Catalunya aprobó en fecha del 31 de Mayo del 2001 la Ley 6/2001 de ordenación ambiental del alumbrado para la protección del medio nocturno, y el 3 de Mayo del 2005 el Reglamento que la desarrolla mediante el Decreto 82/2005.
- Tanto la Ley com el Reglamento obligan a los ayuntamientos a la adecuación de los alumbrados públicos, tanto los de tipo viario como los de las actividades comercial, deportiva y recreativa. Tambien la iluminación suntuária de monumentos y entornos de valor estético y artístico.
- El Plan que se expone esta referido a las instalaciones de alumbrado viario

---

# Plazos

- Mapa de zonas de protección. A acordar con Generalitat de Catalunya antes 30 de noviembre de 2007.
- Presentación Plan Adecuación del alumbrado Antes de 31 de diciembre de 2007.
- Adecuación del alumbrado antes del 31 de agosto de 2009

---

# Premisas para elaborar el Plan de Adecuación

- El Plan de Adecuación es uno de los tres bloques de actuaciones a realizar para la completa puesta al día de las instalaciones de alumbrado de la ciudad, complementando al Plan de Renovación y al Plan de Soterramiento de instalaciones aéreas.
- Para elaborar el Plan hay que conocer los parámetros de referencia para adecuar el alumbrado. O sea donde estamos y a donde hay que llegar.
- Dichos parámetros están contenidos en la Ley y el Reglamento, y básicamente son función de la **zonificación del territorio** y de los **usos prioritarios de las vías públicas**

# Parámetros función de la zonificación

## Tabla comparativa entre zonas E2, E3 y E4

- Tipos de lámparas permitidas
- El porcentaje de FHS emitido por la luminària
- La luminància media de fachadas y monumentos
- El límite de luminancia de ventanas, aparadores, etc
- Los valores de iluminancia vertical en les fachadas de edificios a partir de los 4,50 m. de altura.
- El limite de luminancia de rótulos (cd/m2)

NORMAL	NOCTURN	NORMAL	NOCTURN	NORMAL	NOCTURN
Pref.VSAP	VSAP	Pref.VSAP	Pref.VSAP	Pref.VSAP	Pref.VSAP
5%	1%	15%	15%	25%	25%
5	2	10	5	25	12
40	20	80	40	100	50
5	0	10	5	25	10
400		800		1000	

## Parámetros función del tipo y uso de la via (No quedan afectados por la zonificación)

- **El nivel lumínico de diseño.**

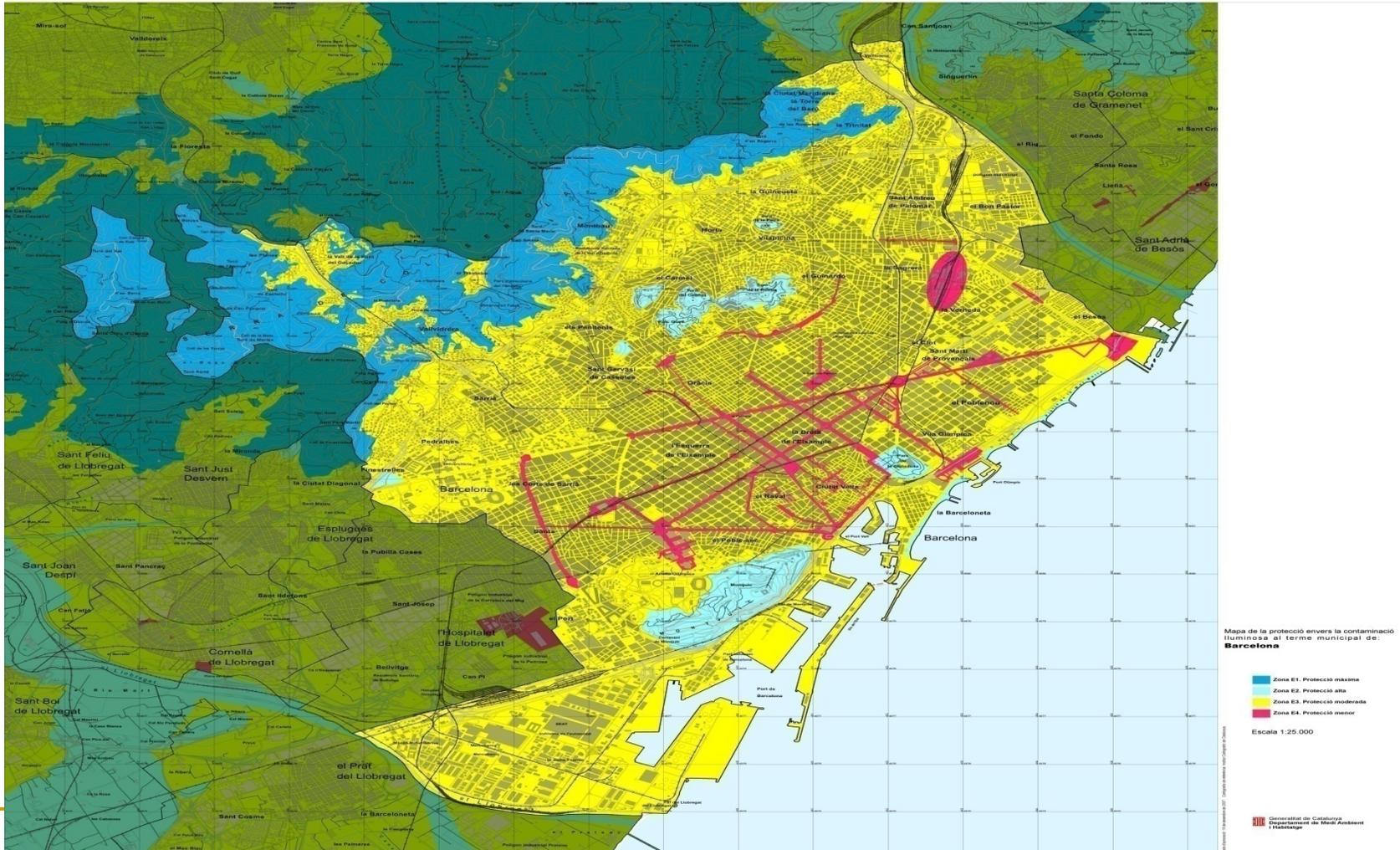
	<b>Calçada</b>	<b>Vorera</b>
Trànsit elevat	35	20
Trànsit moderat	25	10
Trànsit baix	15	6
Trànsit escàs	10	5

- **El tipus de làmpada.** (el vapor de mercurio queda excluido)

<b>Zona de protecció</b>	<b>Horari de vespre</b>	<b>Horari de nit</b>
E1	V.S.B.P./V.S.A.P.	V.S.B.P./V.S.A.P.
E2	Preferentment VSBP/VSAP	V.S.B.P./V.S.A.P.
E3	Preferentment VSBP/VSAP	Preferentment VSBP/VSAP
E4	Preferentment VSBP/VSAP	Preferentment VSBP/VSAP

# Zonificación de Barcelona

## Propuesta Final aprobada por la Generalitat



# Ordenanza: Nivel lumínico de la red viaria (iluminancia media máxima)

- Tabla 6. Iluminación media máxima en zonas destinadas a tránsito de vehículos i/o al paso de peatones, expresado en lux. Las instalaciones dispondrán de sistema de regulación del flujo luminoso.

	<b>Calzada</b>	<b>Acera</b>
□ Trànsit elevat	35	20
□ Trànsit moderat	25	10
□ Trànsit baix	15	6
□ Trànsit escàs	10	5

- En base a estos parametros se ha establecido el mapa de niveles lumicos de la red viaria, tal como se muestra a continuación



---

# Plan de Adecuación de las instalaciones para minimizar la contaminación lumínica

- El Plan contiene:
  - El análisis de la iluminación exterior por zonas de protección a la contaminación luminosa del municipio.
  - Las actuaciones priorizadas.
  - El calendario de ejecución de la adaptación.
  
- Propuesta de priorización, según los criterios de la Disposición Transitória Segunda de la Llei 6/2001:
  - Los usos del alumbrado.
  - La clasificación de la zona en que se emplaza el alumbrado.
  - Los perjuicios que causa el alumbrado en el medio o para la ciudadanía.
  - La magnitud de las reformas que haya que realizar.
  - La eficiencia energética del alumbrado.
  - Los costes económicos de la adaptación.

---

# Líneas de trabajo que contiene el Plan de Adecuación

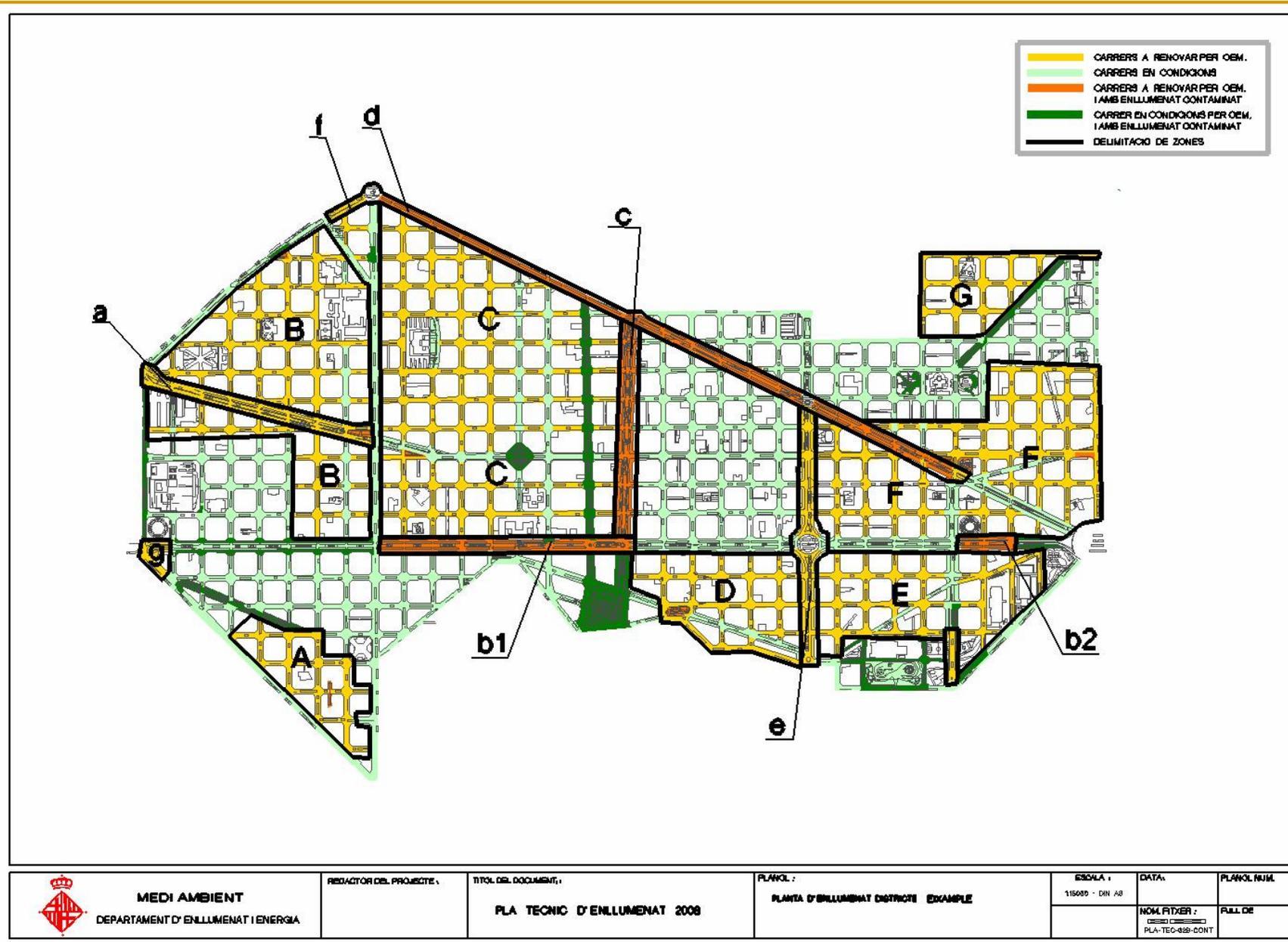
- **1 Sustitución de las lámparas de VM por VSAP o HM**
- **2 Renovación/modificación de luminarias con FHS fuera de normativa**
- **3 Adecuación de las instalaciones para reducir la intrusión lumínica**
  - Sustitución de luminarias o implantación de paralúmenes
  - Reorientación de proyectores
  - Modificación de la instalación con otro tipo de implantación
- **4 Adecuación de los niveles luminicos de funcionamiento**
  - Actuaciones a realizar prioritariamente en contrata de conservación
- **5 Implantación de reguladores de flujo**
  - Solo previsto en cuadros de gran potencia o en arterias importantes

Por último y como actuación mas completa y que compéndia todas las demas

- **6 Renovación total de las instalaciones para cumplir con normativa en materia de seguridad**

## RESUMEN ACTUACIONES PLAN DE ADECUACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO DE BARCELONA

TIPOS DE ACTUACIÓN	Luminarias	Ahorro (kWh/año)
TOTAL CANVIO EQUIPO Y LÀMPARA	14.185	5.344.694
TOTAL CANVIO DE LUMINARIA	19.505	5.330.053
TOTAL AJUSTE INTRUSIÓN LUMINICA	10.732	3.183.913
<b>TOTAL ACTUACIONES EN PUNTOS DE LUZ</b>	<b>44.422</b>	<b>13.858.661</b>
RENOVACIÓN TOTAL DEL PUNTO DE LUZ POR CONTAMINACIÓN Y MEJORA	3.194	678.725
<b>TOTAL PUNTOS DE LUZ RENOVACIÓN TOTAL</b>	<b>3.194</b>	<b>678.725</b>
<b>CONJUNTO GLOBAL DEL PLAN</b>	<b>47.616</b>	<b>14.537.386</b>
MAGNITUDES ACTUALES DE BCN	128.500	92.970.000
Porcentage incidència del Plan	37,06%	15,64%



 <p><b>MEDI AMBIENT</b> DEPARTAMENT D'ENLLUMENAT I ENERGIA</p>	REDACTOR DEL PROJECTE:	TÍTOL DEL DOCUMENT:	PLÀNOL:	ESCALA:	DATA:	PLÀNOL NUM.
	PLA TÈCNIC D'ENLLUMENAT 2008	PLÀNOL D'ENLLUMENAT DISTRICTE EDKAMPLE	1:5000 - DIN A8	NOM. FITXER:	FULL DE	PLA-TEC-039-CONT

# Soluciones luminicas. Criterios de elección de luminarias

- Donde exista luminarias de tipo clásico se mantiene la tipología, adecuada a normativa mediante la incorporación de grupo óptico o lamas de control.
- Las instalaciones con bolas se transforman en:
  - En parques, luminarias con distribución simétrica (p.e. bolas no contaminantes)
  - En calles, luminarias con distribución asimétrica
- En una calle tipología rambla se usan luminarias con grupo óptico y gran rendimiento o sin grupo óptico y control del FHS mediante lamas? La iluminancia vertical es un factor a priorizar
- En todo caso la potencia instalada se reduce en función de la fuente de luz existente, en:
  - De VM a VSAP o HM red del 60%-75%
  - De VSAP a VSAP o HM, del 30% al 50%
- Las luminarias tipo cilindro lumínico, hay que transformarlas mediante lamas con la consiguiente pérdida de rendimiento o hay que implantar una nueva fuente lumínica?

---

# Color de la luz (tipo de lámpara)

- En todo momento, se plantea una duda: ¿Qué espacio han de ocupar la luz blanca de halogenuros metálicos?
- Según la legislación catalana su espacio es mínimo, y una interpretación maximalista puede conducir a una negación de la luz blanca.
- Dentro de Barcelona su espacio se circunscribe a todo el casco antiguo dentro del distrito de Ciutat Vella y a las ramblas y vías peatonales mas emblemáticas en el resto de la ciudad. Los parques y jardines urbanos se iluminan, ahora, con lámparas de VSAP
- Y otra gran cuestión se plantea con los LEDs que en el momento de redactar el Plan no estaban todavía en fase comercial però que a lo largo del desarrollo del Plan, entre finales del 2008 y 2011 van a irrumpir con fuerza en el universo lumínico viario.

---

# ¿Dónde se sitúa el LED en este momento?

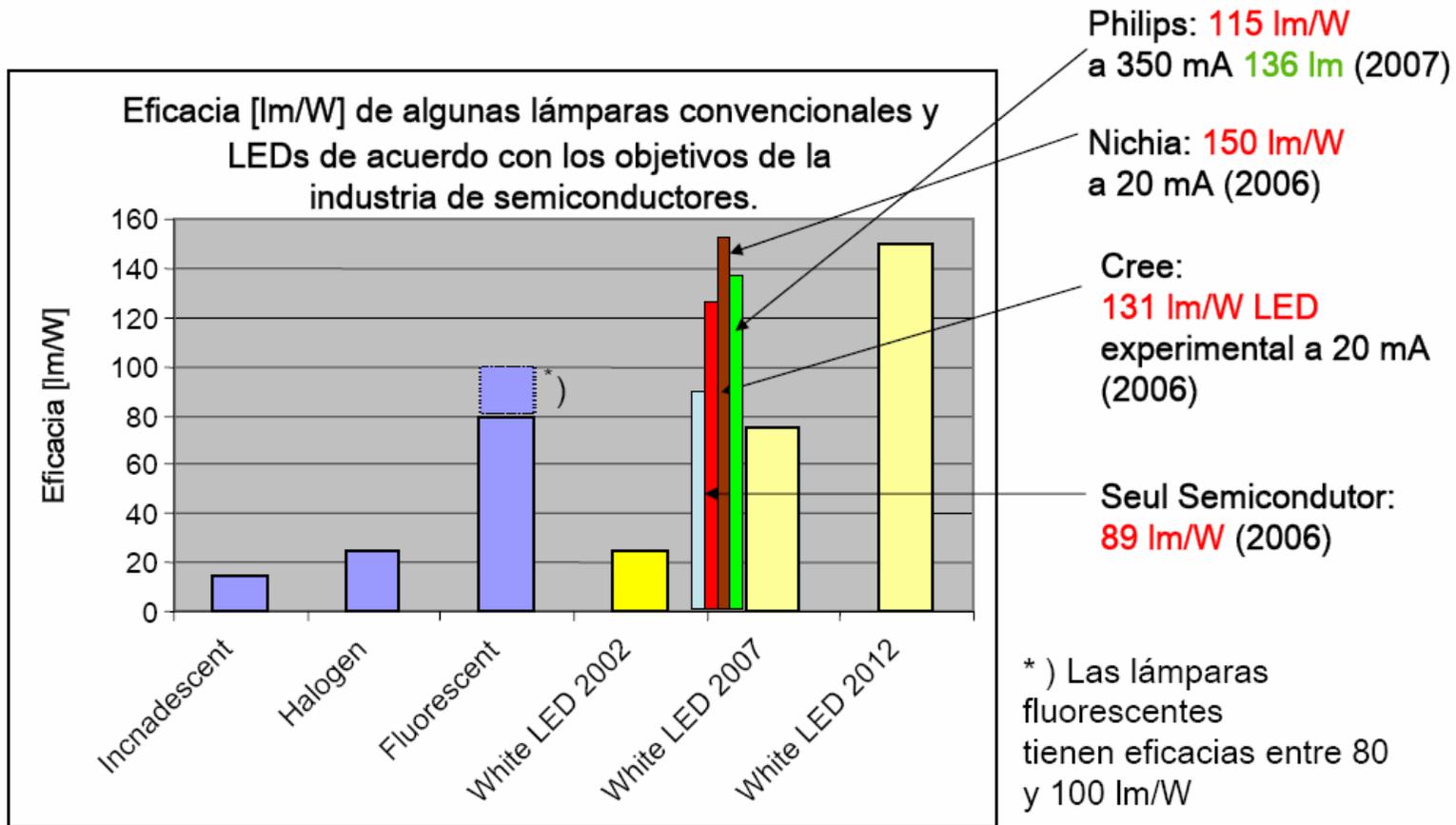
- ¿En qué punto está esta tecnología, cuál será el momento de su entrada masiva, cuál será el espacio que quedará por las fuentes de luz de descarga?.
  - Para dar respuesta a estas cuestiones el Departamento de Alumbrado del Ayuntamiento de Barcelona, con la colaboración de la ingeniería FLUXUS, ha preparado un INFORME TÉCNICO sobre la VIABILIDAD DE USO DEL LED EN ALUMBRADO PÚBLICO.
  - En solo dos años hemos pasado de no pensar en absoluto en el LED para alumbrado exterior, a considerarlo una opción de interés. Pero en los próximos dos años el cambio será mucho mayor, estamos en plena irupción del fenómeno.
-

---

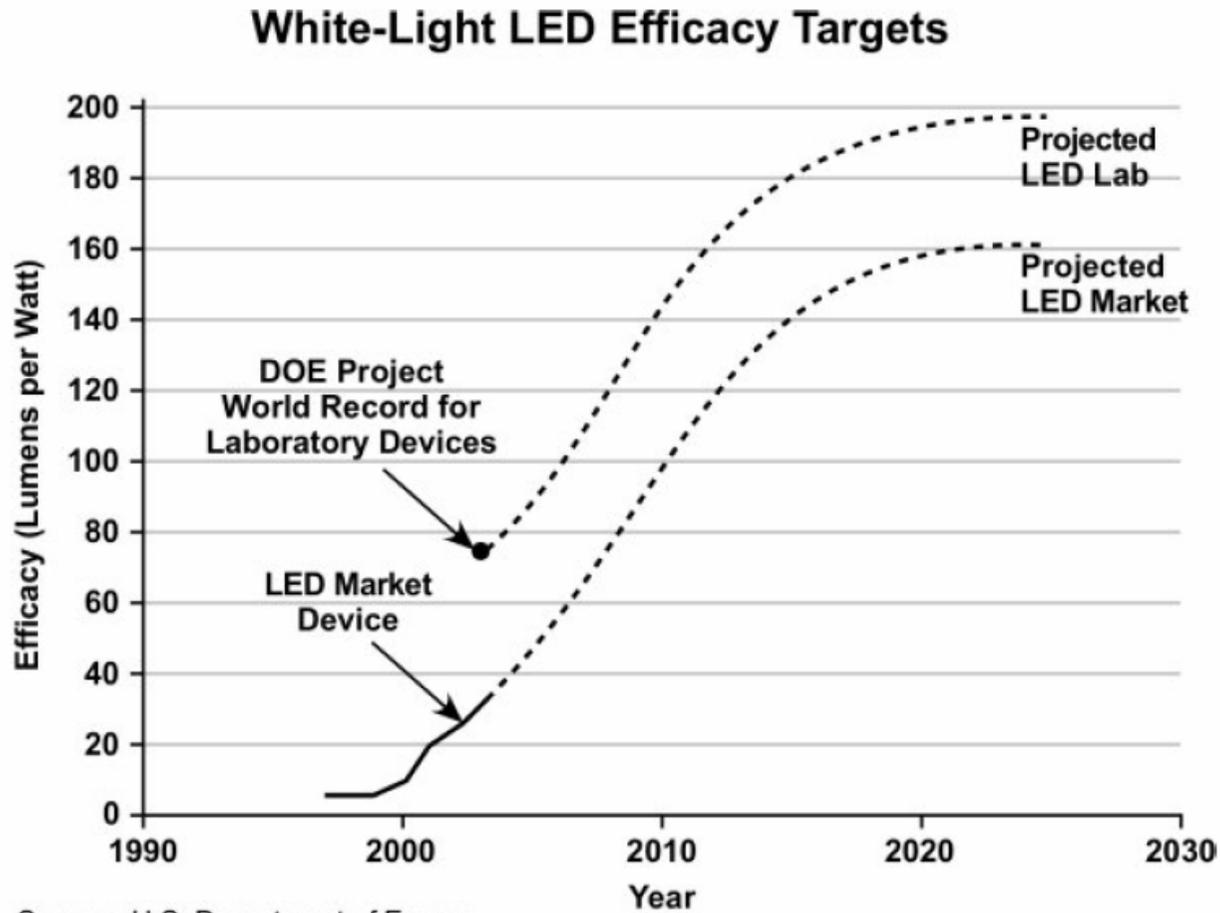
# Análisis de la información y comparativa

- Se ha revisado documentación de todos los fabricantes y webs que se relacionan en la bibliografía al final del informe, más de 150 fabricantes relacionados con los leds.
  - "LED Street Lighting" : Dada la escasez de información actualizada en las webs, al tratarse de un desarrollo nuevo para la mayoría de empresas, hemos entrevistado personalmente los responsables técnicos y comerciales de las empresas que operan a nivel nacional, y hemos visitado las fábricas o talleres seleccionados que nos lo han permitido, en la provincia de Barcelona.
  - A fecha de hoy, 6 de junio de 2008, la mayoría de empresas catalanas y españolas no tienen todos los datos disponibles, los responsables justifican que están "en fase de estudio", "en desarrollo" o son datos provisionales y no pueden ofrecerlos todavía.
-

# PREVISIONES DE CRECIMIENTO EN LA EFICACIA DE DIFERENTES LAMPARAS



# PREVISIONES DE CRECIMIENTO DEL FLUJO



Source: U.S. Department of Energy

---

# Situación del mercado de iluminación pública con LEDS (1)

- El mercado de la iluminación con LEDs para alumbrado público está en plena evolución, pero justo en la fase inicial.
  - Se puede considerar la "luminaria de alumbrado público mediante LEDs" en un estado de "lanzamiento del producto" para algunas compañías, mientras que otros todavía están en la fase de investigación.
  - En el 2004 se realizaron los primeros proyectos, como el de OVI para Nueva York, aún pendiente de ejecución.
  - En 2006-2007 se pueden considerar las primeras instalaciones realizadas, en USA y a Asia. Las primeras instalaciones tienen un coste elevado, y la proporción lm/w es todavía insuficiente.
-

---

# Situación del mercado de iluminación pública con LEDS(2)

- En el 2008 ya se obtienen instalaciones optimizadas, a causa de la mejora de rendimiento de los leds de alta potencia, y sus buenas características de temperatura de color y rendimiento cromático.
  - Actualidad, mayo de 2008: Algunos grandes fabricantes ofrecen como novedad luminarias con leds para alumbrado exterior, pero todavía disponen de muy pocos datos fiables de las mismas.
  - Periodo de transición 2008-2009: El 50% de los fabricantes entrará en este mercado. Los años 2010-2012 serán de consolidación: Se calcula que el 80% de los fabricantes ofrecerá una solución propia.
  - 2012 : Los expertos del sector vaticinan que el LED se impondrá como una solución muy viable en la mayoría de instalaciones a nivel mundial, a causa de sus buenas prestaciones y su precio más ajustado. El mercado del "lighting led" será el que experimentará mayor crecimiento entre los semiconductores.
-

---

# La intrusión lumínica

- La intrusión lumínica a pasado a ser uno de los factores mas destacados en la percepción de la contaminación por parte de los usuarios. En parte se explica por el hecho de que la luz que va hacia el cielo no se percibe como molestia. En cambio la que entra por la ventana si lo es.
- ¿Como se corrige la intrusión?
  - Redireccionando los puntos de luz, especialmente en el caso de proyectores
  - Aplicando paralumenes o apantallamiento en las luminarias existentes.
  - Sustituyendo la luminaria por otro modelo con ópticas específicamente diseñadas
  - Modificando la implantación de los puntos de luz

# Pruebas para corregir intrusión lumínica



# Propuestas de sustitución de luminarias (1)

LLUMENERA CONTAMINANT			
<b>MODEL:</b>	ESFERICA DE PLÀSTIC		
<b>F.H.S.:</b>	36,67%		
<b>LÀMPADA:</b>	250W VM		

LLUMENERA PROPOSADA			
<b>MODEL:</b>	ESFÈRCIA PLÀSTIC AMB CASQUET SUPERIOR		
<b>F.H.S.:</b>	4,56%		
<b>LÀMPADA:</b>	100W HM	150W HM	



# Propuestas de sustitución de luminarias. Ejemplos operativos

LLUMENERA CONTAMINANT			LLUMENERA PROPOSADA		
<b>MODEL:</b>	<b>FANAL 4 CARES</b>		<b>MODEL:</b>	<b>FANAL 4 CARES AMB GRUP ÒPTIC</b>	
<b>F.H.S.:</b>	38,50%		<b>F.H.S.:</b>	2,00%	
<b>LÀMPADA:</b>	250W VM	150 W VSAP	<b>LÀMPADA:</b>	100W HM	100 VSAP
<b>MODEL:</b>	<b>ESFERICA PLÀSTIC</b>		<b>MODEL:</b>	<b>ESFÈRICA PLASTIC, CASQUET SUPERIOR METAL-LIC</b>	
<b>F.H.S.:</b>	36,70%		<b>F.H.S.:</b>	4,56%	
<b>LÀMPADA:</b>	250W VM	150W VSAP	<b>LÀMPADA:</b>	100W HM	100 VSAP
<b>MODEL:</b>	<b>ESFÈRICA DE VIDRE</b>		<b>MODEL:</b>	<b>GLOBUS, SEMIESFERA INF.VIDRE I SUPERIOR ALUMINI</b>	
<b>F.H.S.:</b>	45,00%		<b>F.H.S.:</b>	8,24%	
<b>LÀMPADA:</b>	250W VM		<b>LÀMPADA:</b>	100W HM	100 VSAP
<b>MODEL:</b>	<b>FANAL GAS / UNIVERSITAT</b>		<b>MODEL:</b>	<b>FANAL GAS / UNIVERSITAT AMB GRUP ÒPTIC</b>	
<b>F.H.S.:</b>	38,00%		<b>F.H.S.:</b>	2,00%	
<b>LÀMPADA:</b>	250W VM		<b>LÀMPADA:</b>	100W HM	100 VSAP
<b>MODEL:</b>	<b>GAS / UNIVERSITAT</b>		<b>MODEL:</b>	<b>GAS UNIVERSITAT AMB GRUP ÒPTIC</b>	
<b>F.H.S.:</b>	38,00%		<b>F.H.S.:</b>	2,00%	
<b>LÀMPADA:</b>	250W VM		<b>LÀMPADA:</b>	100W HM	100 VSAP
<b>MODEL:</b>	<b>TIPUS FO</b>		<b>MODEL:</b>	<b>TIPUS FO AMB 21 LAMES NEGRES</b>	
<b>F.H.S.:</b>	35,00%		<b>F.H.S.:</b>	14,50%	
<b>LÀMPADA:</b>	55W BAIX CONSUM		<b>LÀMPADA:</b>	55W BAIX CONSUM	
<b>MODEL:</b>	<b>TIPUS PEP</b>		<b>MODEL:</b>	<b>TIPUS PEP AMB LAMES</b>	
<b>F.H.S.:</b>	35,00%		<b>F.H.S.:</b>	23,40%	
<b>LÀMPADA:</b>	80W FL	70W VSAP	<b>LÀMPADA:</b>	80W FL	70W VSAP