SIMPOSIUM NACIONAL DE ALUMBRADO LII SIMPOSI NACIONAL D'ENLLUMENAT
20 - 22 / 05 / 2026 LLEIDA

Detalles que no se cuentan sobre la tecnología LED… y trascienden en la determinación de sus cualidades y calidades

Óscar Gonçalves / Francisco Cavaller

ROURA
INDUSTRIAS DE ILUMINACION S.A.

La motivación …

¿Cualidad y calidad?

¿La eficacia del led es su cualidad más determinante?

¿Son importantes aquellas otras características constructivas que determinan las cualidades y calidades de un LED?

¿Estas otras características, cualidades y calidades compiten entre sí?

¿En base a que cualidades se toman las decisiones?

¿cualidad y calidad?...

cualidad

Artículo | Sinónimos o afines

Del lat. *qualĭtas, -ātis,* y este del gr. ποιότης *poiótēs.*

1. f. Elemento o carácter distintivo de la naturaleza de alguien o algo.

   SIN.: **propiedad**, **facultad**, **atributo**, **condición**, **carácter**, **esencia**, **índole**, **naturaleza**, **ralea**, **calaña**.

calidad[1]

calidad[1] | Artículo | Sinónimos o afines

Artículo

Del lat. *qualĭtas, -ātis,* y este calco del gr. ποιότης *poiótēs.*

1. f. Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor. *Esta tela es de buena calidad.*

   SIN.: **cualidad**, **índole**, **naturaleza**, **condición**, **clase**, **carácter**, **estofa**, **jaez**, **ralea**, **calaña**, **laya**[2], **pelaje**.

2. f. Buena **calidad,** superioridad o excelencia. *La calidad de ese aceite ha conquistado los mercados.*

3. f. Adecuación de un producto o servicio a las características especificadas. *Control de la calidad de un producto.*

   SIN.: **adecuación**, **aptitud**, **disposición**.

¿cualidad y calidad?...

Aspectos “cualitativos” de un diodo LED:

- Sus características de color (TCC e IRC) y espectro
- Sus características constructivas “mecánicas”:
  - Tamaño
  - Soporte
  - Protección mecánica
  - Fijación eléctrica
  - Arquitectura
- Características “eléctricas”:
    - Tensión e Intensidad de alimentación
    - Protecciones
    - Prestaciones lumínicas

¿cualidad y calidad?...

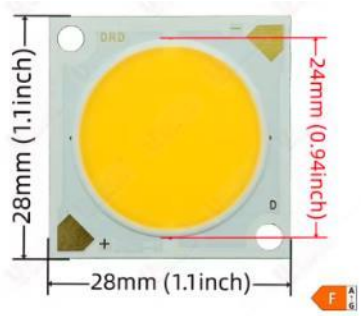
Aspectos “de calidad” de sistema LED:

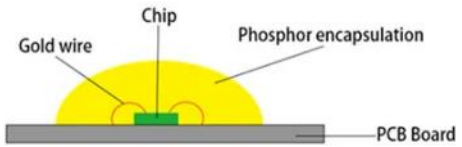
- Consistencia en sus características de color (TCC e IRC) y espectro de la luz
- Mantenimiento de sus cualidades funcionales:
  - Estabilidad estructural y eléctrica
  - Estabilidad del flujo
  - Mantenimiento de su distribución óptica
  - Inalterabilidad de sus parámetros eléctricos
  - Vida útil

Desarrollo: el led y sus características escondidas

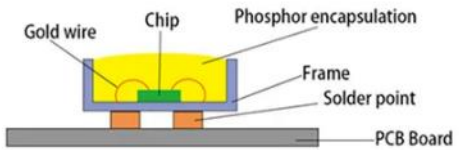
Características de un led

Sustrato
Óptica primaria
Cantidad de chips
Eficacia
Voltaje
Resistencia térmica
Temperatura de unión



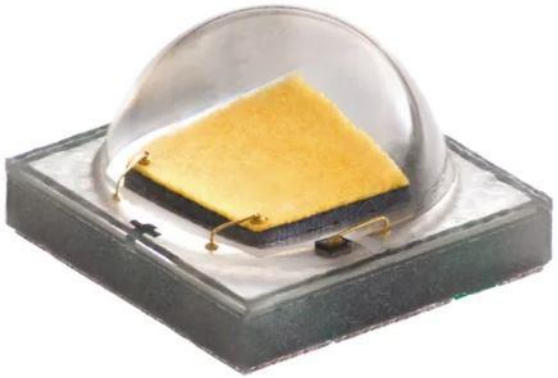


COB LED



SMD LED

LEDs empleados en alumbrado técnico exterior

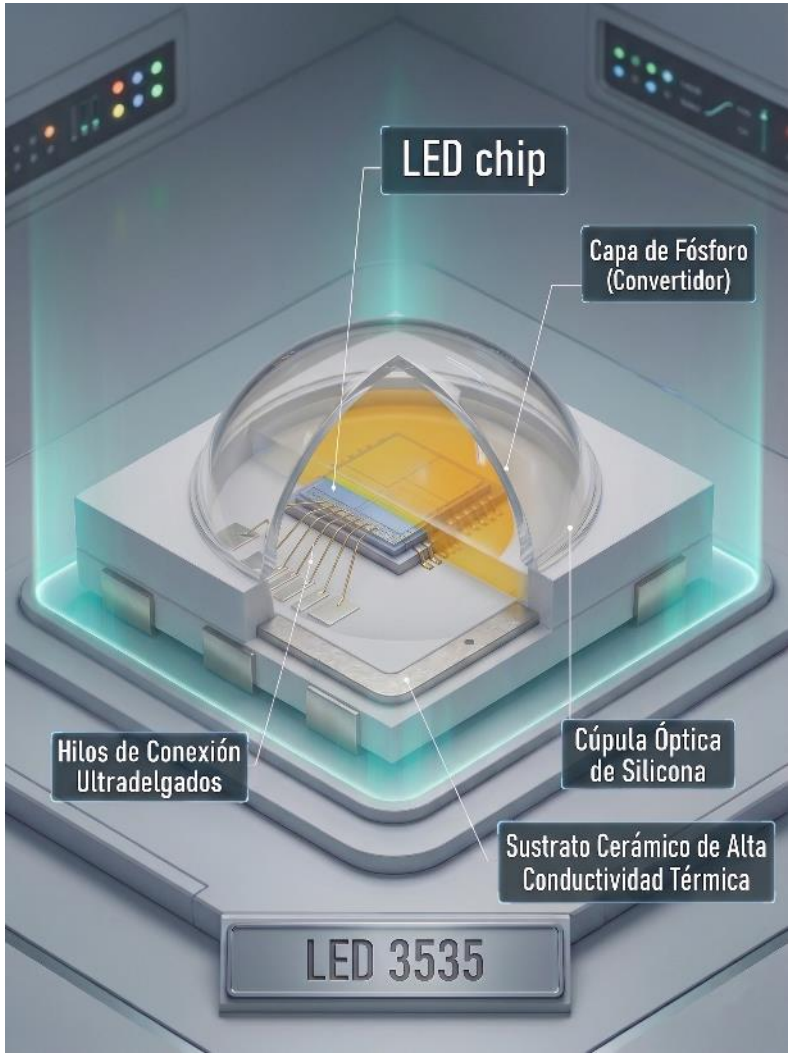


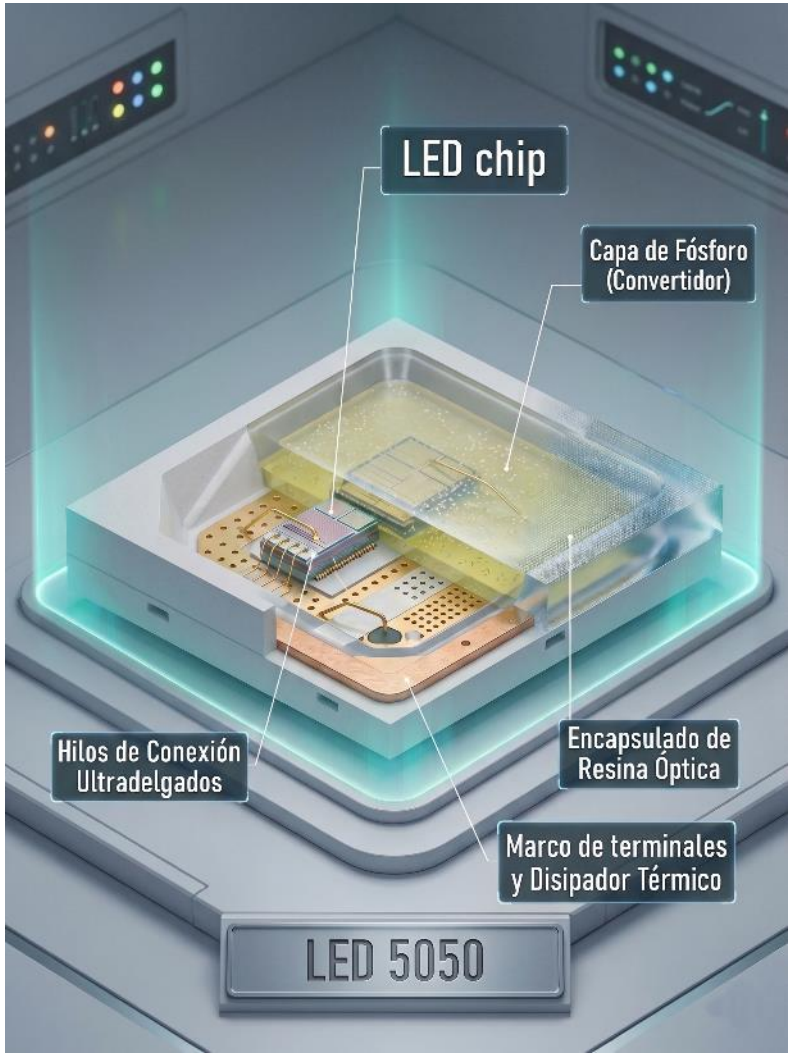
Formato base cerámica y óptica (p.e. 3535)



Formato base plástico (p.e. 5050)

Desarrollo: el led y sus características escondidas

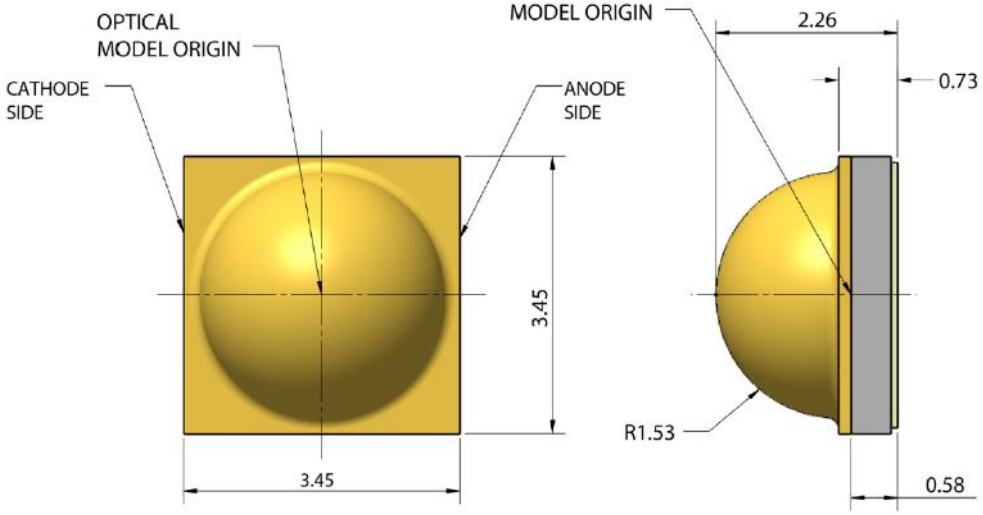


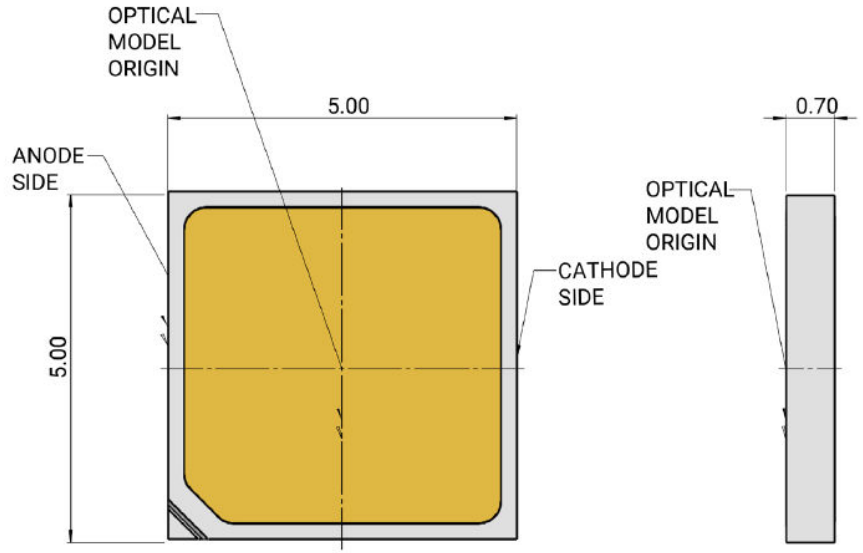


Desarrollo: el led y sus características escondidas

Leds base cerámica vs leds base plástica

	Base cerámica (3535)	Base plástica (5050)	
Formato físico	Huella de 3,5x3,5mm	Huella de 5,0x5,0mm	5050 ocupa más área y da más flujo por componente





Desarrollo: el led y sus características escondidas

Leds base cerámica vs leds base plástica. Diferencia conceptual

	Base cerámica (3535)	Base plástica (5050)	
Material base / sustrato	Cerámica técnica: Alúmina (Al2O3) o Nitruro de Aluminio (AlN).	Plásticos termoestables (PPA, PCT),resinas epoxi (EMC), siliconas	Cerámico = más robusto Plástico/EMC = más económico.



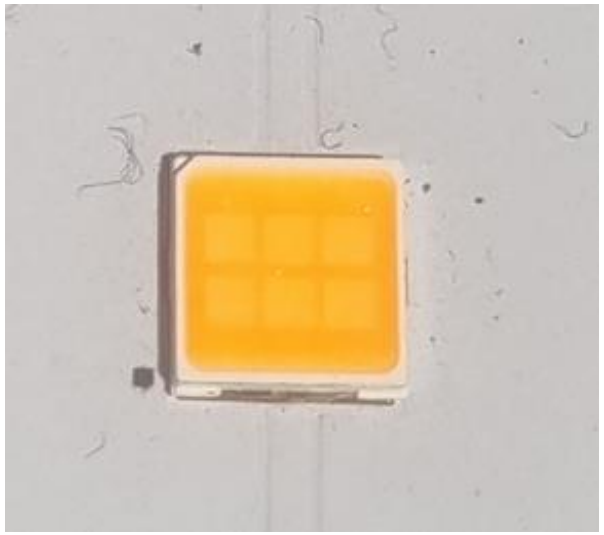


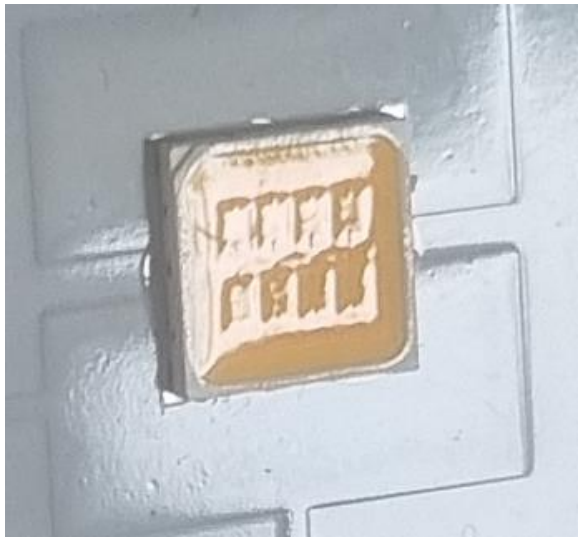
Desarrollo: el led y sus características escondidas

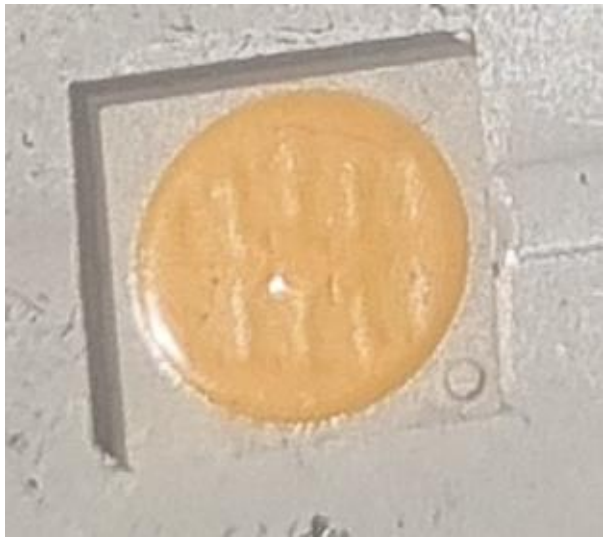
Leds base cerámica vs leds base plástica

	Base cerámica (3535)	Base plástica (5050)	
Número de chips	Normalmente 1 chip high-power por encapsulado	Normalmente multi-die de alta potencia	3535 es más “puntual”









Desarrollo: el led y sus características escondidas

Leds base cerámica vs leds base plástica

	Base cerámica (3535)	Base plástica (5050)	
Flujo por LED	Menor flujo por encapsulado típico 100 lm – 400 lm	Mayor flujo 200 lm – 800 lm	5050 reduce número de LEDs y puntos de soldadura.

Desarrollo: el led y sus características escondidas

Leds base cerámica vs leds base plástica

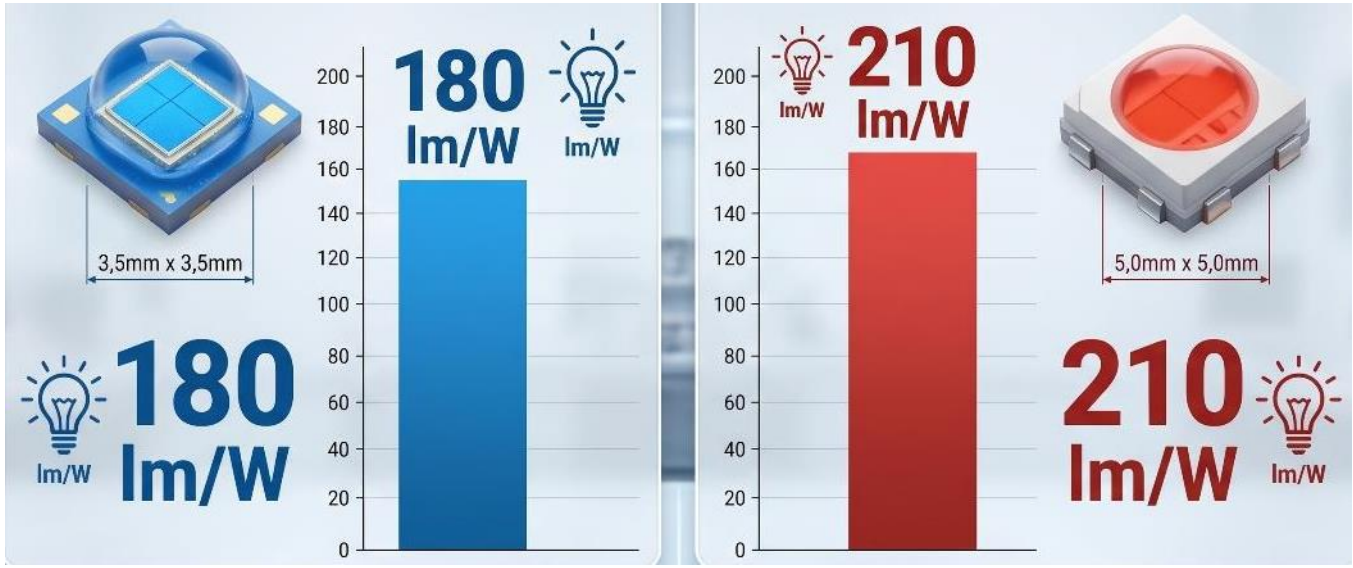
	Base cerámica (3535)	Base plástica (5050)	
Configuración eléctrica V - Imax	Habitual 3V Imax hasta 3000mA	6V - 1000mA 24V – 250mA 30V - 240 mA 36V -165mA	P=V*I Recomendación: % Imax

Corriente driver	3535 3V	5050 6V
350mA	11,6% Imax	35% Imax
700mA	23,3% Imax	70% Imax
1000mA	33% Imax	100% Imax

Desarrollo: el led y sus características escondidas

Leds base cerámica vs leds base plástica

	Base cerámica (3535)	Base plástica (5050)
Eficacia	4000K, 70CRI, 1W	4000K, 70 CRI, 1W



5050 ofrece más lúmenes por menos dinero y reduce drásticamente el número de puntos de soldadura en el circuito impreso


COMPARACIÓN DE POTENCIA TOTAL
6W
6W
6W
V
I
x
V
I
x
6V x 1A = 6W
3V x 2A = 6W
LA ENERGÍA Y LA POTENCIA ES LA MISMA EN AMBOS CASOS (6W)
P = V * I
6.00 V
1.000 A
3.00 V
2.000 A
6.00
3.00 V
2.000 A
5050
3535
LED
6V, 1000 mA, 6W
LED
3V, 2000 mA, 6W

Desarrollo: el led y sus características escondidas

Termomecánica. Talón de aquiles

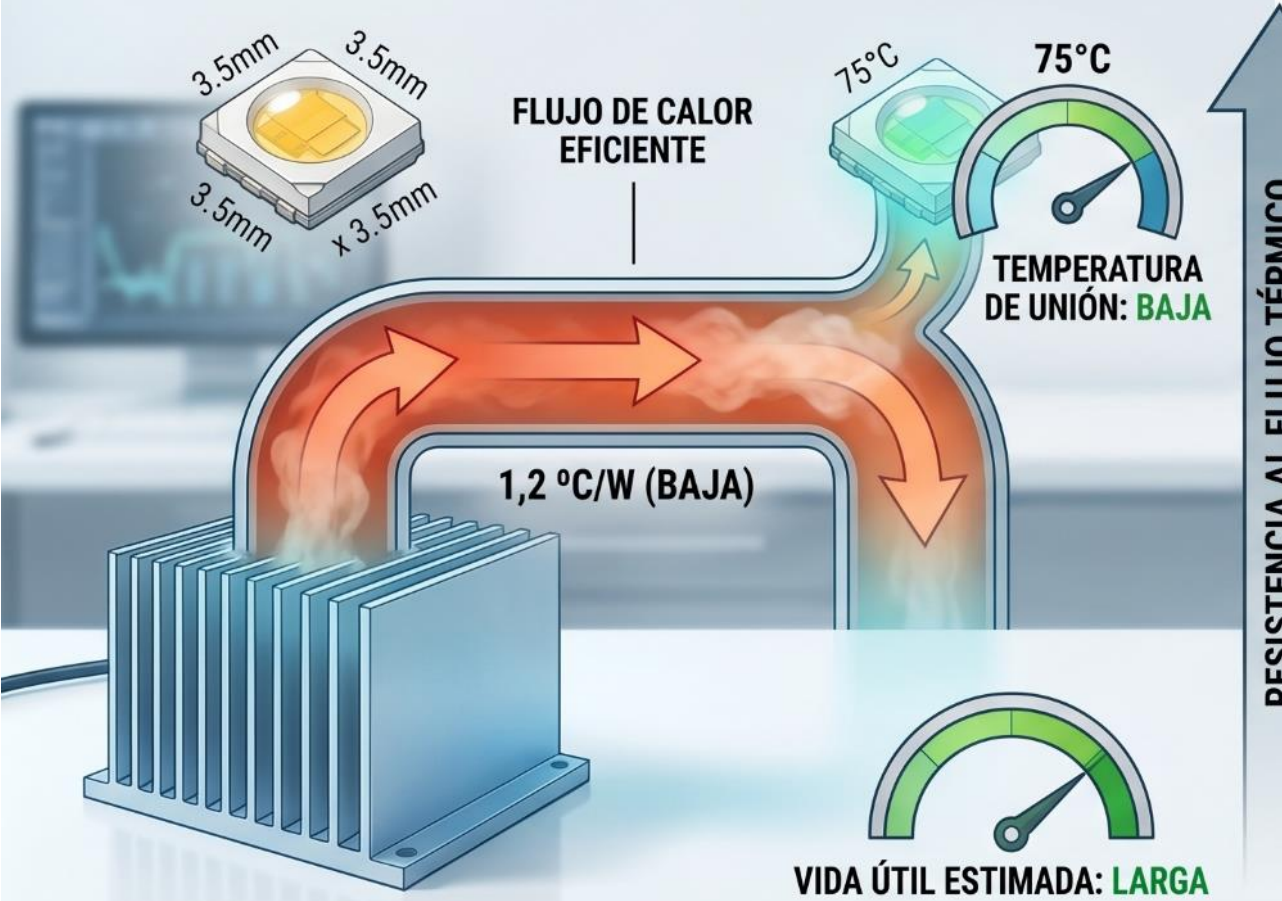
	Base cerámica (3535)	Base plástica (5050)	
Resistencia térmica	Muy baja: 1,1 °C/W	1,2 °C/W a 3,5 °C/W. Típica: 2,2 °C/W	Plástico = barrera térmica
Temperatura máxima de unión	Estable a 150 °C	125ºC. Limitada. El plástico se puede degradar y amarillear	3535 cerámico suele tener más margen térmico

El calor destruye de forma inmediata y severa el rendimiento del componente. La capacidad de evacuar ese calor hacia el disipador depende exclusivamente de la resistencia térmica interna del encapsulado Rth-js.

COMPARATIVA DE RESISTENCIA TÉRMICA DE LEDS: MENOR RESISTENCIA = MEJOR EVACUACIÓN DE CALOR

LED 3535

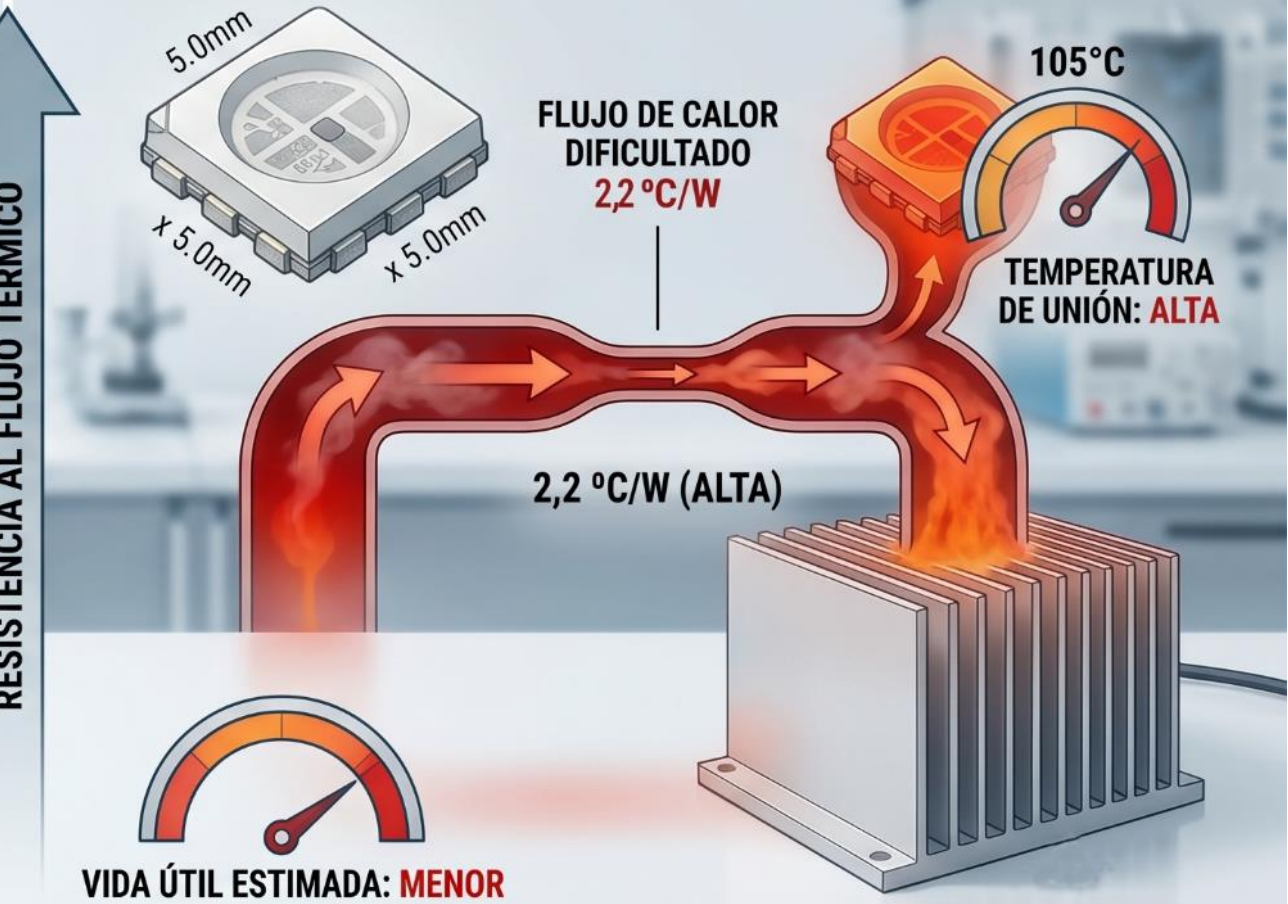
MENOR RESISTENCIA TÉRMICA, MEJOR EVACUACIÓN DE CALOR



RESISTENCIA AL FLUJO TÉRMICO

LED 5050

MAYOR RESISTENCIA TÉRMICA, PEOR EVACUACIÓN DE CALOR



Un valor menor de ºC/W indica una menor oposición al flujo de calor. El LED 3535 disipa el calor mucho más rápido, reduciendo la temperatura de unión y prolongando la vida útil. El LED 5050 retiene el calor, aumentando la temperatura de unión.

Desarrollo: el led y sus características escondidas

Leds base cerámica vs leds base plástica

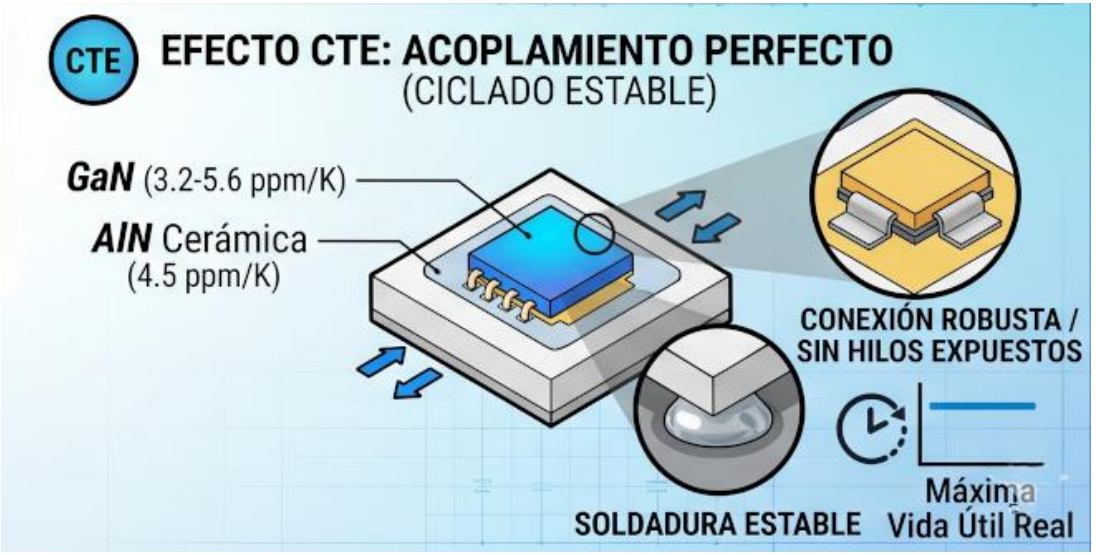
	3535	5050	
Sensibilidad a humedad	Mejor comportamiento.	Más sensible	Ventaja clara del 3535 cerámico en proceso y almacenamiento
Robustez química	Mejor frente a humedad, temperatura y ciclos; Resistencia al azufre	Fabricantes hablan de resistencia a corrosión y coating anti-azufre	5050 válido, pero conviene ensayar azufre/VOC/humedad.
Mantenimiento de flujo	Muy bueno a alta temperatura y estabilidad del color	Bueno con control de temperatura.	

Desarrollo: el led y sus características escondidas

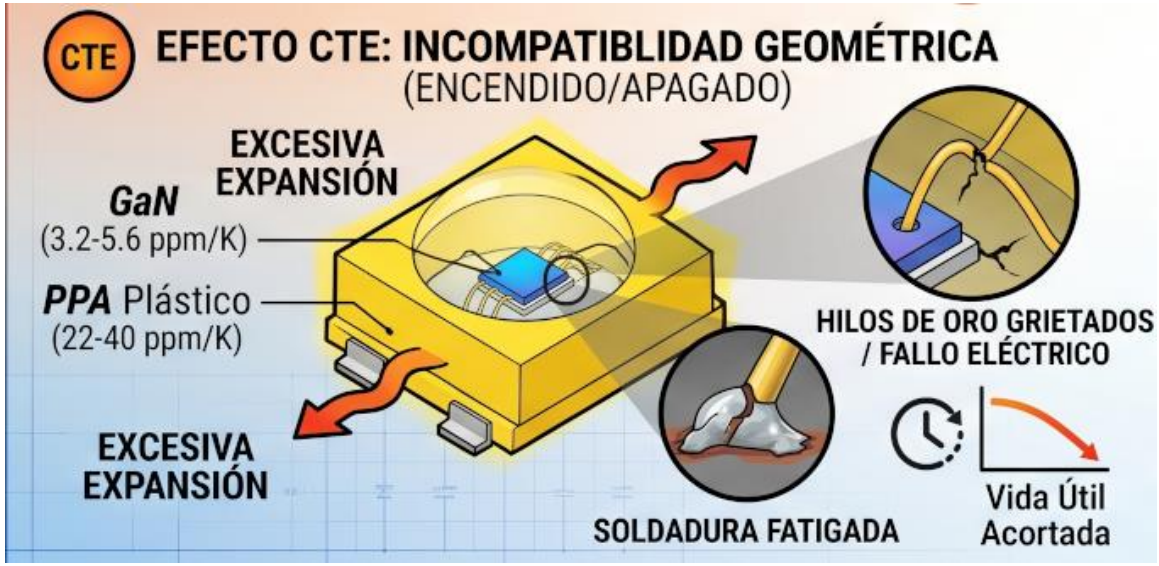
Al encender y apagar la luminaria todos los días, se produce un fenómeno crítico:

La fatiga por acoplamiento térmico (CTE):
La cerámica del 3535 ofrece un acoplamiento perfecto y libre de tensiones.
El plástico del 5050 se estira y se contrae en cada ciclo, pudiendo fatigar las uniones SMT hasta agrietar irreversiblemente los hilos internos o fracturar las uniones de soldadura, induciendo a fallos eléctricos prematuros en cadena

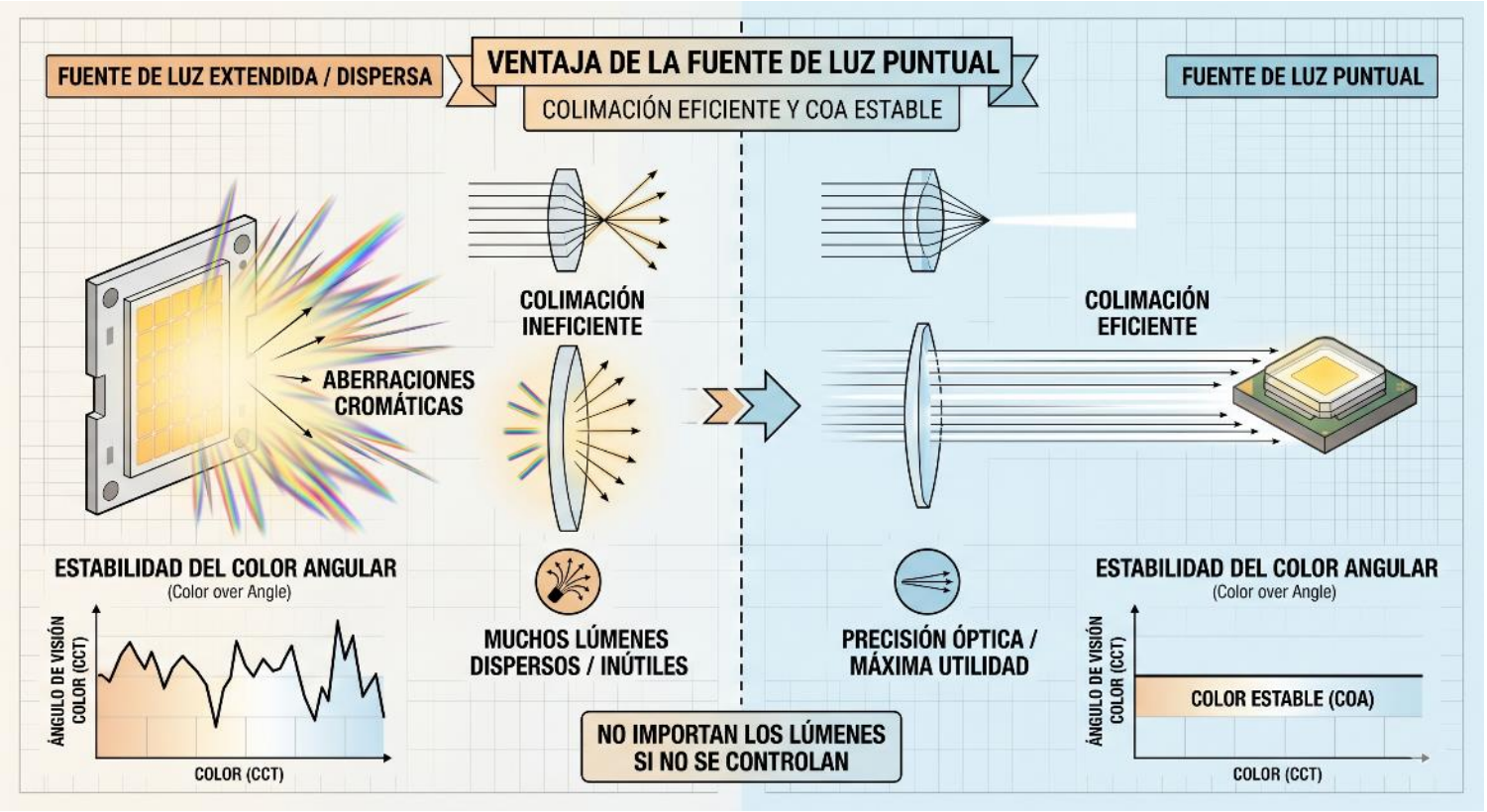
3535: 3.2 a 5.6 ppm/K



5050: 22 a 40 ppm/K



Desarrollo: el led y sus características escondidas

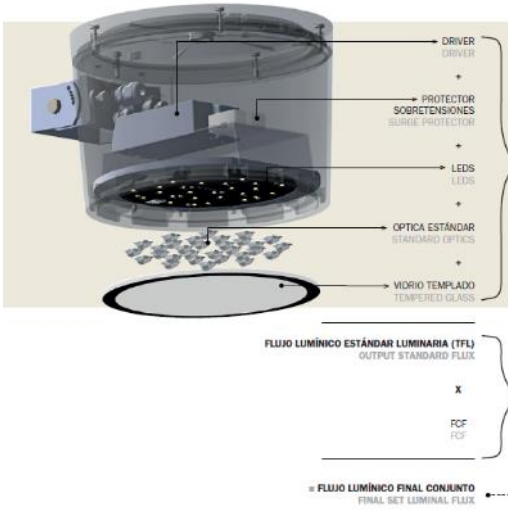


Precisión óptica: La ventaja de la fuente de luz puntual. Colimación eficiente y estabilidad del color angular (*Color over Angle*).

3535: enfoca la luz de forma nativa para que las ópticas secundarias (lentes) trabajen con pérdidas mínimas
5050: Las paredes de la cavidad plástica actúan como reflectores descontrolados, generando luz dispersa difícil de colimar

No sirve de nada producir muchos lúmenes si estos salen dispersos en direcciones inútiles o con aberraciones cromáticas que no pueden corregirse con ópticas secundarias.

Desarrollo: el led y sus características escondidas



Calma

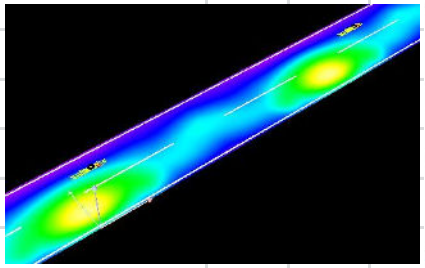
LED HD (CRI80)		Efficacy (lm/W)	12L Flux (lm)	12L Power (W)	30L Flux (lm)	30L Power (W)
2200K	350 mA	115	1569	14	3922	34
	550 mA	112	2367	21	5917	53
	700 mA	108	2928	27	7321	68
	1050 mA	100	4125	41	10312	103
2700K	350 mA	120	1627	14	4067	34
	550 mA	116	2455	21	6136	53
	700 mA	112	3037	27	7592	68
	1050 mA	104	4278	41	10694	103
3000K	350 mA	124	1685	14	4213	34
	550 mA	120	2542	21	6356	53
	700 mA	116	3145	27	7863	68
	1050 mA	107	4430	41	11076	103
4000K	350 mA	132	1801	14	4503	34
	550 mA	128	2717	21	6794	53
	700 mA	124	3362	27	8405	68
	1050 mA	115	4736	41	11840	103

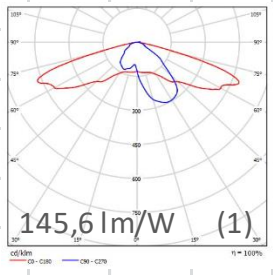
LED HE (CRI70)		Efficacy (lm/W)	12L Flux (lm)	12L Power (W)	30L Flux (lm)	30L Power (W)
2200K	350 mA	129	1733	13	4332	34
	550 mA	129	2683	21	6708	52
	700 mA	127	3377	27	8443	66
2700K	350 mA	148	1992	13	4981	34
	550 mA	148	3086	21	7715	52
	700 mA	146	3884	27	9709	66
	1050 mA	141	5678	40	14195	100
3000K	350 mA	156	2102	13	5255	34
	550 mA	156	3255	21	8138	52
	700 mA	154	4097	27	10243	66
	1050 mA	149	5990	40	14975	100
4000K	350 mA	163	2189	13	5471	34
	550 mA	163	3390	21	8474	52
	700 mA	161	4266	27	10665	66
	1050 mA	155	6237	40	15592	100

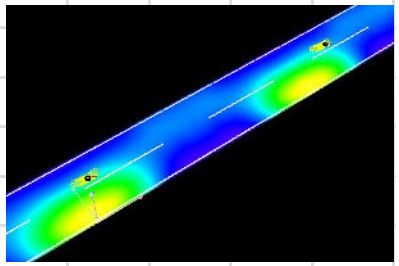
Desarrollo: el led y su luminaria y sistema óptico llevado a la propuesta luminotécnica

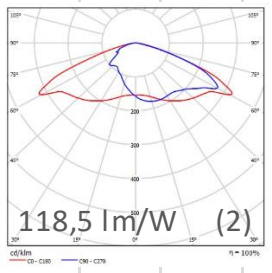
Tres propuestas para un mismo alumbrado, misma geometría y misma luminaria pero con diferentes leds y diferentes sistemas ópticos…. ¿cuál escogeríamos?

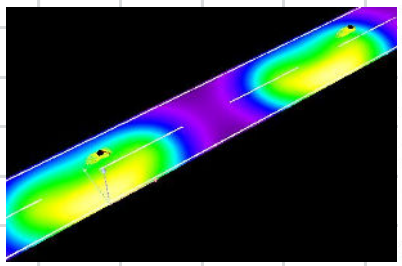
	Iluminacias (lux)					Deslumbramientos					Luminancias (cd/m2)				Ilum. semiesféricas (lux)					Energía		Puntuación
Parámetro	E med	E min	E max	U med	U min	I 70	I 80	I 90	D	G	L med	Uo	U long	TI	Ehs med	Ehs min	Ehs max	U med	U min	P (W)	ε	
Sistema máxima eficiencia (1)	7,58	3,95	14	0,52	0,29	972	72	13	D5	G3	0,53	0,26	0,51	21%	5,23	2,74	7,24	0,52	0,38	22,3	57,1	**22**
Sistema alumbrado visual (2)	7,56	5,06	11	0,67	0,45	530	90	3,7	D5	G3	0,46	0,4	0,58	10%	5,06	3,51	6,39	0,69	0,55	28,9	44	**29**
Sistema alumbrado confortable (3)	7,58	2,63	14	0,35	0,18	208	83	11	D4	G3	0,4	0,38	0,46	11%	4,82	2,23	7,3	0,46	0,31	26,6	47,9	**15**

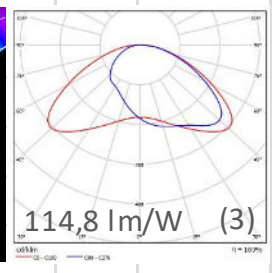














Desarrollo: el led y su luminaria y sistema óptico llevado a la propuesta luminotécnica

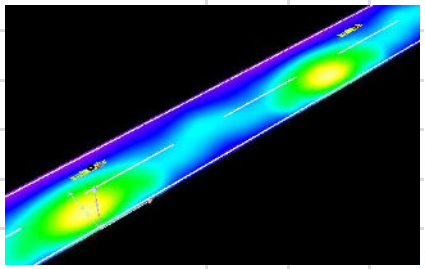
Tres propuestas para un mismo alumbrado, misma geometría y misma luminaria pero con diferentes leds y diferentes sistemas ópticos…. ¿cuál escogeríamos?

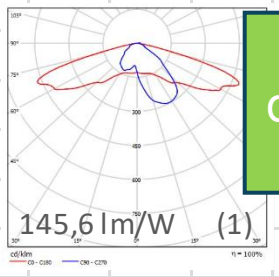
	Iluminacias (lux)					Deslumbramientos					Luminancias (cd/m2)				Ilum. semiesféricas (lux)					Ei		
Parámetro	E med	E min	E max	U med	U min	I 70	I 80	I 90	D	G	L med	Uo	U long	TI	Ehs med	Ehs min	Ehs max	U med	U min	P (W)		
Sistema máxima eficiencia (1)	7,58	3,95	14	0,52	0,29	972	72	13	D5	G3	0,53	0,26	0,51	21%	5,23	2,74	7,24	0,52	0,38	22,3	57,1	**22**
Sistema alumbrado visual (2)	7,56	5,06	11	0,67	0,45	530	90	3,7	D5	G3	0,46	0,4	0,58	10%	5,06	3,51	6,39	0,69	0,55	28,9	44	**29**
Sistema alumbrado confortable (3)	7,58	2,63	14	0,35	0,18	208	83	11	D4	G3	0,4	0,38	0,46	11%	4,82	2,23	7,3	0,				**15**

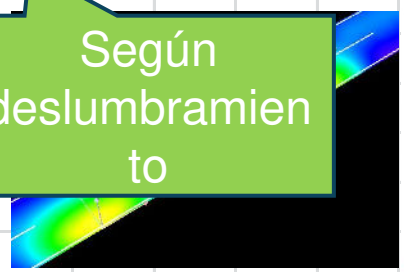
Según eficiencia

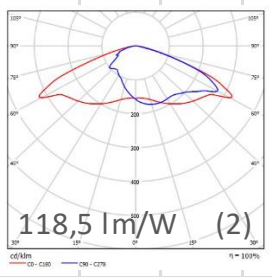
Según puntuación

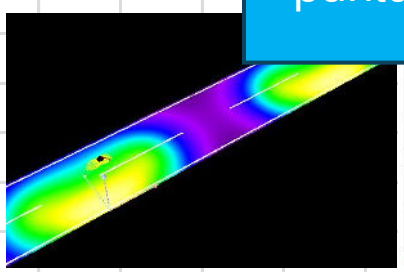
Según deslumbramiento

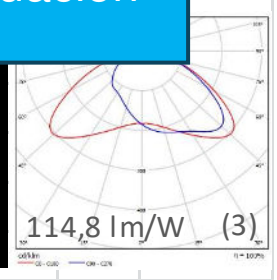














#1

¡la eficiencia está sobrevalorada!

El hecho de que se premie, se puntúe o monetice, la eficiencia provoca que la industria, y el mercado!, escoja leds que aún siendo más eficaces no ofrecen unas cualidades acorde a lo exigido y no cumplan con unos estándares de calidad exigibles

Un buen consejo del que se ya se han hecho eco en diferentes prescripciones es:

Exigir un mínimo en cuanto a eficacia lm/W del sistema y no premiar eficacias superiores

#2

¡los leds más “eficaces” no son los mejores leds!

Otras cualidades de los leds, más allá de la eficiencia, definen sus características funcionales y ayudan a confiar en el mantenimiento de sus prestaciones. La garantía no lo va a soportar todo…

Un buen consejo del que se ya se han hecho eco en diferentes prescripciones es:

Definir aquellas cualidades mínimas, ¡y contrastables!, que identifican la funcionalidad de un led

#3

¡la luz más eficiente no es siempre la más eficaz!

El sistema lumínico determinará la sensación visual, y la visibilidad, del receptor… su EFICACIA!.

La EFICIENCIA del sistema influye únicamente en un pequeño porcentaje en la visibilidad, será la distribución espacial de la luz y la falta de deslumbramiento y el confort visual lo que realmente determinará la consecución del objetivo:

¡ver suficiente y cómodamente bien!

Conclusiones

#3

eficacia

1. f. Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

eficiencia

2. f. Capacidad de lograr los resultados deseados con el mínimo posible de recursos.

Detalles que no se cuentan sobre la tecnología LED… y trascienden en la determinación de sus cualidades y calidades

Oscar Gonçalves / Francisco Cavaller

Muchas gracias
y
¡Buena Luz a todos!