

# Curso de Alumbrado LED – Clase 4, Tecnología LED

## Facultad de Ingeniería - Universidad de la República



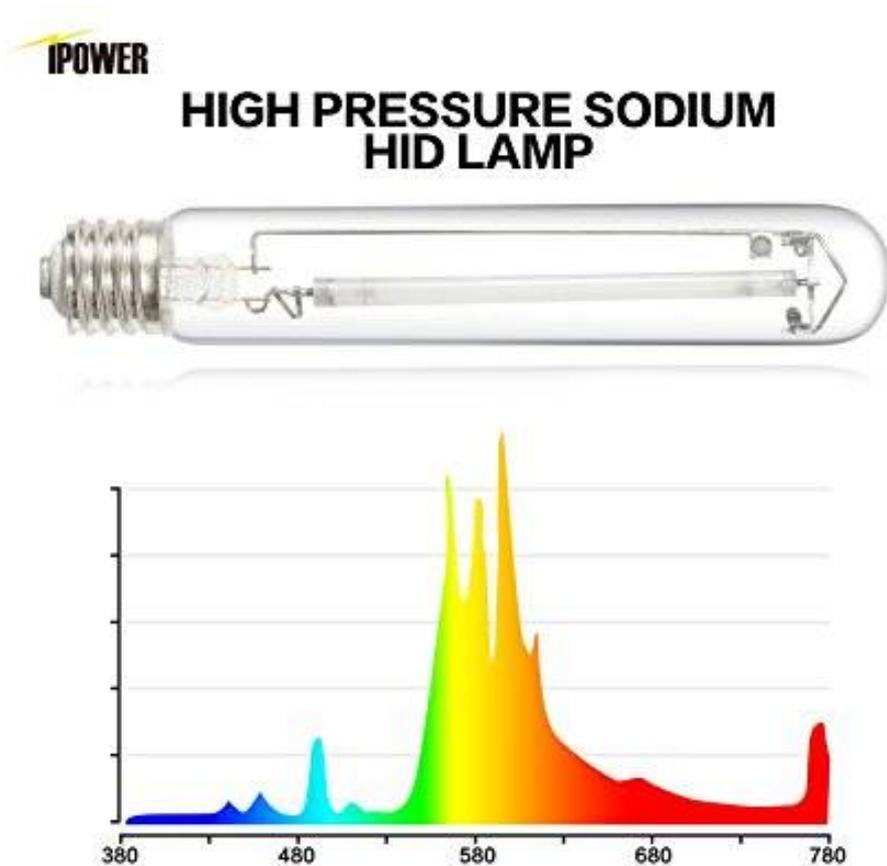
2018



Curso Alumbrado LED de la FING - Ing. Michael Varela Tecnología LED

1

# Tecnologías predecesoras

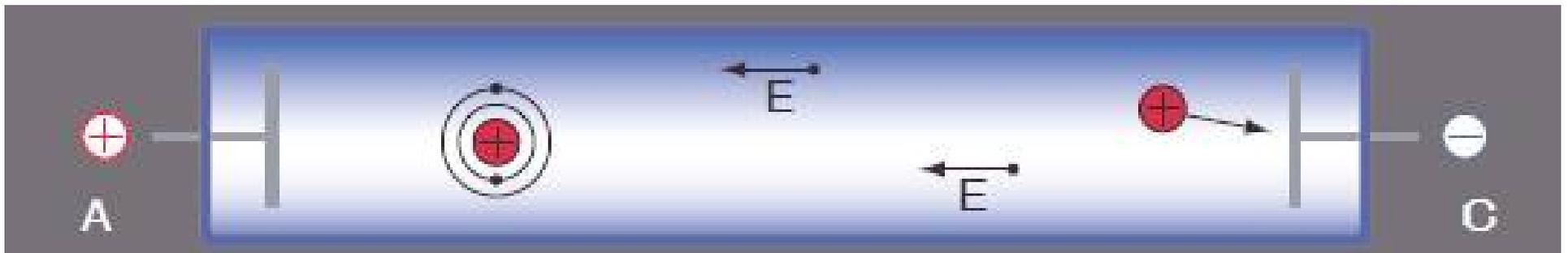


- Como tecnologías anteriores al LED para la iluminación exterior se tienen principalmente:
  - Halogenuros metálicos
  - Sodio
  - Mercurio



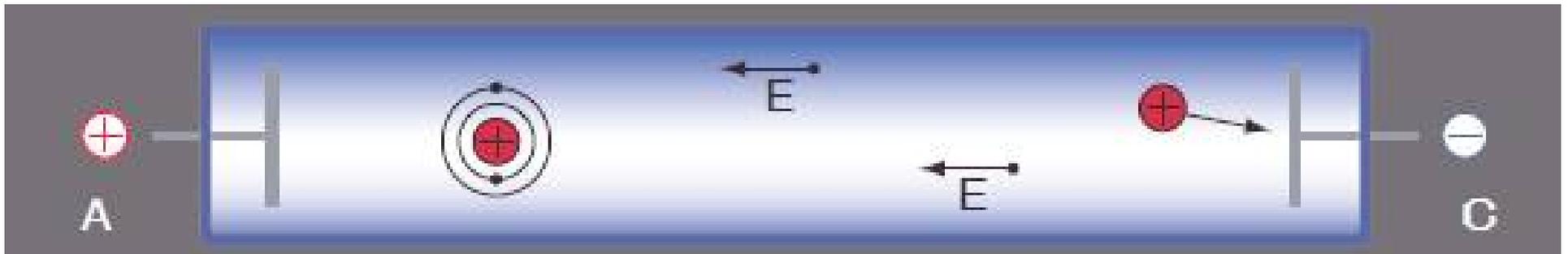
# Luz de descarga eléctrica en un gas

- Al aplicar una corriente continua entre los bornes A y C de un tubo de descarga, se crea un campo eléctrico.
- Este acelera los electrones presentes en el gas hacia C, haciéndolo impactar contra átomos en el camino
- Estos a su vez liberan debido al choque más electrones

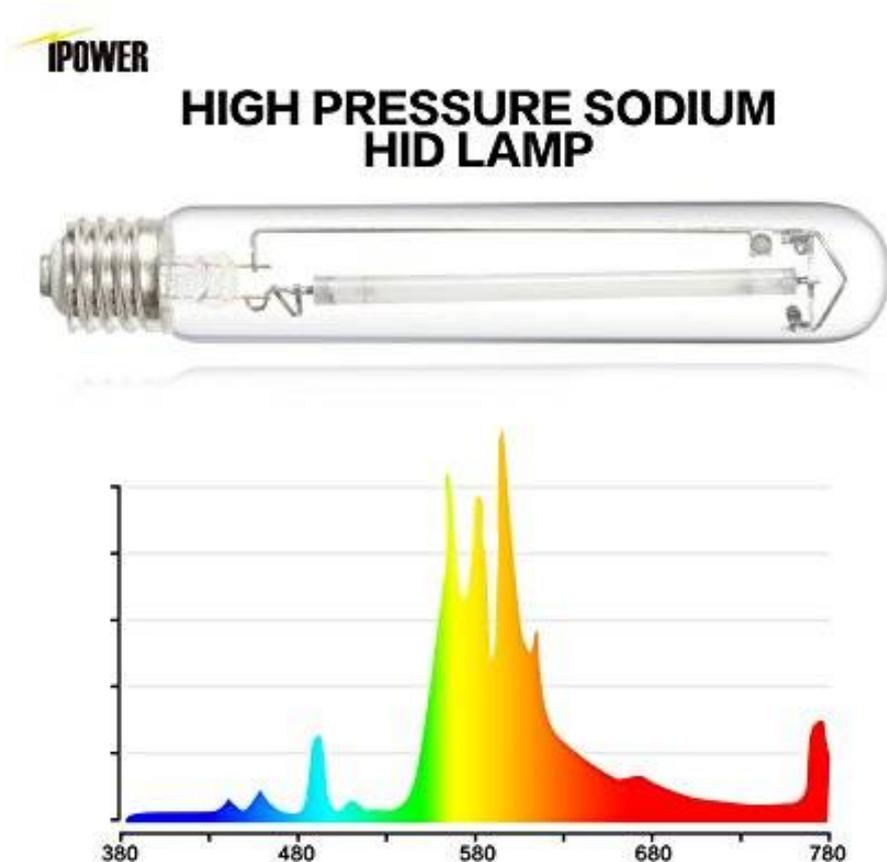


# Luz de descarga eléctrica en un gas

- Cuando alguno de los electrones retorna al átomo, este emite energía
- Dependiendo del gas noble o metálico que llene el tubo, se emitirán determinados colores característicos.
- Ejemplo en Neón emite un rojo-anaranjado



# Luz de descarga eléctrica en un gas



- Finalmente, existen 2 características importantes
- Cuanto mayor sea la presión del gas, más ancho es el espectro lo que significa mejor reproducción del color
- Para lámparas de vapor metálico, se requiere evaporar el metal que se encuentra sólido o líquido.



# Lámparas de vapor de Mercurio



- Es una tecnología ya superada en el mercado
- En particular el vapor de Hg, emite radiación UV que luego es transformada en luz visible
- Esta transformación del espectro la hace poco eficiente
- Su reproducción del color ya ha sido superada por el LED



# Lámparas de vapor de Sodio



- Es una tecnología aun muy fuerte
- Presenta muy altos valores de eficiencia
- Entre 140 lm/W para Alta presión y hasta 200 lm/W para baja presión
- A estos valores luego se le deben descontar perdidas en la luminaria y balasto (LOR)



# Lámparas de vapor de Sodio



- Como desventaja, presenta una pésima reproducción del color.
- Para alta presión valores no mayores de CRI a 30
- Para baja presión los valores de CRI son incluso negativos, ya que la luz es de un solo color, no blanca.



# Lámparas de vapor de Sodio



- Estas lámparas presentan gran resistencia a la temperatura, trabajando normalmente hasta a 1000 °C.
- Vida media elevada de hasta 15.000 hs
- Alta eficiencia mayor a 100 lm/W
- Necesitan de equipo auxiliar y tiempo de encendido.



# Lámparas de halogenuros metálicos

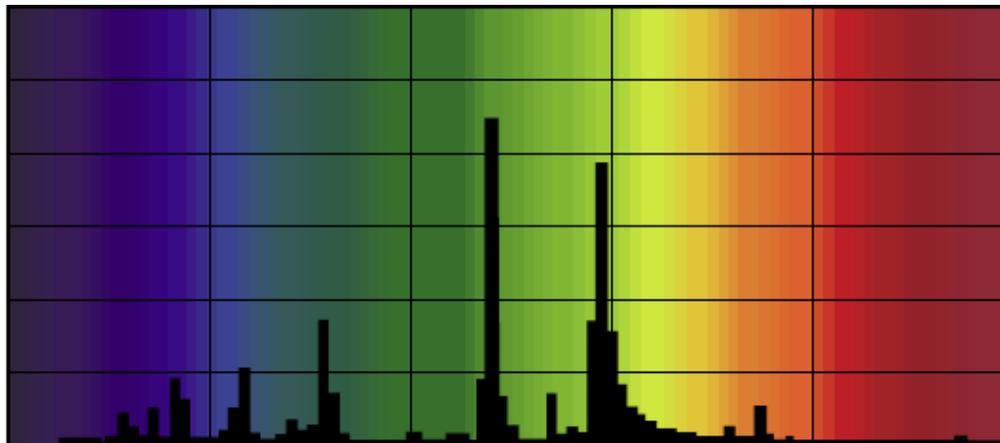


- Las lámparas de halogenuros metálicos es otra variedad de las lámparas de vapor de mercurio.
- Se añaden aditivos metálicos para potenciar aumenta su rendimiento
- Tanto luminoso como de color.
- Se puede adaptar a las necesidades del usuario variando la composición de los metales añadidos.

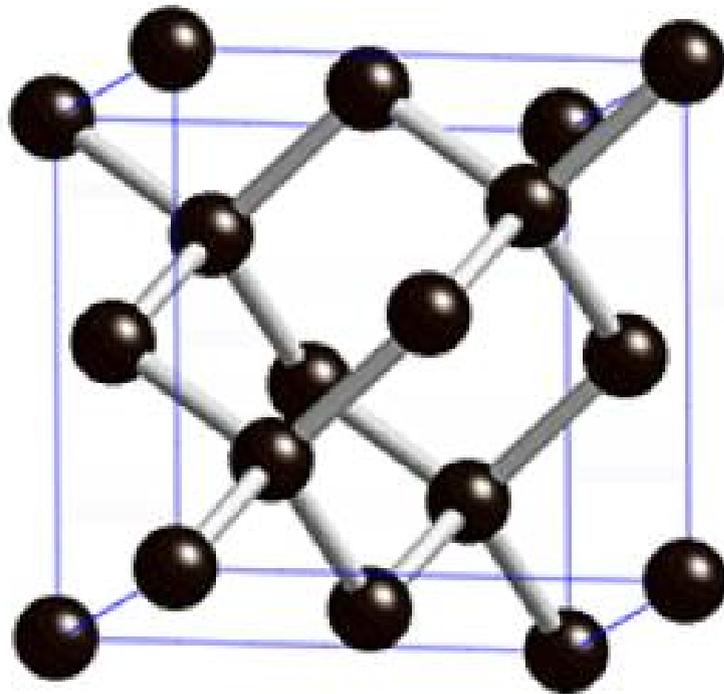


# Lámparas de halogenuros metálicos

- Presentan un buen CRI de hasta 90, en 2 temperaturas de color posibles: 2800 K y 5000 K
- Tienen una vida media de 10.000 h
- Tienen una eficiencia elevada de entorno 80 lm/W
- Como desventaja, requieren equipo auxiliar y tiempo de encendido



# Electroluminiscencia

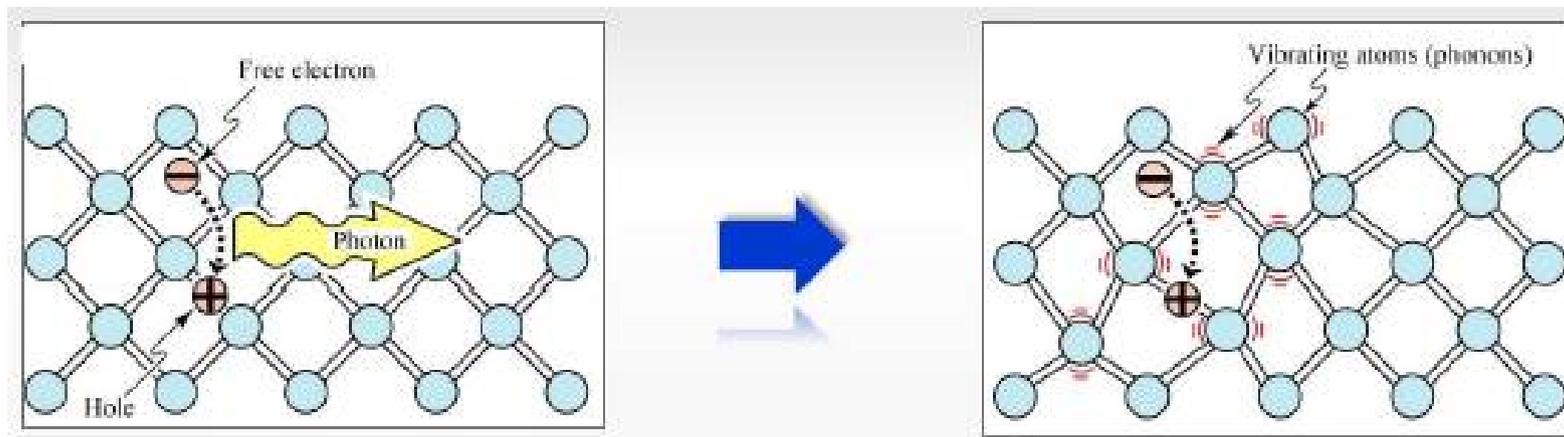


- Es un fenómeno eléctrico y óptico en el que un material emite luz cuando una corriente eléctrica o un campo eléctrico fuerte lo atraviesa.

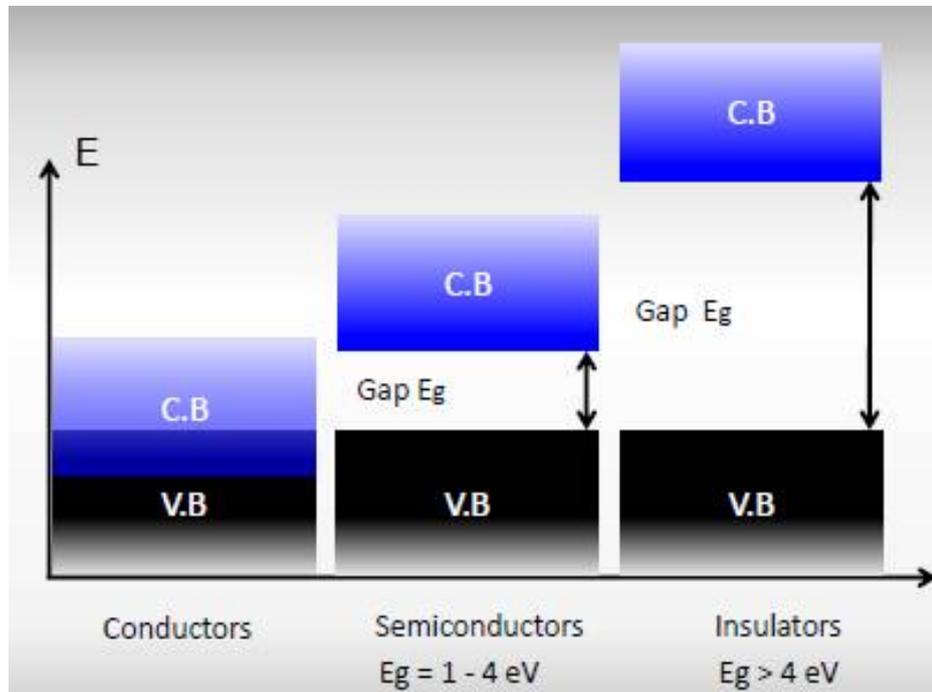


# Electroluminiscencia

- Los diodos son dispositivos semiconductores unidireccionales.
- Cuando circula corriente a través de ellos, los electrones libres de la capa N se mueven a través del diodo y se combinan con los agujeros vacíos de la capa P.



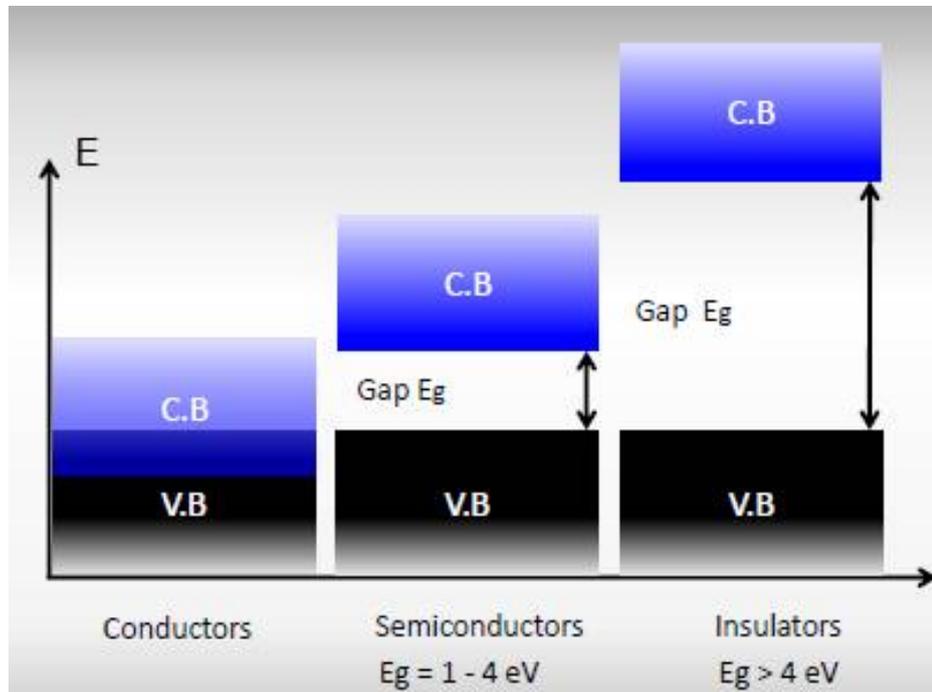
# Bandas de energía – Semi-Conductores



- En los materiales, los electrones encargados de conducir corriente eléctrica o sea los que se pueden mover libremente son los mas alejados.
- La zona donde se encuentran estos electrones se llama banda de conducción



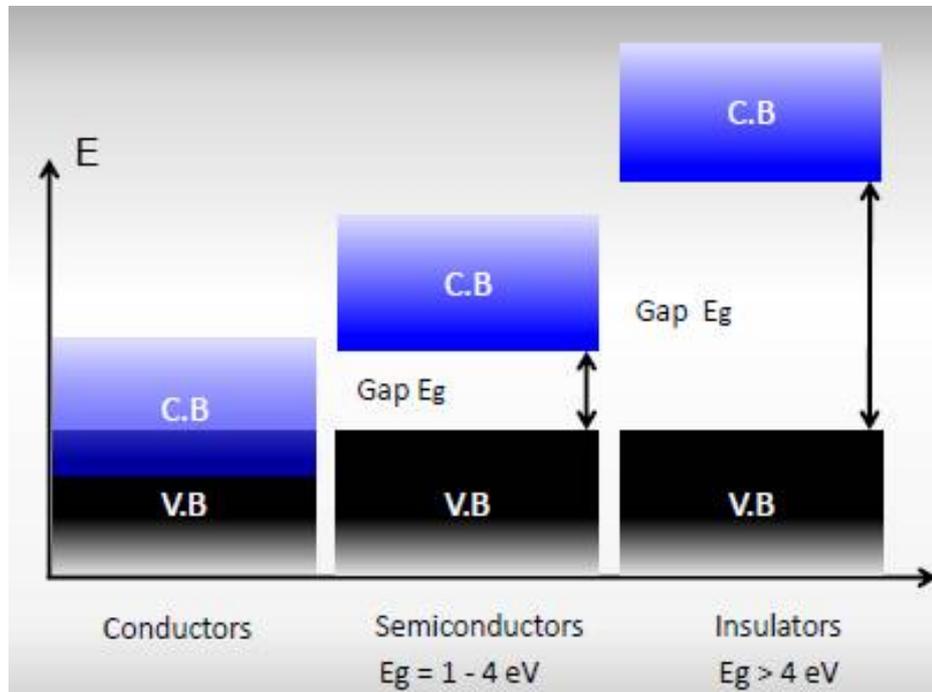
# Bandas de energía – Semi-Conductores



- A la zona donde se encuentran los conductores inmediatamente antes se llama banda de valencia
- Los electrones pueden pasar de una banda a la otra liberando o absorbiendo energía



# Bandas de energía – Semi-Conductores



- Si la energía necesaria para pasar de una a otra es 0, entonces el material es conductor
- Si la energía necesaria para pasar de una banda a la otra es de 1 a 4 eV tenemos un semi conductor como en los LED
- Si es mayor el material es aislante



# Relación entre la tensión y el color

- LEY DE PLANK
- $\Lambda = c.h/ E_g$
- Esta ecuación relaciona la longitud onda de la luz emitida o sea el color
- Con la energía del salto
- Indicando que cuanto mayor sea la energía, más azul será la luz emitida.



# Semiconductores usados en LEDs

## AlInGaP

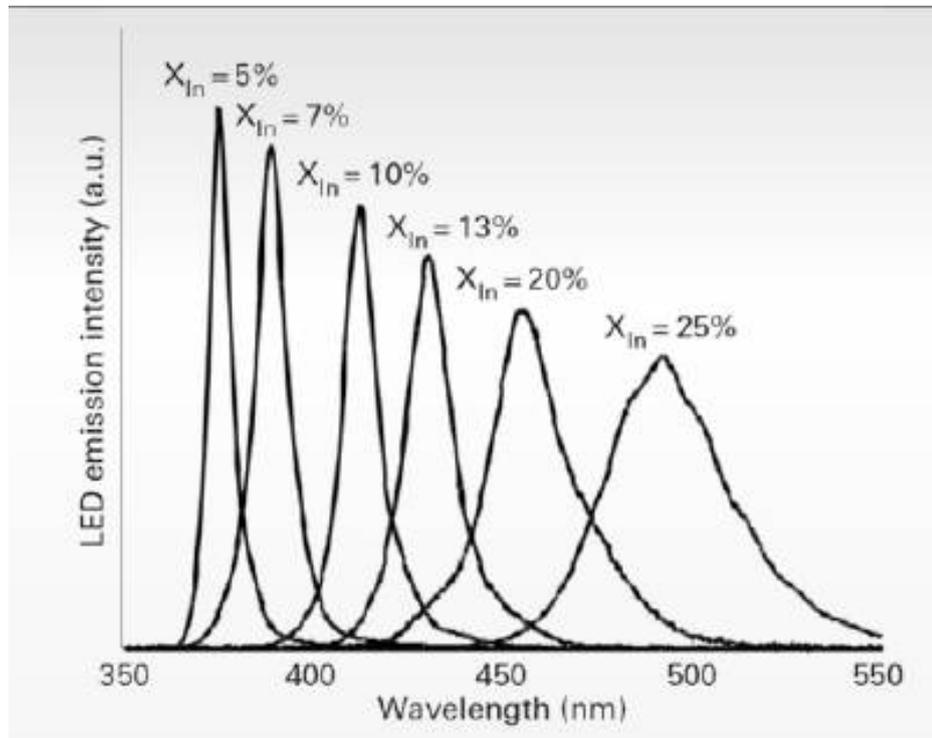
- Rojo
- Naranja
- Ámbar
- Verde amarillento

## InGaN

- UV
- Azul (Dental)
- Verde
- Blanco (a partir de recubrimiento con fósforos)



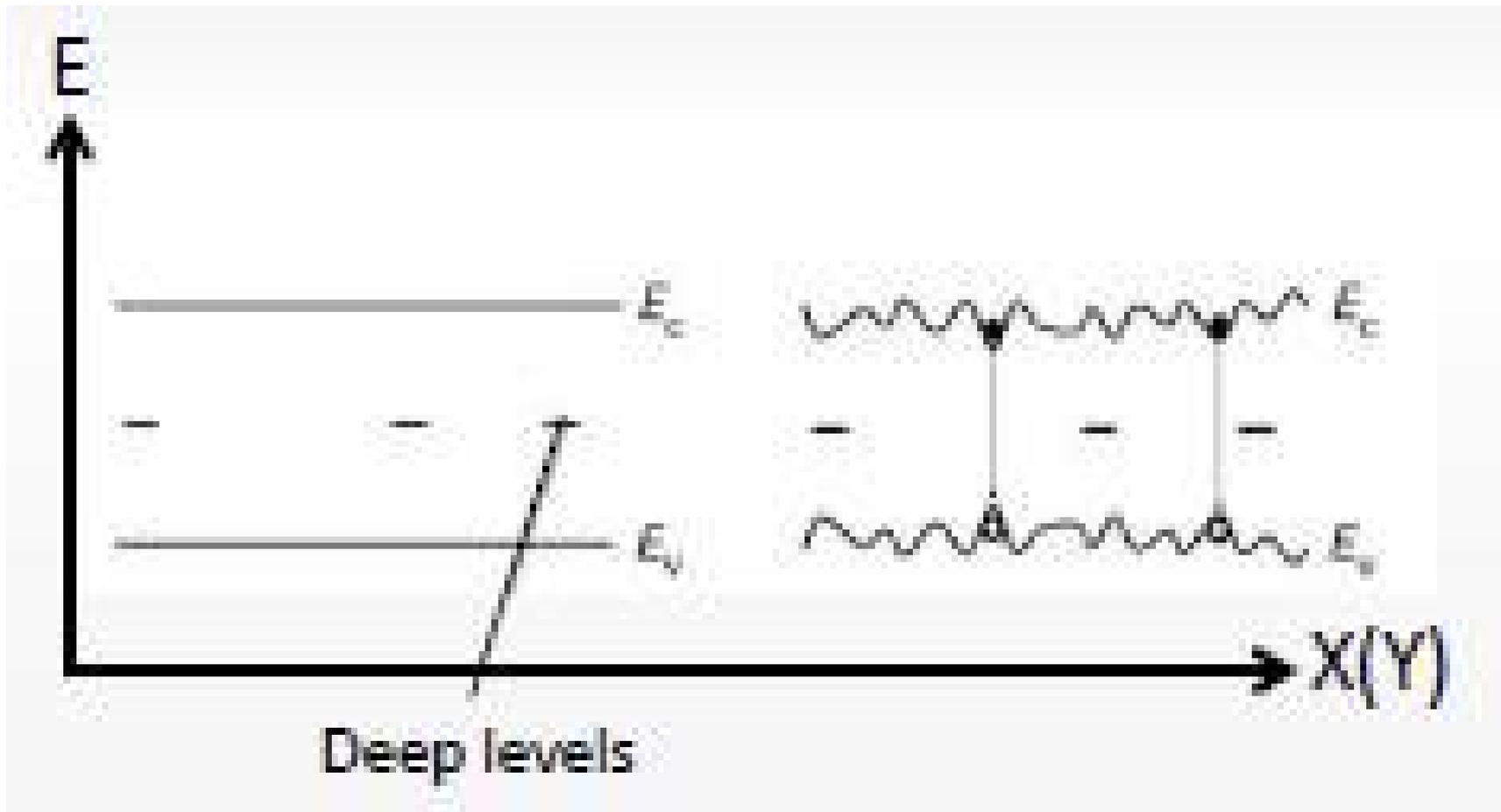
# InGaN LED



- La concentración de indio permite la construcción de LED con emisión más verdes y con mayor ancho de banda en el espectro
- Por otro lado hace al LED menos homogéneo en la emisión del color



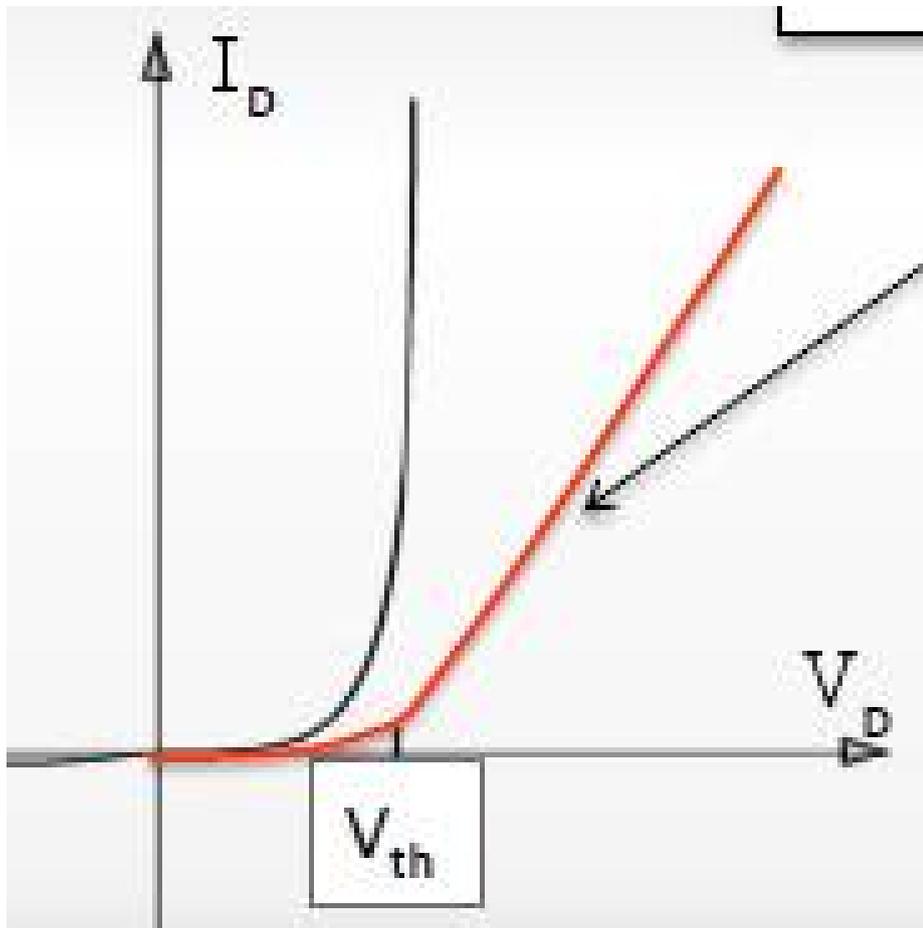
# InGaN LED



# Pausa



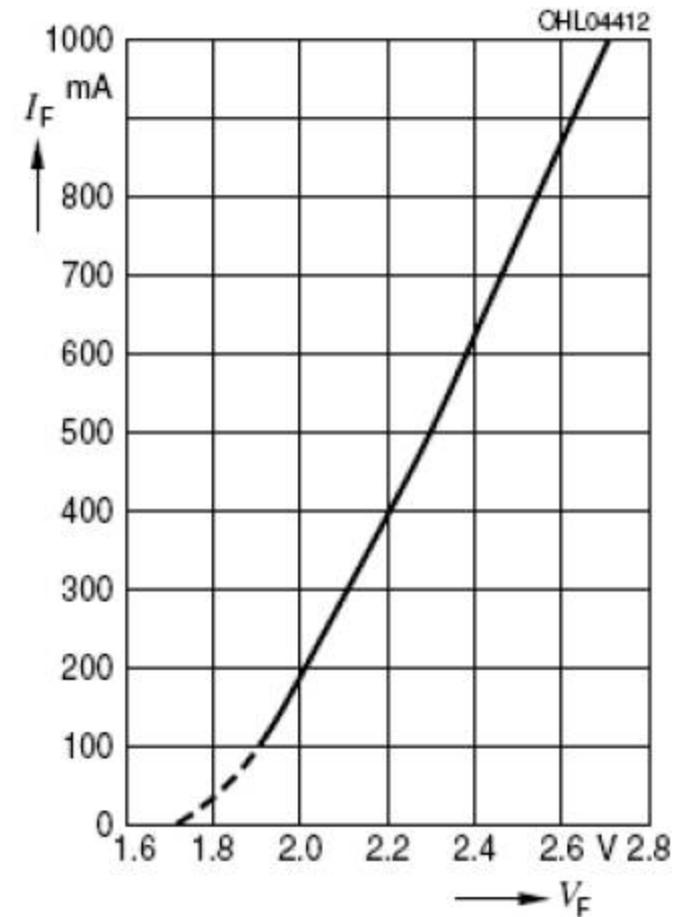
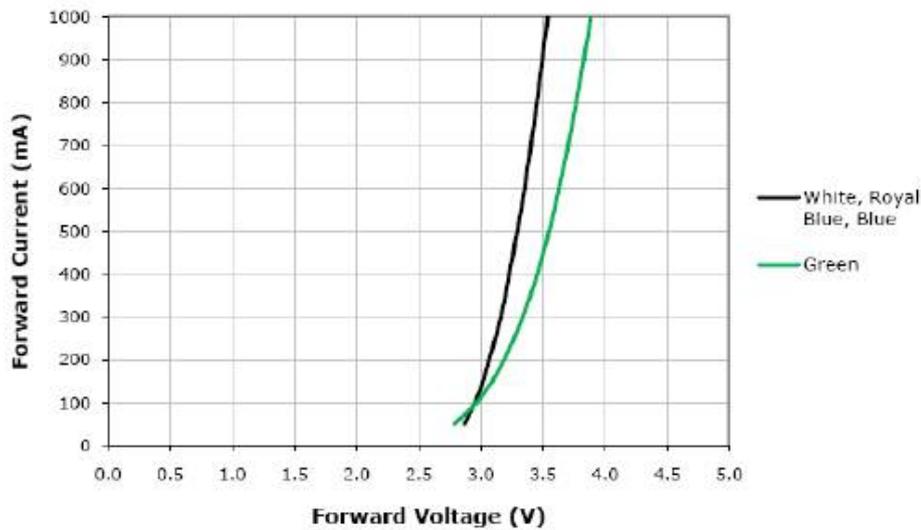
# Voltaje en función de la corriente



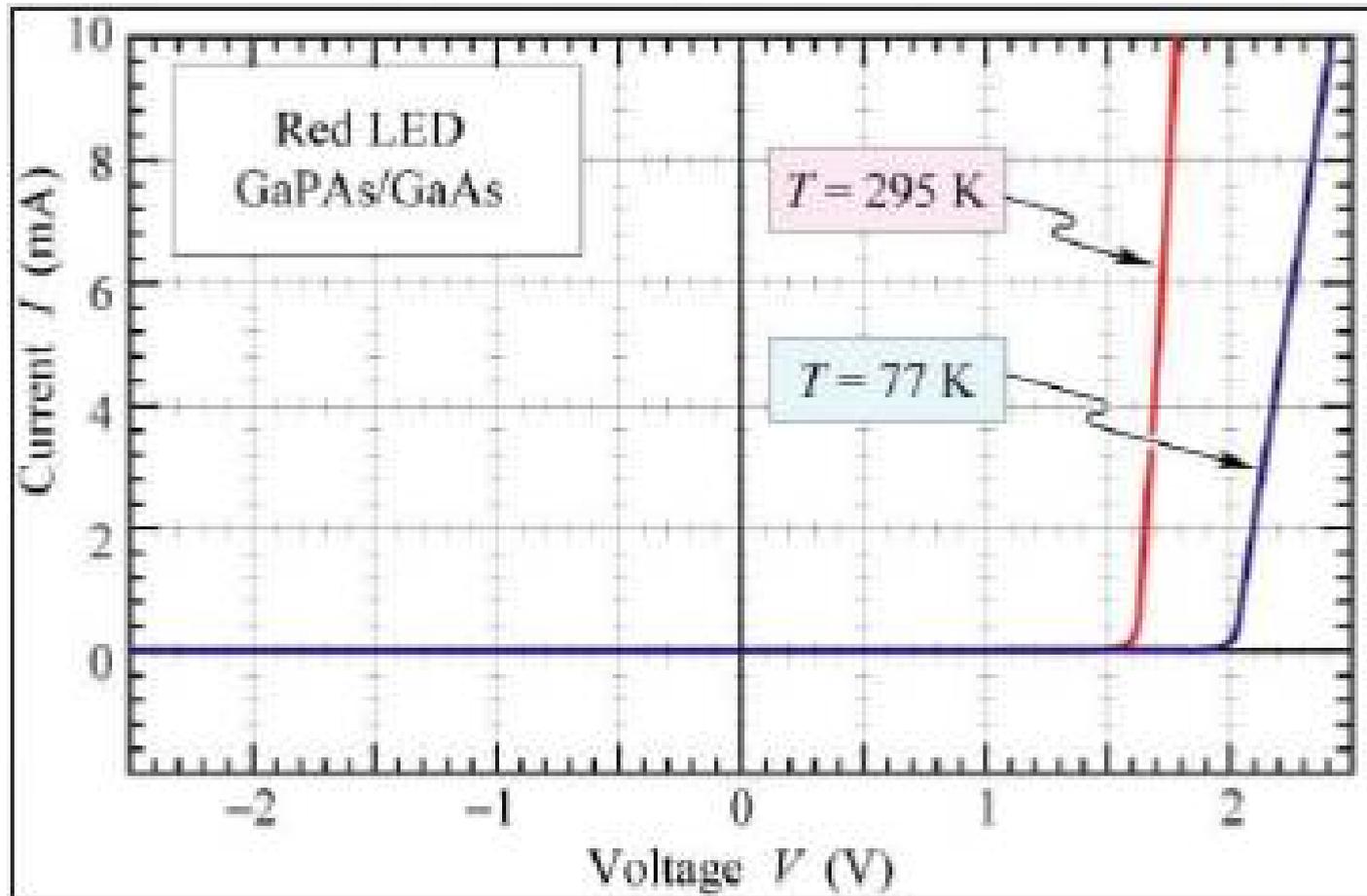
- Si bien el LED es un diodo
- Presenta un  $V_{th}$  de conducción de 3 a 4 veces mayor al de los diodos convencionales
- La resistencia de conducción ya no puede ser despreciada.



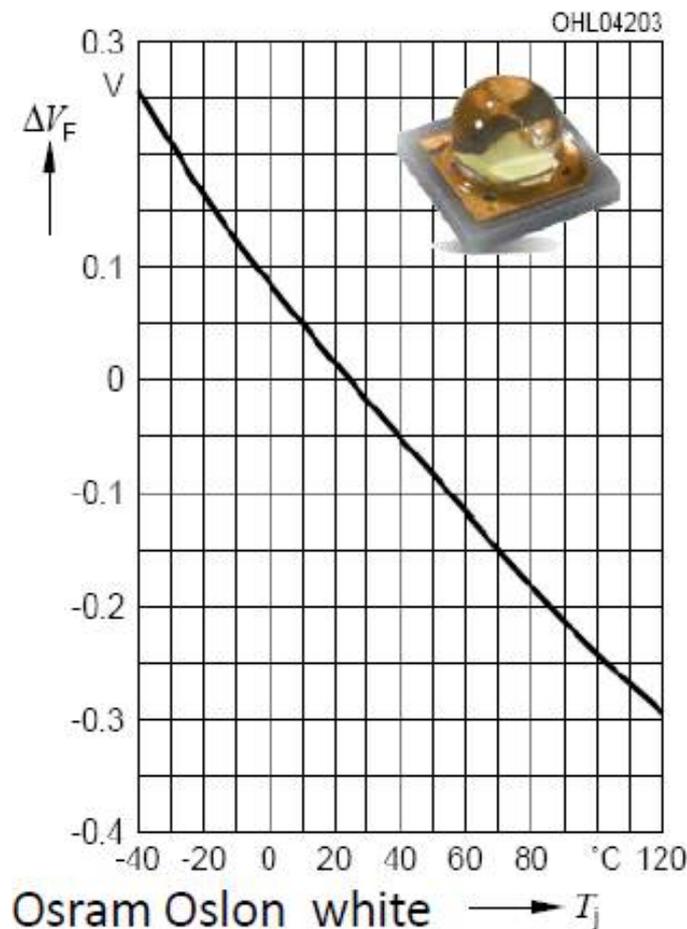
# CREE XPE Blanco – Osram Oslon Rojo



# $V_{th}$ en función de la temperatura



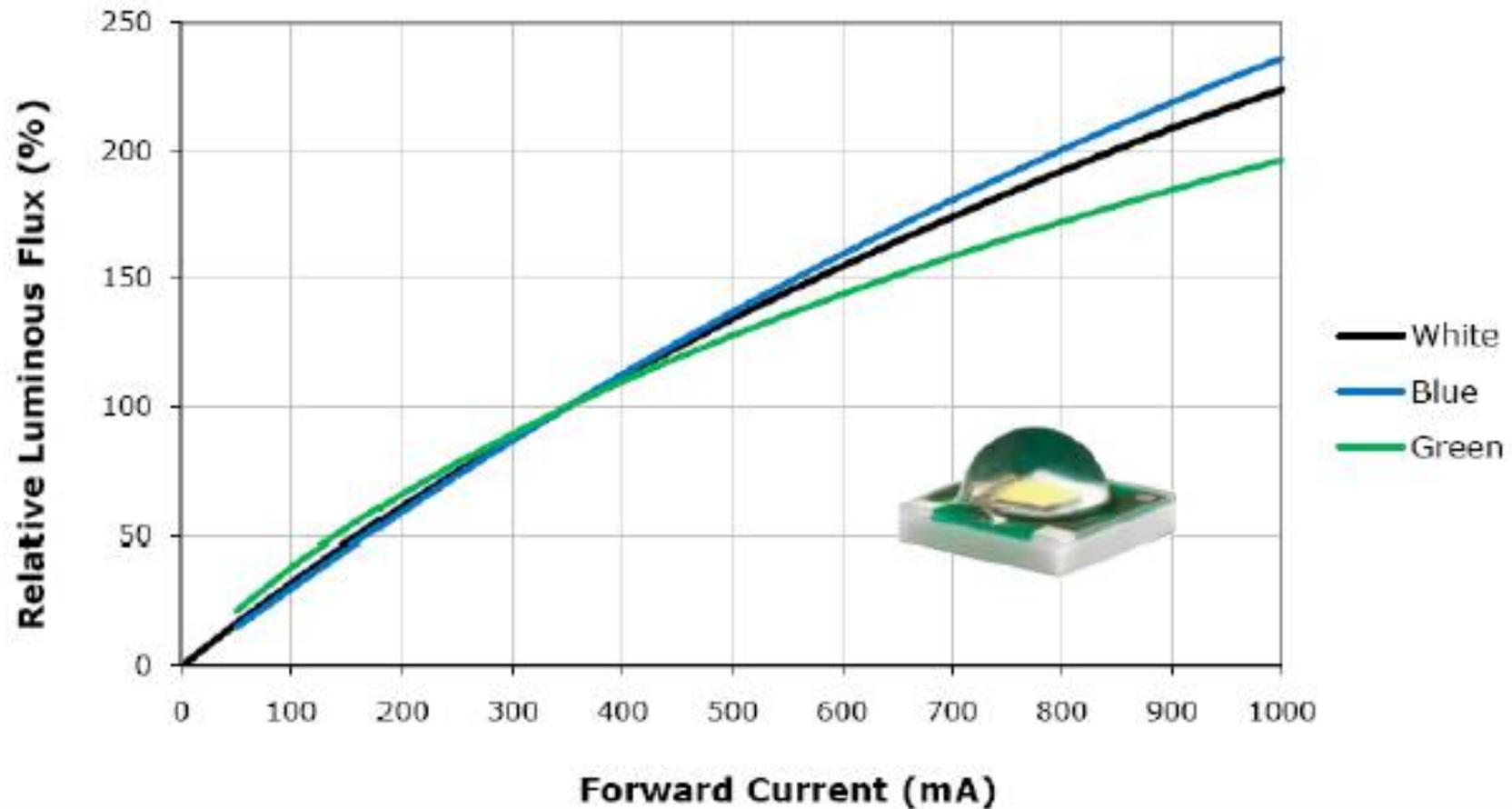
# V<sub>th</sub> en función de la temperatura



- Por ejemplo para este LED de Osram
- El fabricante informa la variación en la tensión de umbral en función de la temperatura.

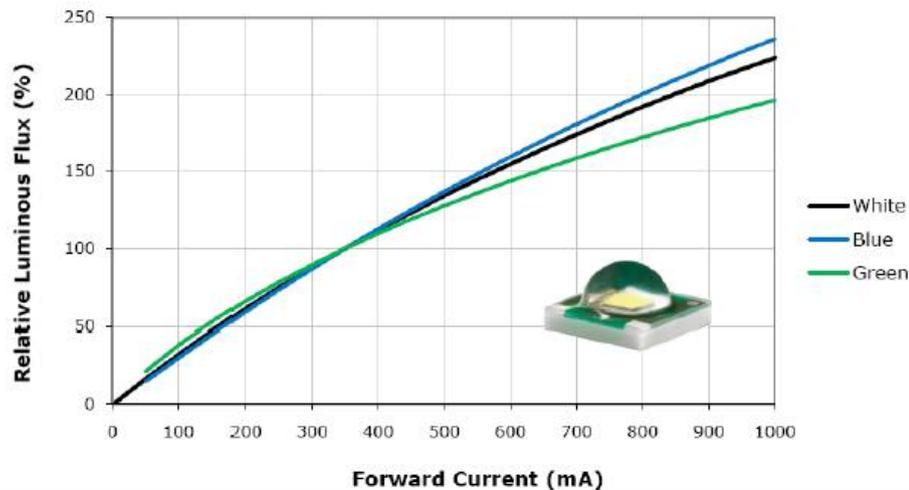


# Flujo luminoso en función de la corriente

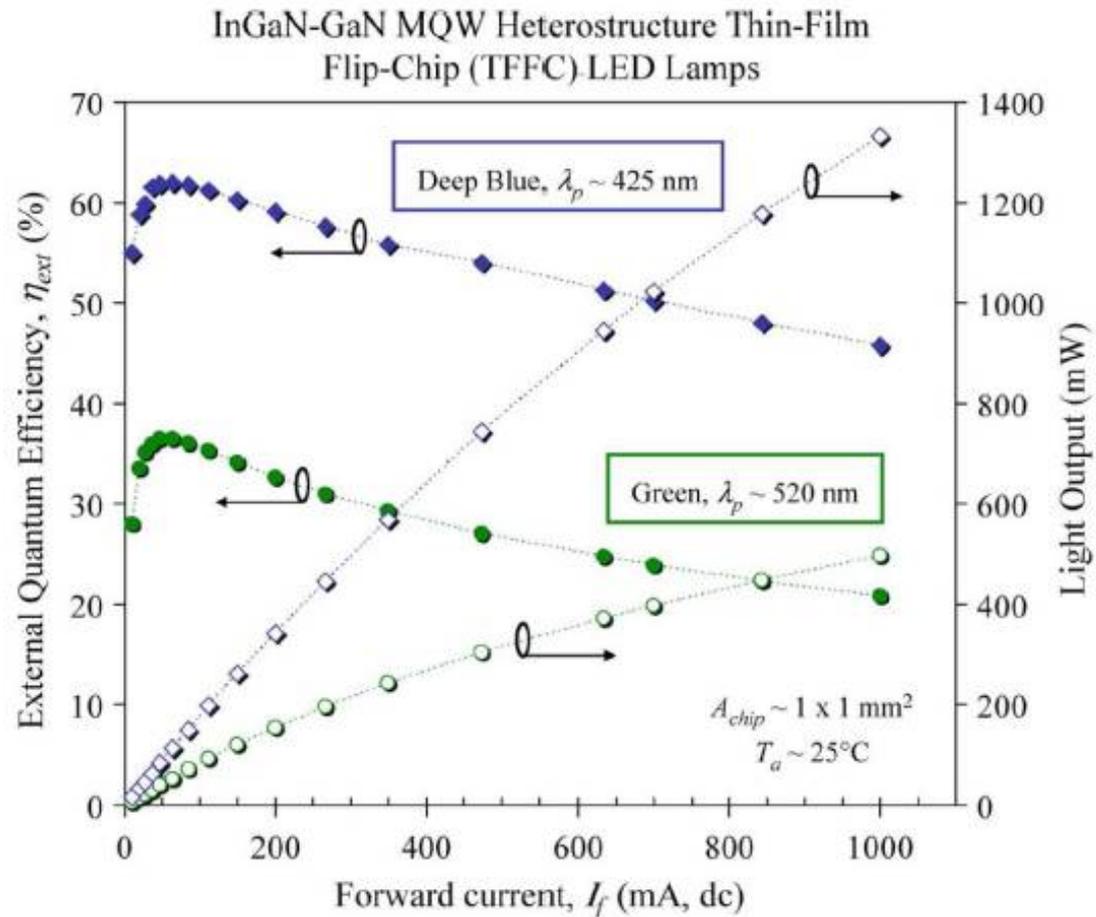


# Flujo luminoso en función de la corriente

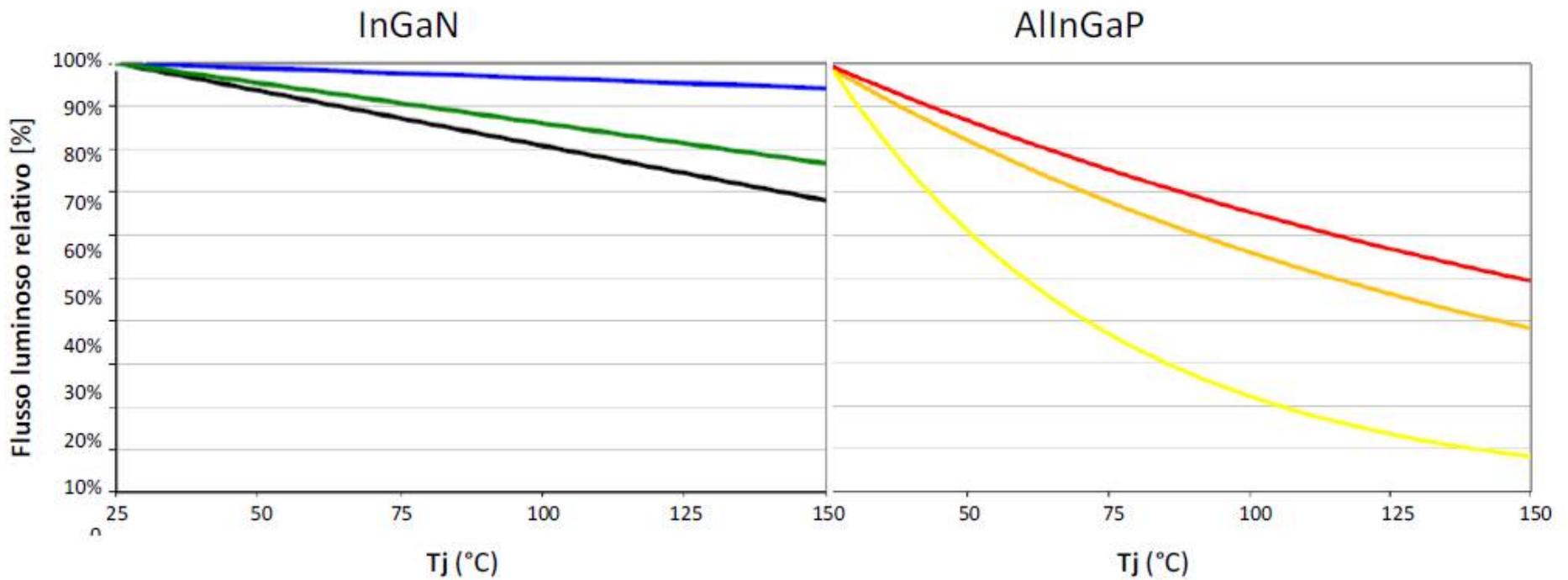
- Si bien a mayor corriente, mayor cantidad de átomos son excitados
- El aumento no es lineal
- Esto se debe a que también aumentan las pérdidas dentro de LED
- Pérdidas Joule
- Pérdidas en la juntura



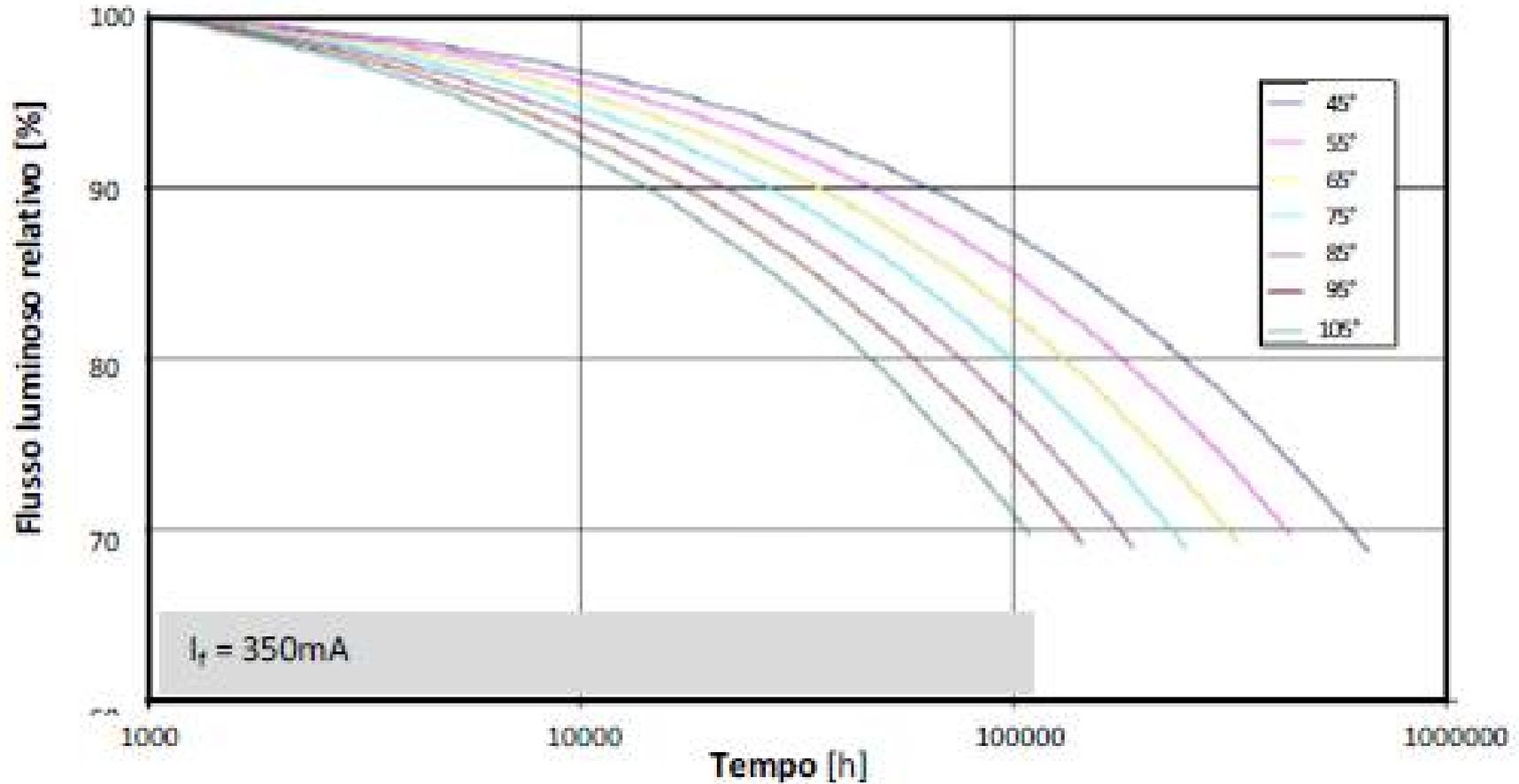
# Flujo luminoso en función de la corriente



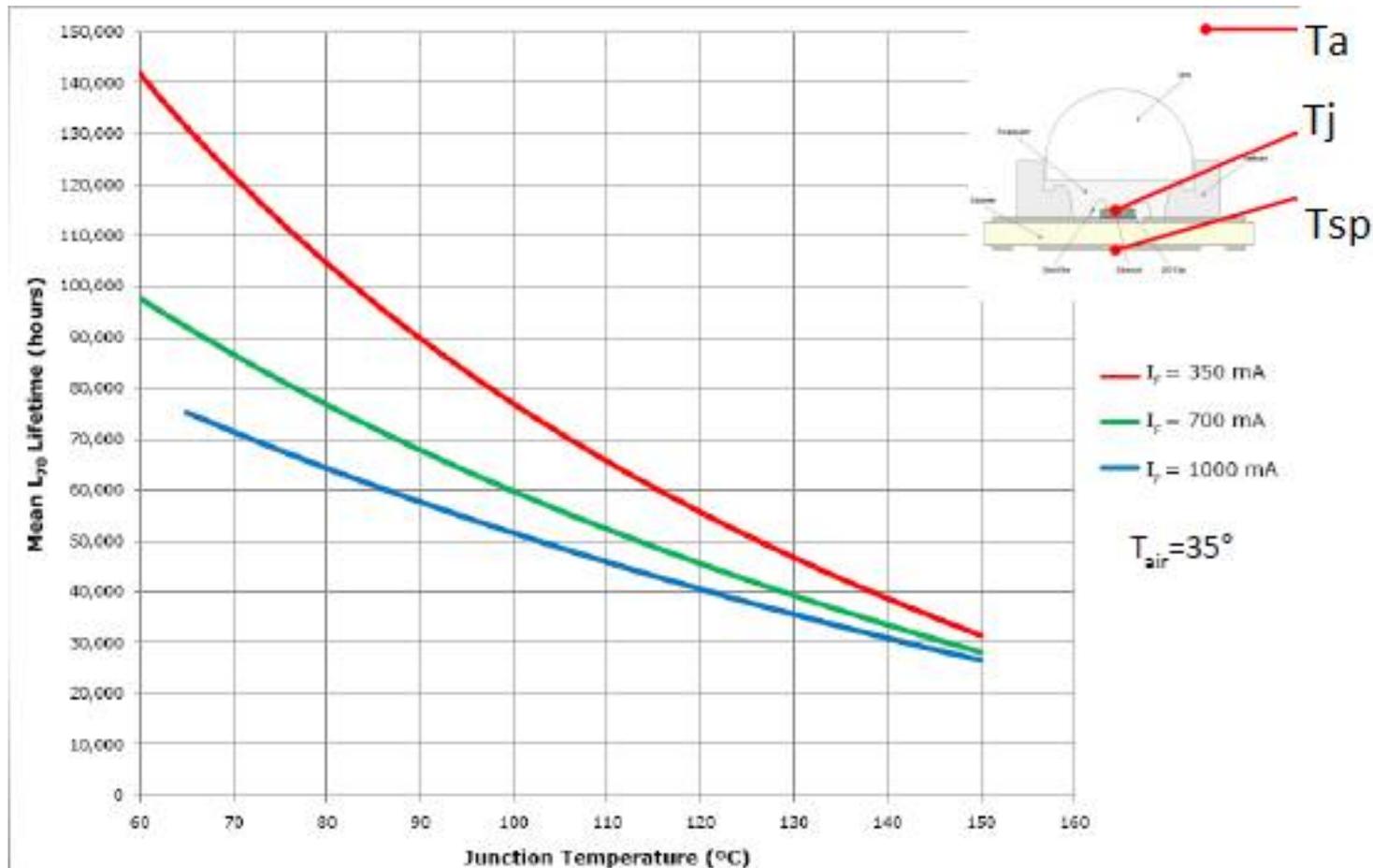
# Flujo luminoso en función de T



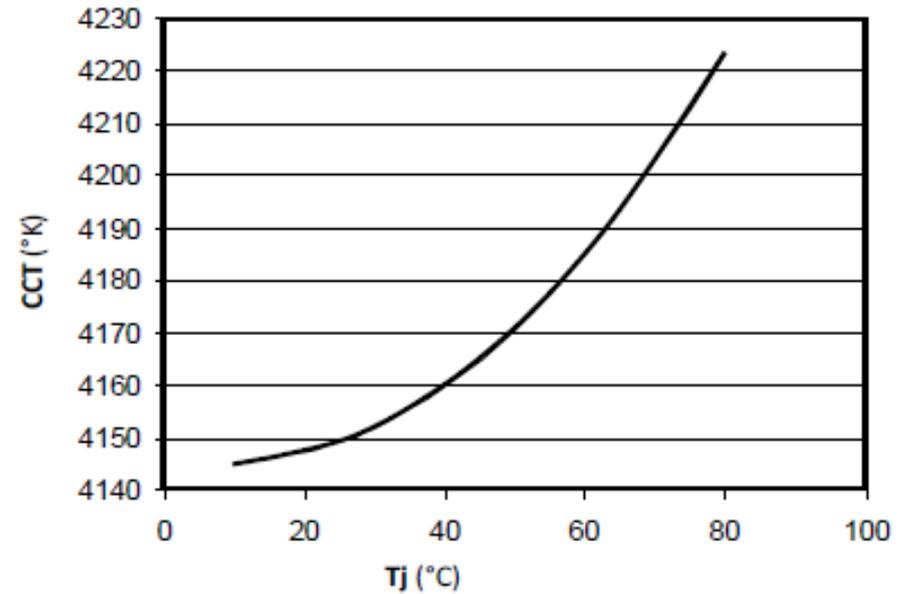
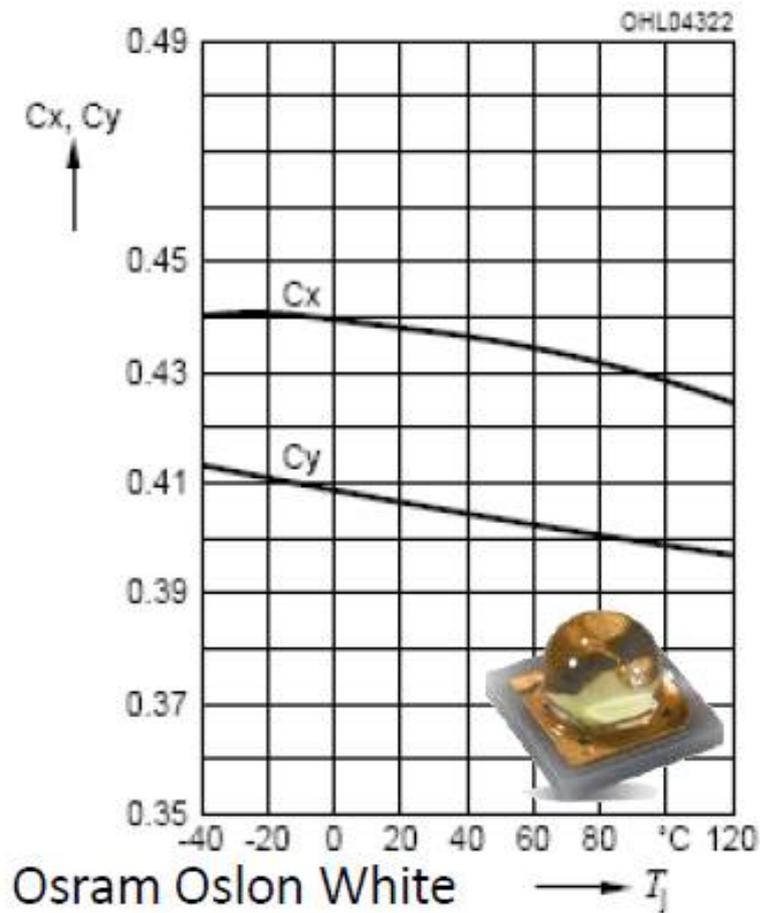
# Vida útil en función de T



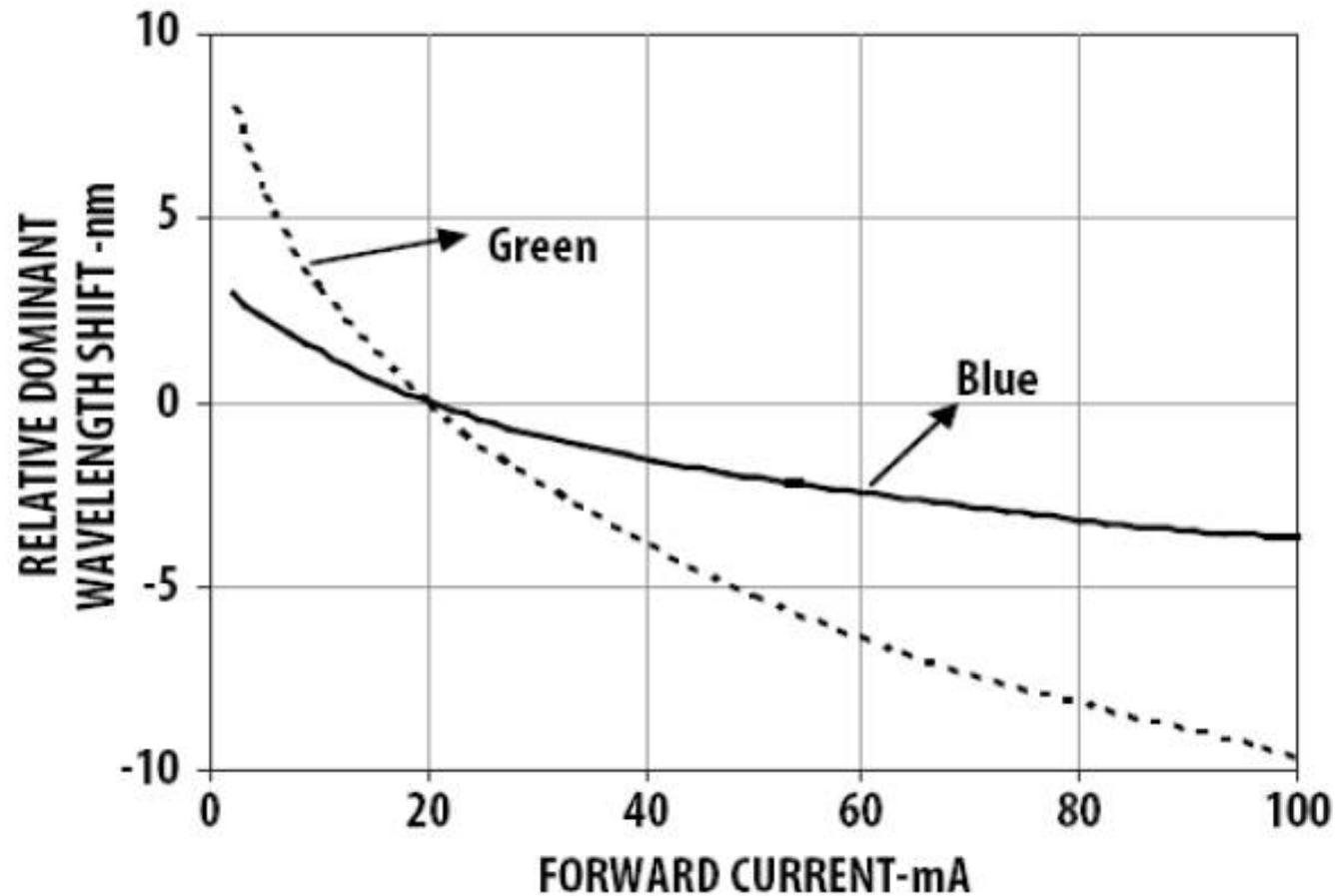
# Vida útil en función de (T,I)



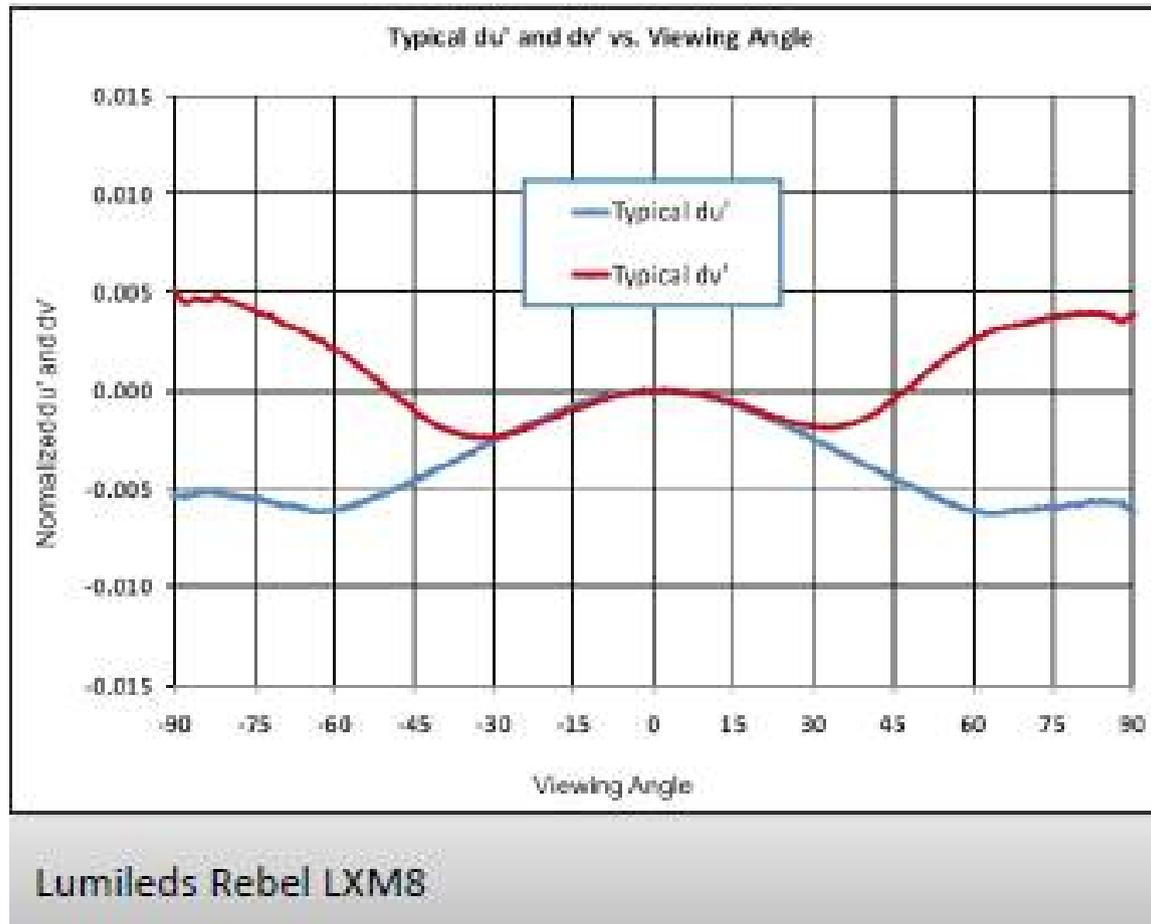
# Color en función de T – Cree XRE



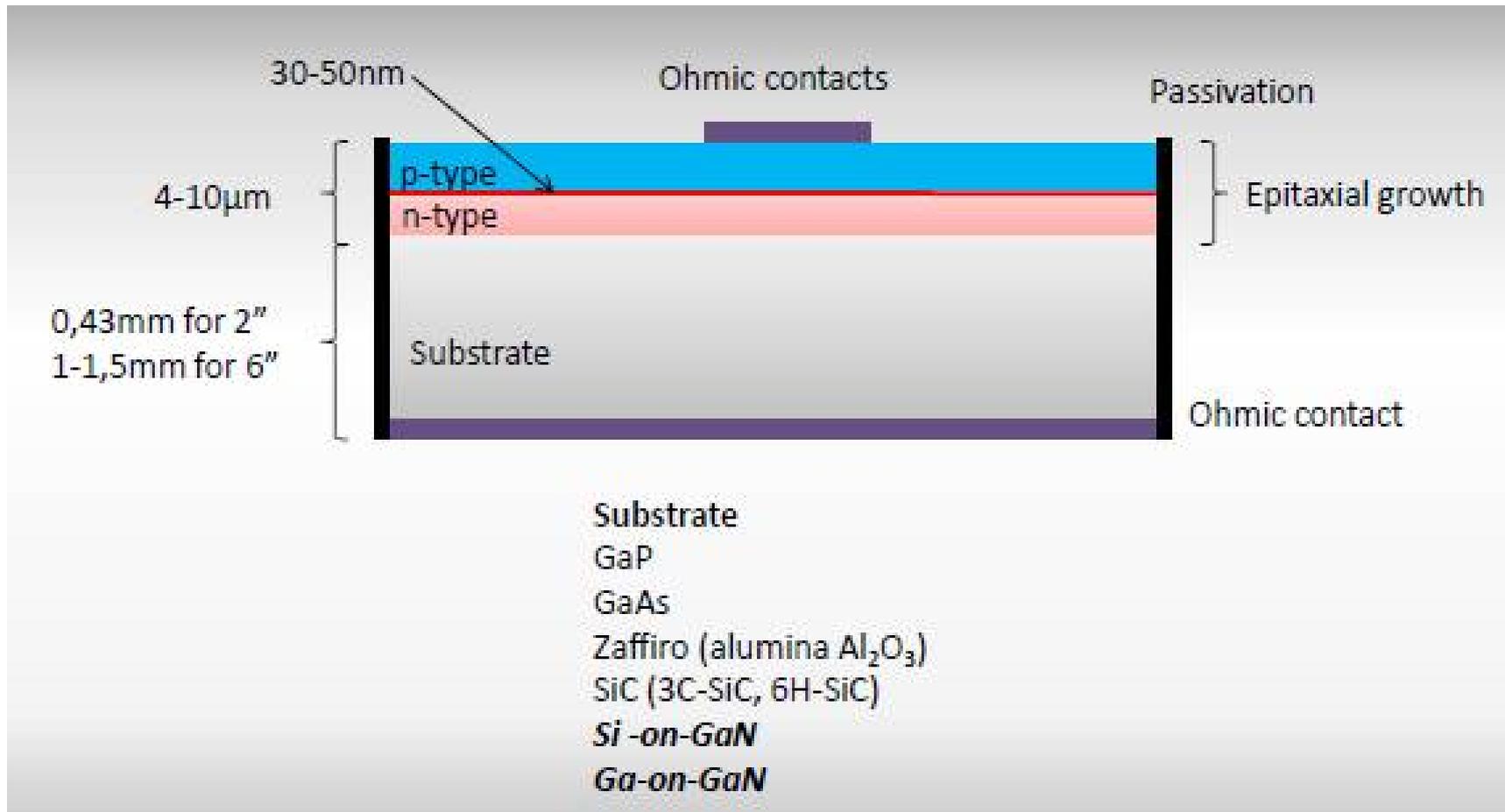
# Color en función de corriente



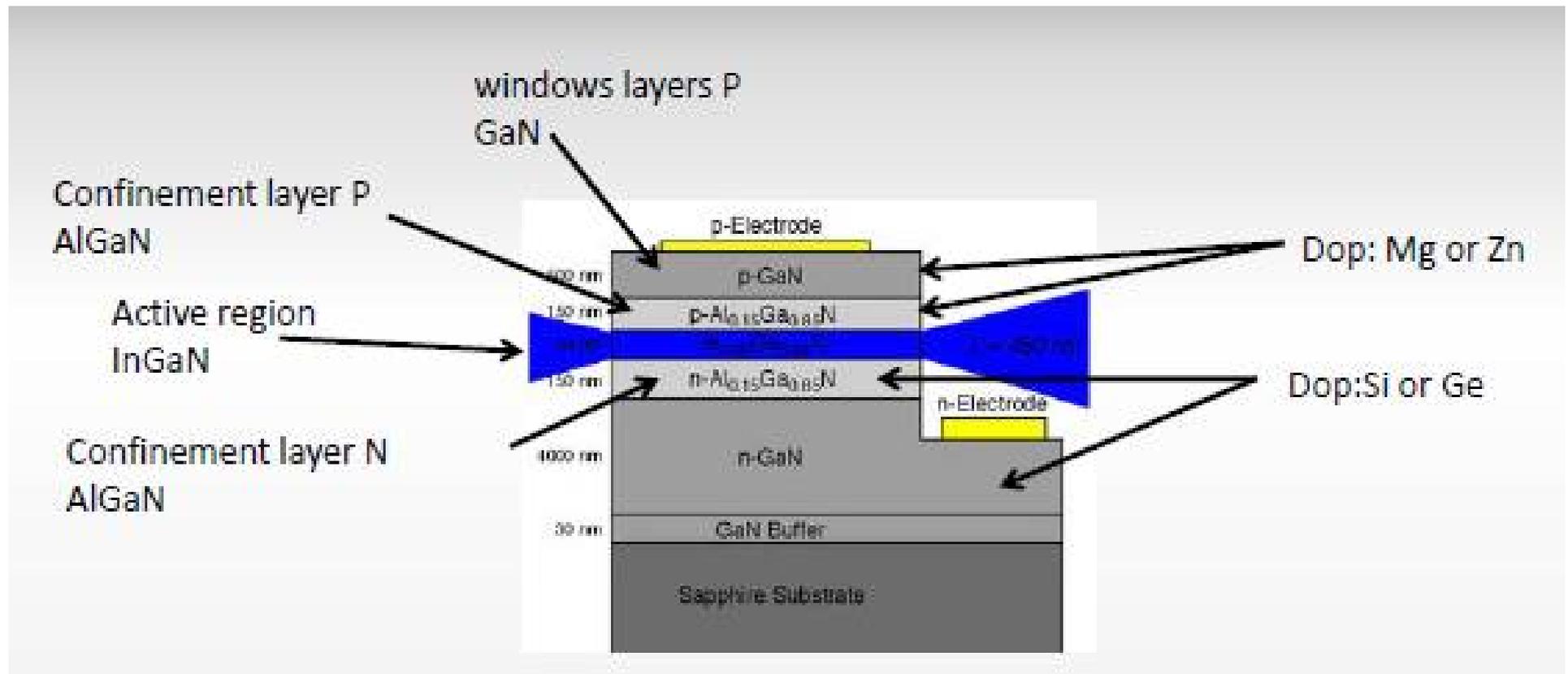
# CCT en función del ángulo



# Estructura de los LED

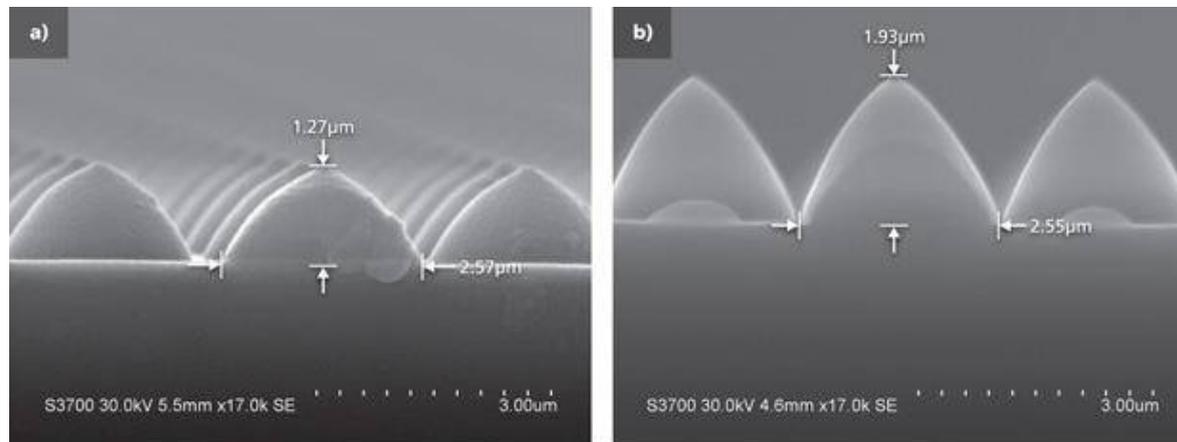


# Estructura de LED InGaN azul

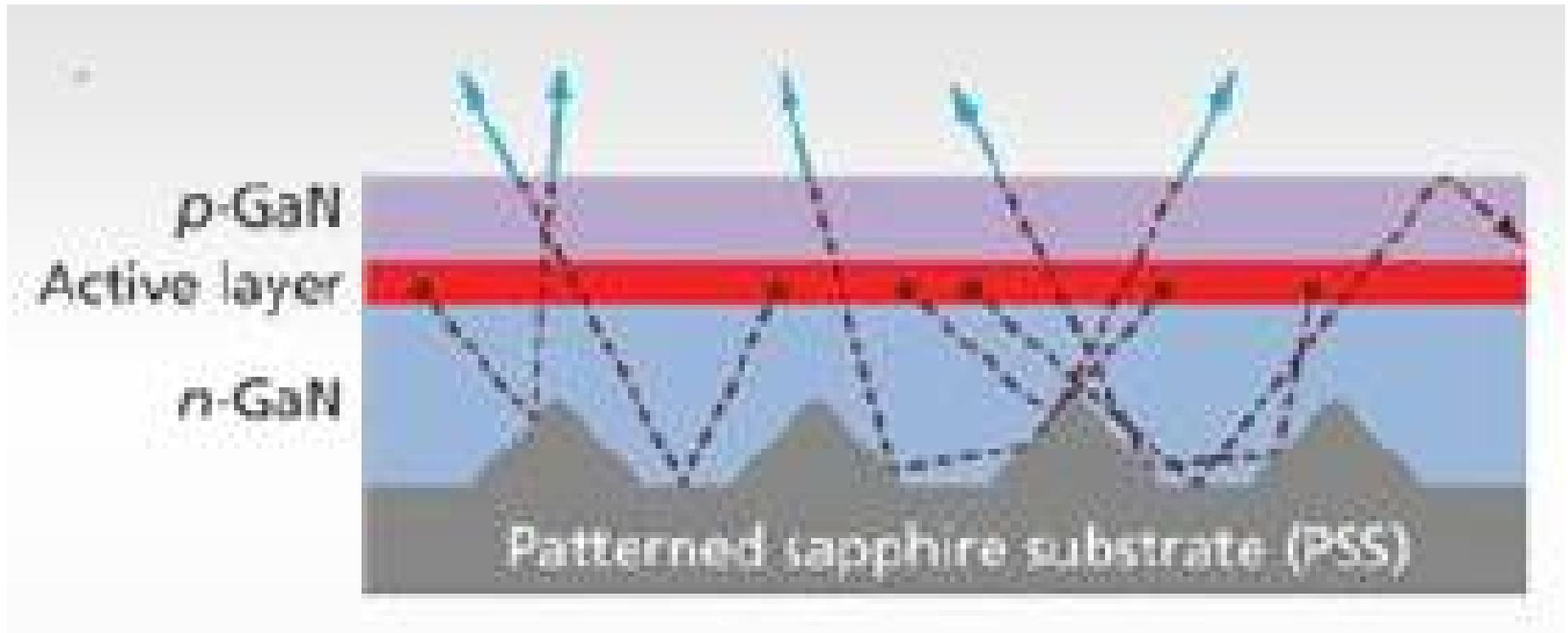


# Mecanismos de extracción de luz

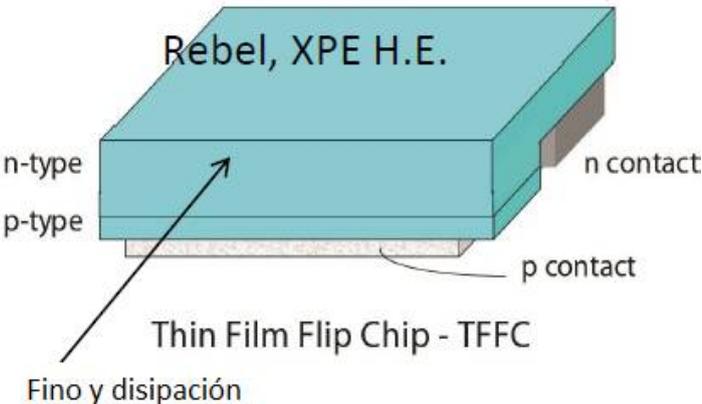
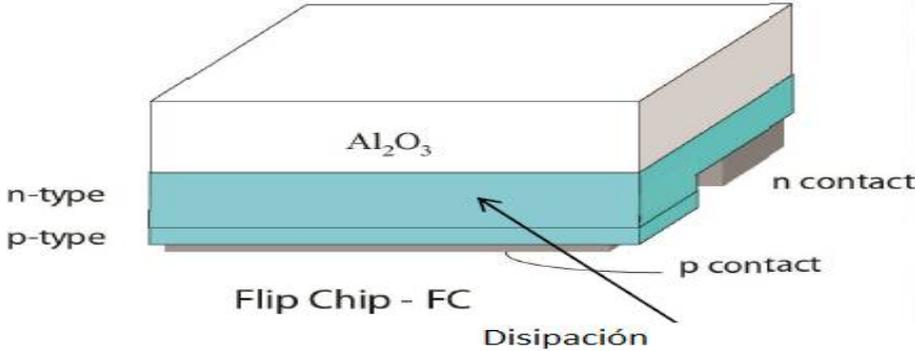
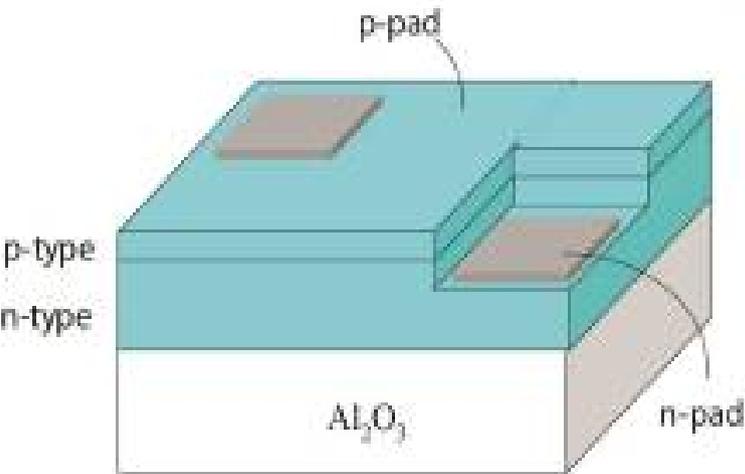
- Luego de emitida la luz en la juntura, esta debe escapar del cristal, evitando la reflexión interna.
- Ejemplo PSS el LED LH351B de Samsung
- La idea es crear conos o pirámides que reflejen la luz con un ángulo que les permita escapar del cristal



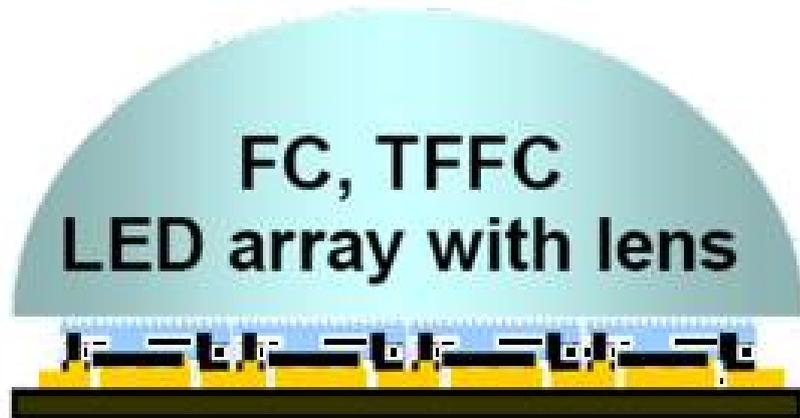
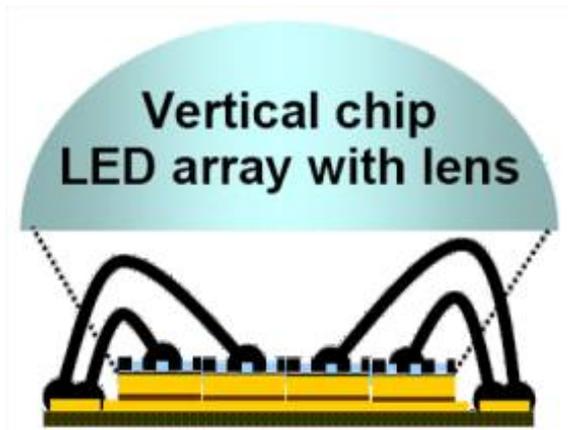
# Mecanismos de extracción de luz



# Formas y estructuras de LED InGaN



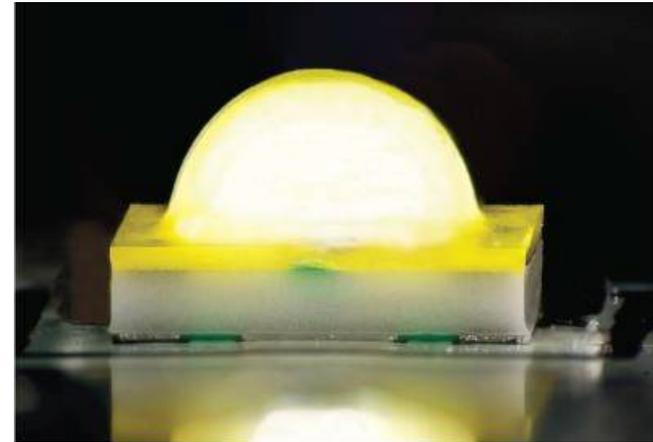
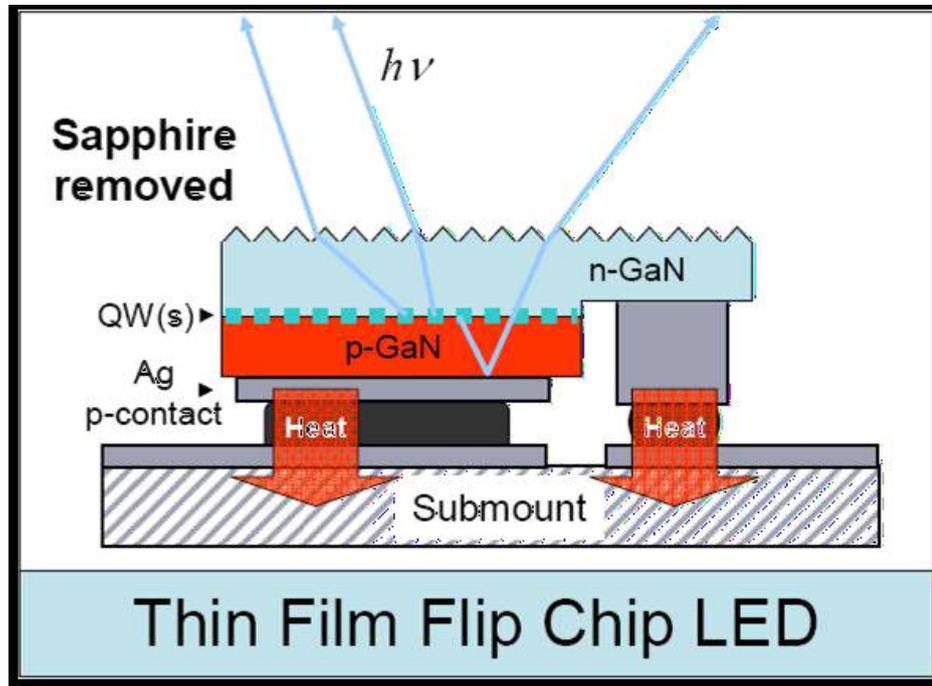
# Flip Chip – Alto costo



- Estos Chips presentan problemas para disipar su calor, ya que el calor sube y sus contactos metálicos están debajo.
- No presentan cables
- Extracción eficiente de la luz. Muy homogénea.
- Posibilidad de compactarlos
- Fósforo muy uniforme



# Thin Film Flip Chip – Aun más caro



- Mejor extracción de luz
- Aun más caro
- Mayores problemas térmicos y mecánicos



¿Preguntas?

Muchas Gracias

