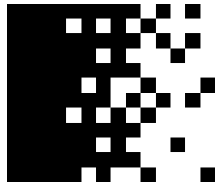


# Ruido y Rango dinámico en una cámara digital

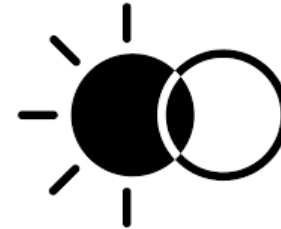
© Guillermo Luijk 2022  
[www.guillermoluijk.com](http://www.guillermoluijk.com)

# Índice



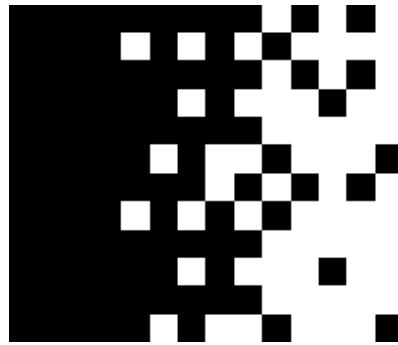
## RUIDO

- Definición de ruido
- Fuentes de ruido en un sensor
- Derecheo del histograma y ruido
- Mpx vs ruido
- Ruido del sensor en DxOMark



## RANGO DINÁMICO

- Concepto y expresión del rango dinámico
- Escenas ejemplo de rango dinámico
- Escena de alto RD vs RD del sensor
- Rango dinámico de la visión humana vs dispositivos
- Utilidad del rango dinámico
- Tamaño de sensor y tecnología vs rango dinámico
- Rango dinámico del sensor en DxOMark
- Rango dinámico sensor digital vs película química



# RUIDO

# Definición de ruido

**Ruido** = desviación de los valores RGB de cada píxel respecto a los esperados

Nivel RGB Esperado	Nivel RGB Capturado	Ruido absoluto	Relación S/N
50	52	2	25,0
200	203	3	66,7

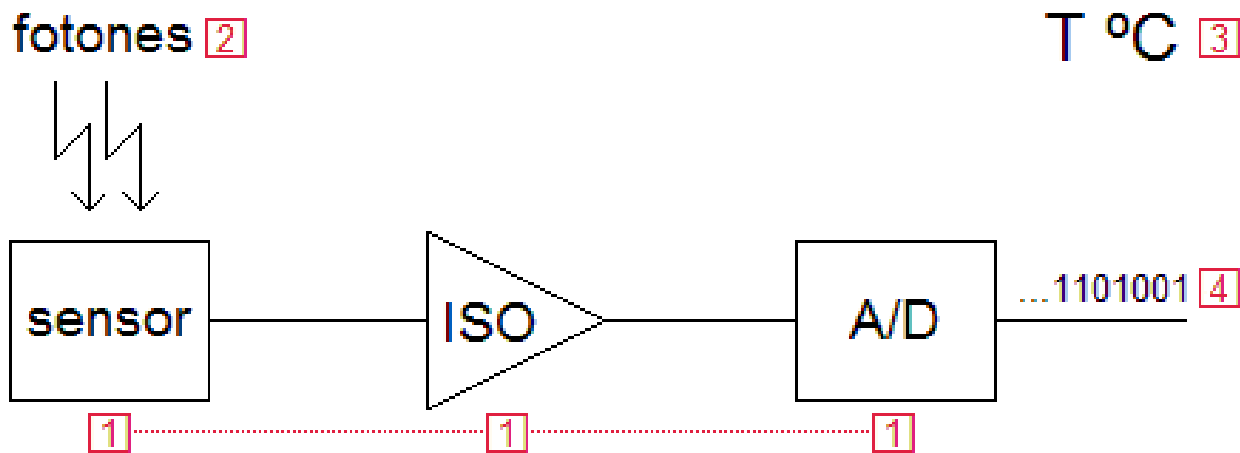
Peor relación S/N  
Mejor relación S/N

relación S/N



# Fuentes de ruido en un sensor

1. **DE LECTURA:** inherente a todo circuito **electrónico** (dominante en sombras)
2. **FOTÓNICO:** inherente naturaleza aleatoria de la **luz** (dominante en luces)
3. **TÉRMICO:** generado por **calentamiento** del sensor (ciertas aplicaciones)
4. **DE CUANTIZACIÓN:** redondeo en la **conversión A/D** (despreciable)



[1] RUIDO DE LECTURA

[2] RUIDO FOTÓNICO

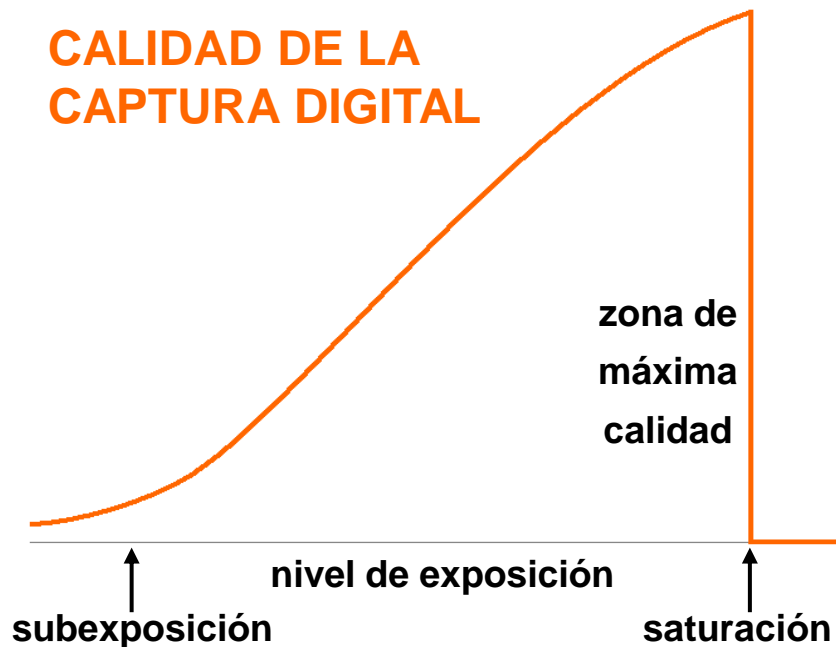
[3] RUIDO TÉRMICO

[4] RUIDO DE CUANTIZACIÓN

# Derecheo del histograma y ruido (1/3)

**Derecheo** = exponer al máximo el RAW justo antes de quemar altas luces

- La calidad de la captura es mayor cuanto mayor es la exposición del RAW...
- ...pero cuidado: la pérdida de calidad por saturación es abrupta
- Derechar aumenta además el número de niveles capturados aunque la mejora de calidad solo se percibe en forma de menor ruido



**Si el ruido no es un problema en la aplicación, derechar no tiene utilidad práctica**



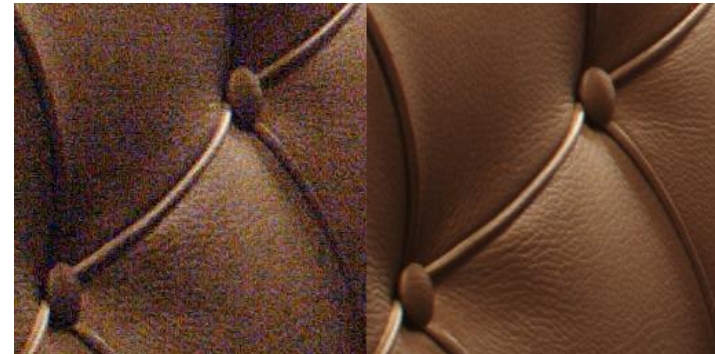
# Derecheo del histograma y ruido (2/3)

- El ruido depende del nivel de exposición del RAW: a más exposición RAW menos ruido visible
- El derecheo minimiza el ruido en la captura
- El derecheo no altera color ni contraste

Derecheo aumentando exposición (apertura/velocidad):

0EV

+4EV



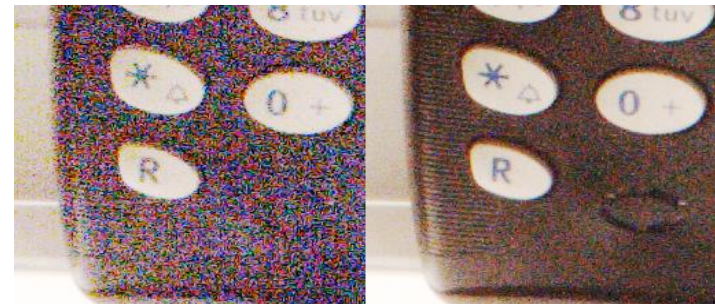
(capturas a ISO100)

- Lo óptimo es lograr derechar con el menor ISO posible, pero si las condiciones lo impiden derechar subiendo el ISO también puede reducir el ruido

Derecheo subiendo el ISO:

ISO100

ISO1600

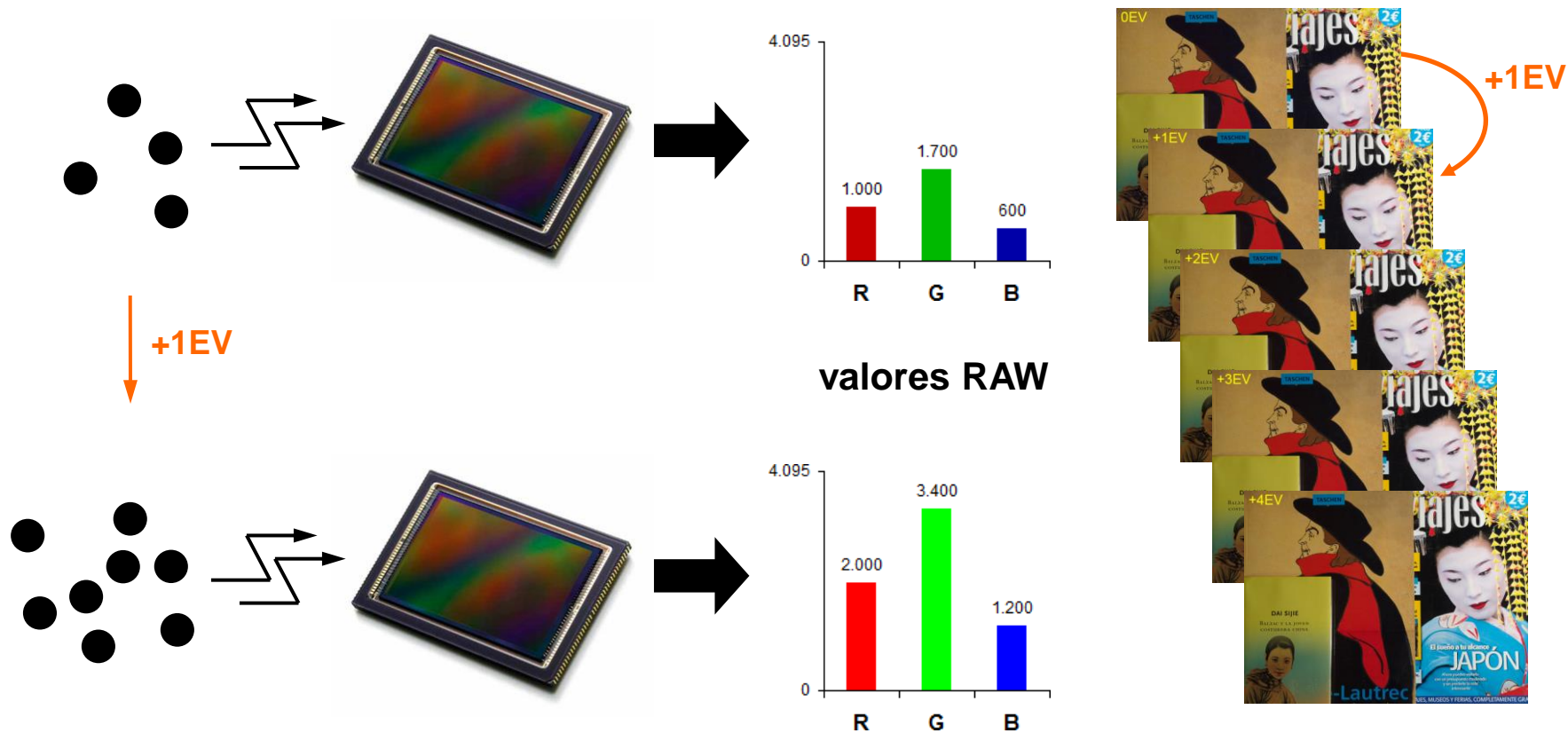


(capturas a igual apertura/velocidad)

- Peligros del derecheo: saturación de altas luces y trepidación

# Derecheo del histograma y ruido (3/3)

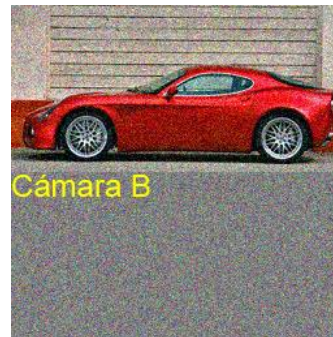
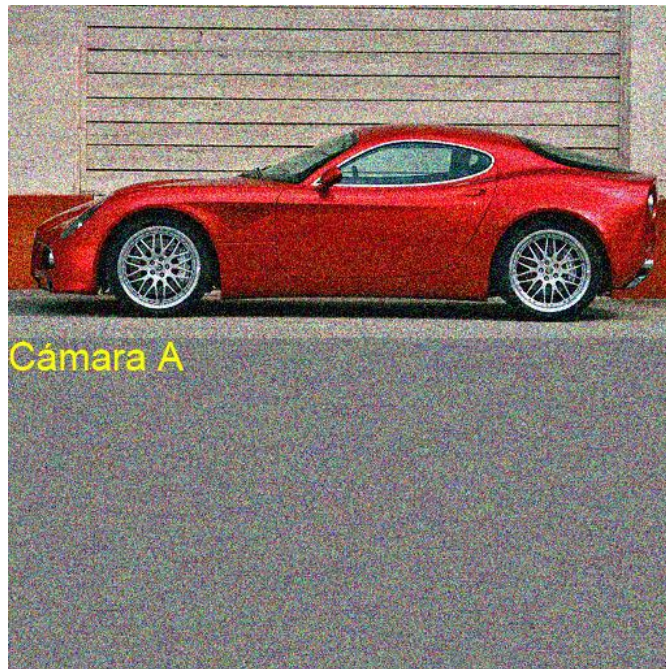
- El sensor es un contador de fotones, los valores RAW que genera son directamente proporcionales a los fotones capturados
- Alterar la exposición (en captura o procesado) no modifica el color ni el contraste, solo la luminosidad, por tanto **derechar no altera el color ni el contraste**





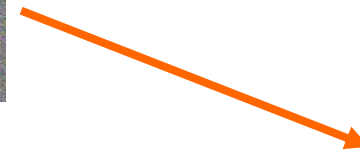
# Mpx vs ruido

- A mayor resolución del sensor  $\rightarrow$  más pequeños son los fotocaptorees  $\rightarrow$  capturarán menos luz  $\rightarrow$  tendrán peor relación S/N  $\rightarrow$  más ruido visible a **nivel de píxel**
- Pero eso no necesariamente se traducirá en más ruido visible a **nivel de la imagen final** porque el promediado estadístico de píxeles mejora la relación S/N

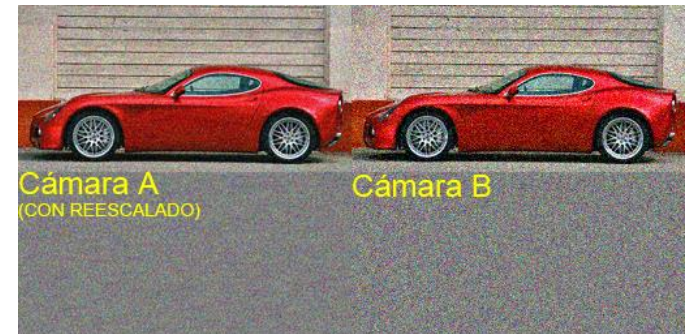


mejor  
relación  
S/N

Es un mito  
que siempre  
más Mpx =  
más ruido

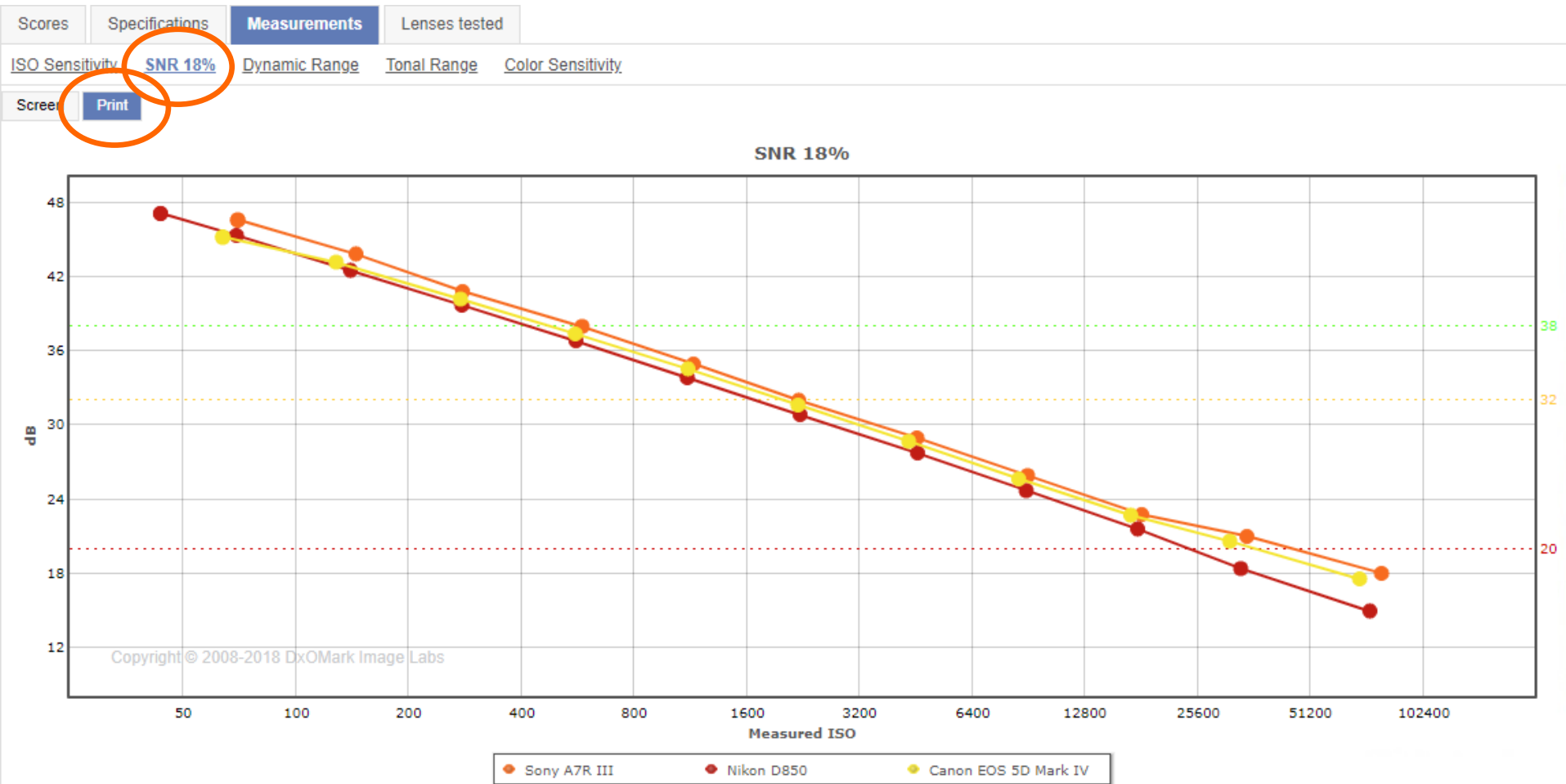


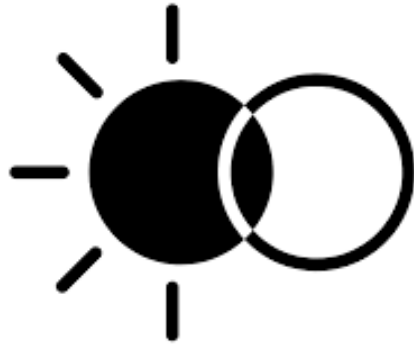
mejor  
relación  
S/N



# Ruido del sensor en DxOMark

- [www.dxomark.com](http://www.dxomark.com) tiene mediciones rigurosas de ruido y rango dinámico
- **SNR 18 %** = ruido en zonas de correcta exposición





# RANGO DINÁMICO

# Concepto de rango dinámico

- Se define como rango dinámico (RD) a la relación existente entre una luminosidad máxima y una luminosidad mínima: MAX/MIN

## RD DE LA ESCENA

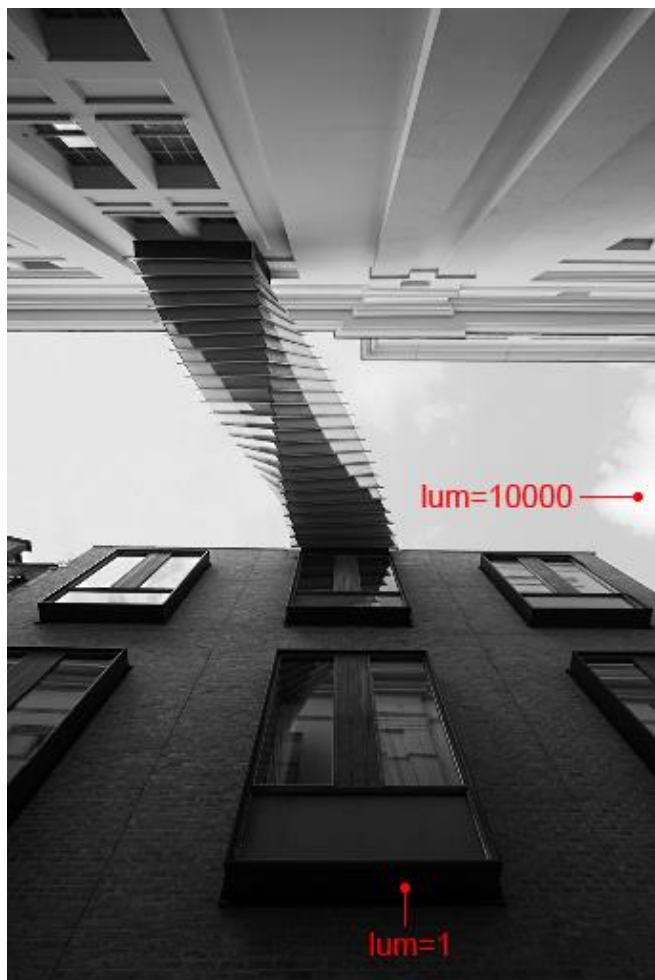
- Rango comprendido entre la zona más luminosa (luces altas), y la más oscura (sombras profundas) de la misma



## RD DE LA CÁMARA

- Rango comprendido entre la saturación, y las sombras del sensor con un ruido tal que ya no permita distinguir detalle
  
- Si el rango dinámico de la escena es superior al de la cámara, no se podrá captar toda la información de la escena con una sola toma

# Expresión del rango dinámico



- El rango dinámico se puede cuantificar numéricamente y expresar de diferentes formas. Por ejemplo una escena donde las altas luces sean 10.000 veces más luminosas que las sombras tendrá un...

**RD lineal de 10.000**

**Contraste de 10.000:1**

**RD de 13,29 pasos o 13,29EV**

**RD de 80 dB**

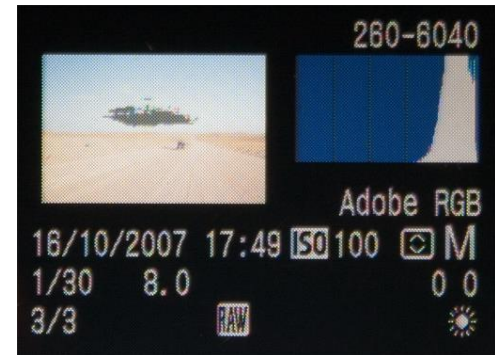
$\log_2(10000)$

$20 \cdot \log_{10}(10000)$

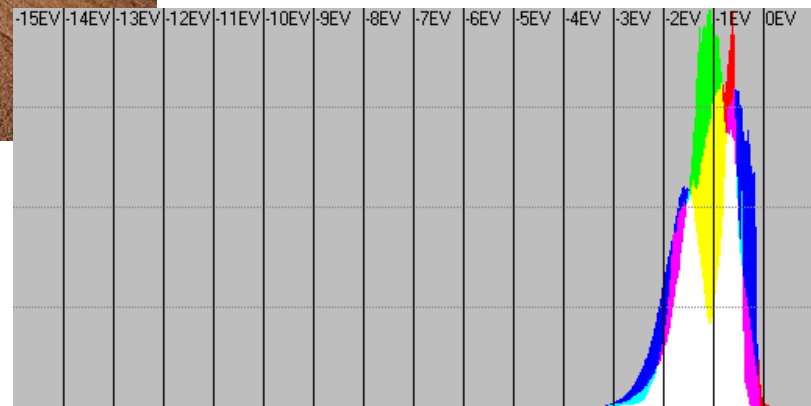
**1EV = 6 dB**

# RD de la escena: ejemplos reales (1/3)

- Escena de bajo rango dinámico:



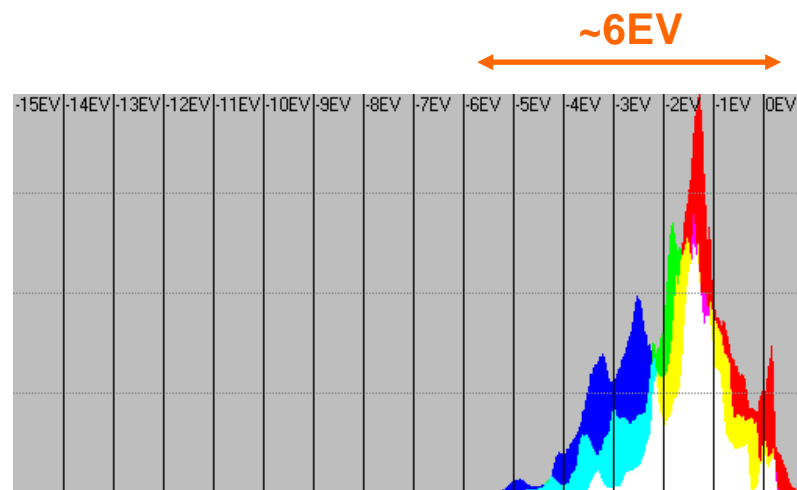
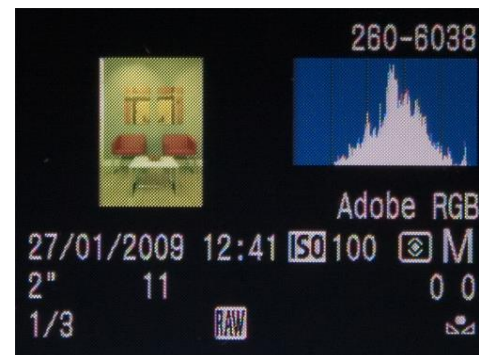
~3EV  
↔



histograma RAW

## RD de la escena: ejemplos reales (2/3)

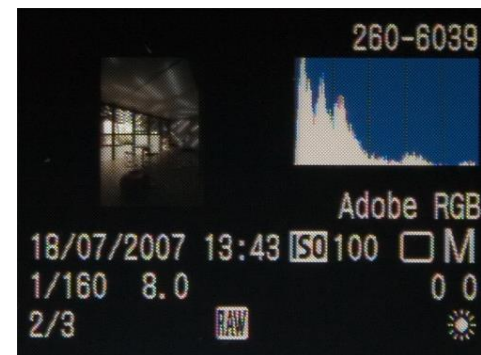
- Escena de rango dinámico medio:



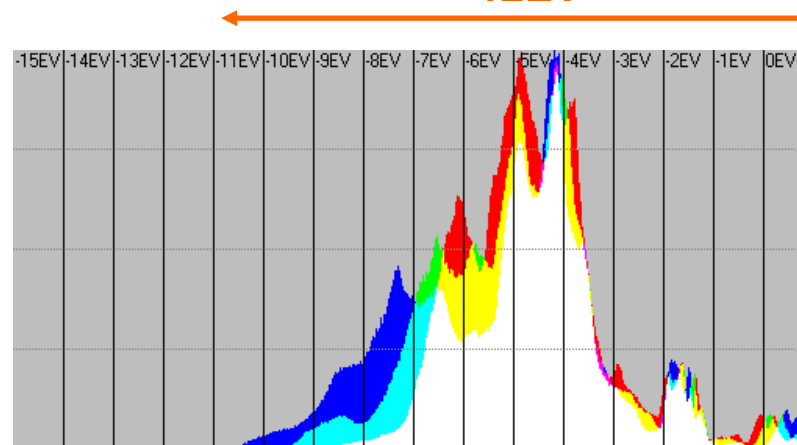
histograma RAW

## RD de la escena: ejemplos reales (3/3)

- Escena de alto rango dinámico:



~12EV

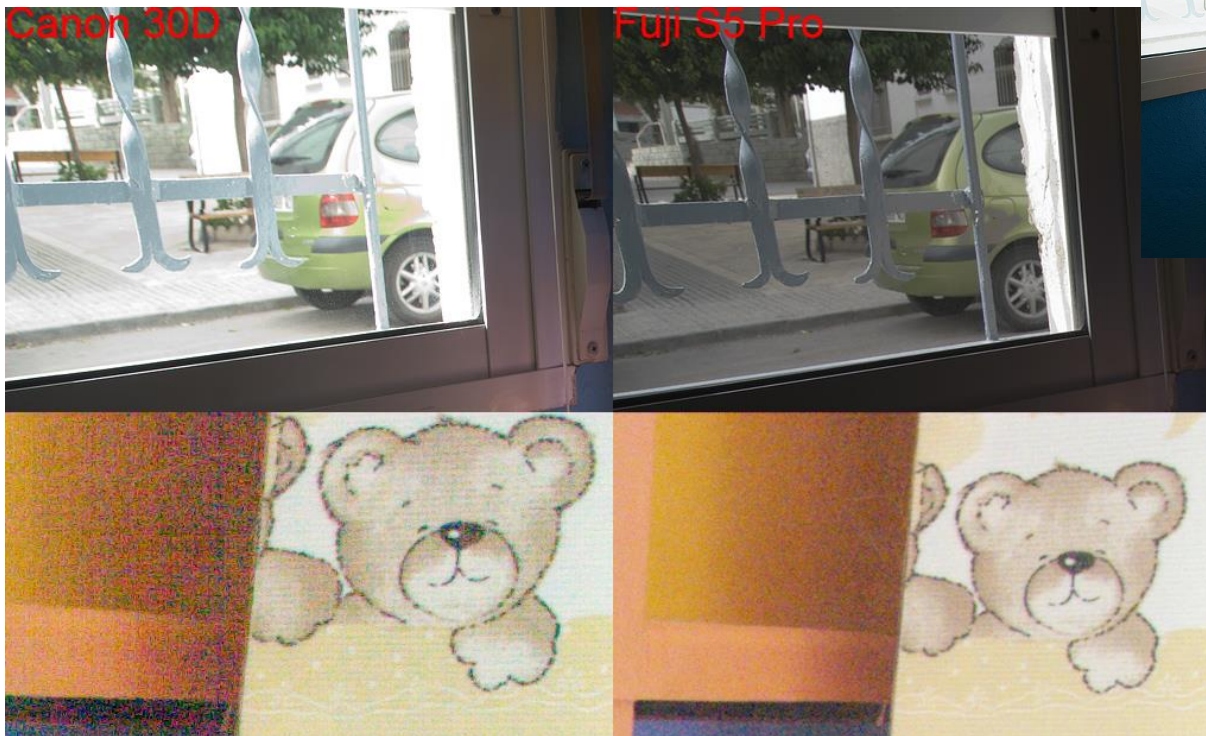


histograma RAW



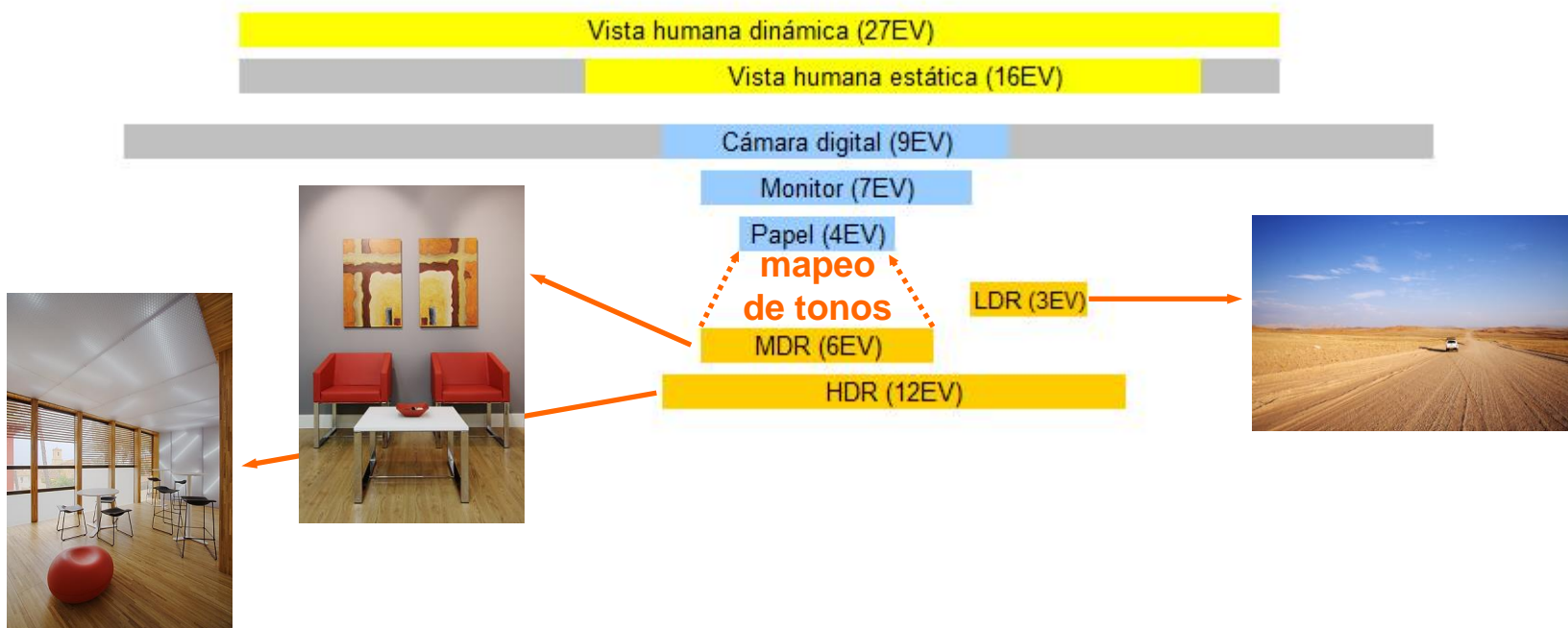
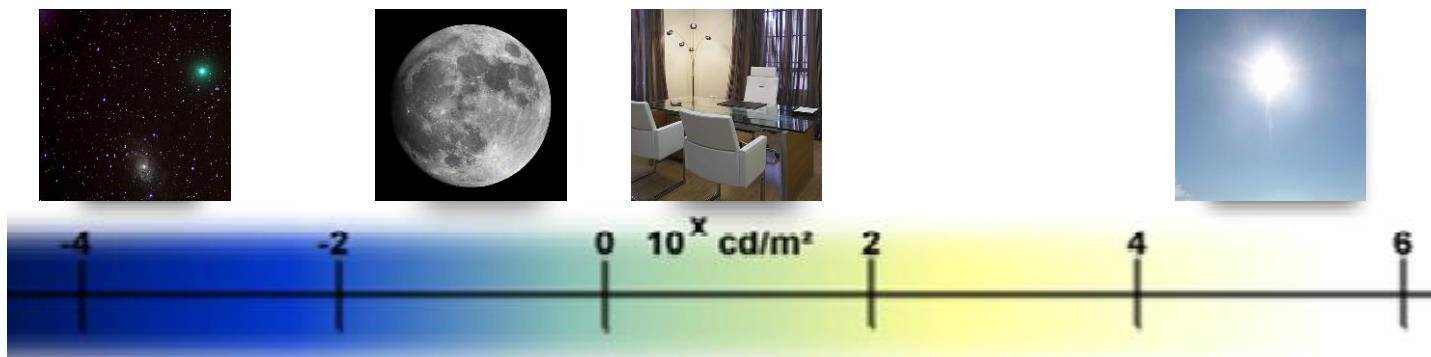
# Escena de alto RD vs RD del sensor: Canon vs Fuji

- A continuación se muestra una comparación de rango dinámico captado por una Canon 30D vs una Fuji S5 Pro
- En ambos casos se empleó la medición de la cámara. Así cabe hablar de rango dinámico en las luces (saturación) y en las sombras (ruido)
- La Fuji gana gracias a su sensor **Super CCD**



Archivos RAW cortesía de Javier Bonilla Quesada (Ojo Digital)

# RD de la visión humana vs dispositivos



# Utilidad del rango dinámico (1/3)

## Escenas de alto contraste

- Un sensor de mucho rango dinámico permite capturar escenas de más contraste



- Es posible capturar en una sola toma escenas que en otra cámara requerirán hacer más de una foto
- Los sensores de alto rango dinámico eliminarán la necesidad de hacer ahorquillado en escenas HDR

# Utilidad del rango dinámico (2/3)

## Errores de subexposición

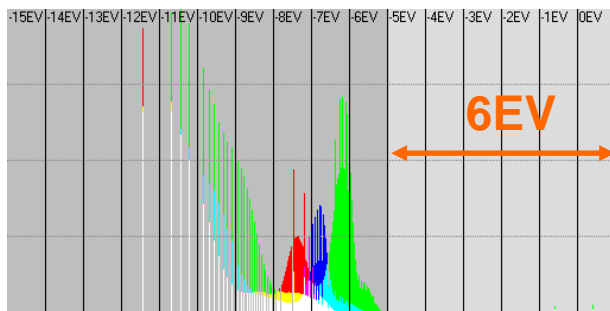
- Un sensor de mucho rango dinámico permite “levantar” fuertemente las sombras sin que aparezca un ruido excesivo



+6EV



Foto cortesía de  
Mika



histograma  
RAW

# Utilidad del rango dinámico (3/3)

## Procesado extremo en las sombras

- Un sensor de mucho rango dinámico permite procesar agresivamente las sombras profundas garantizando que el ruido se mantenga contenido
- Limpieza de ruido en las sombras profundas → **POSIBILIDADES DE PROCESADO**



**ruido visible**

# Tamaño de sensor y tecnología vs rango dinámico

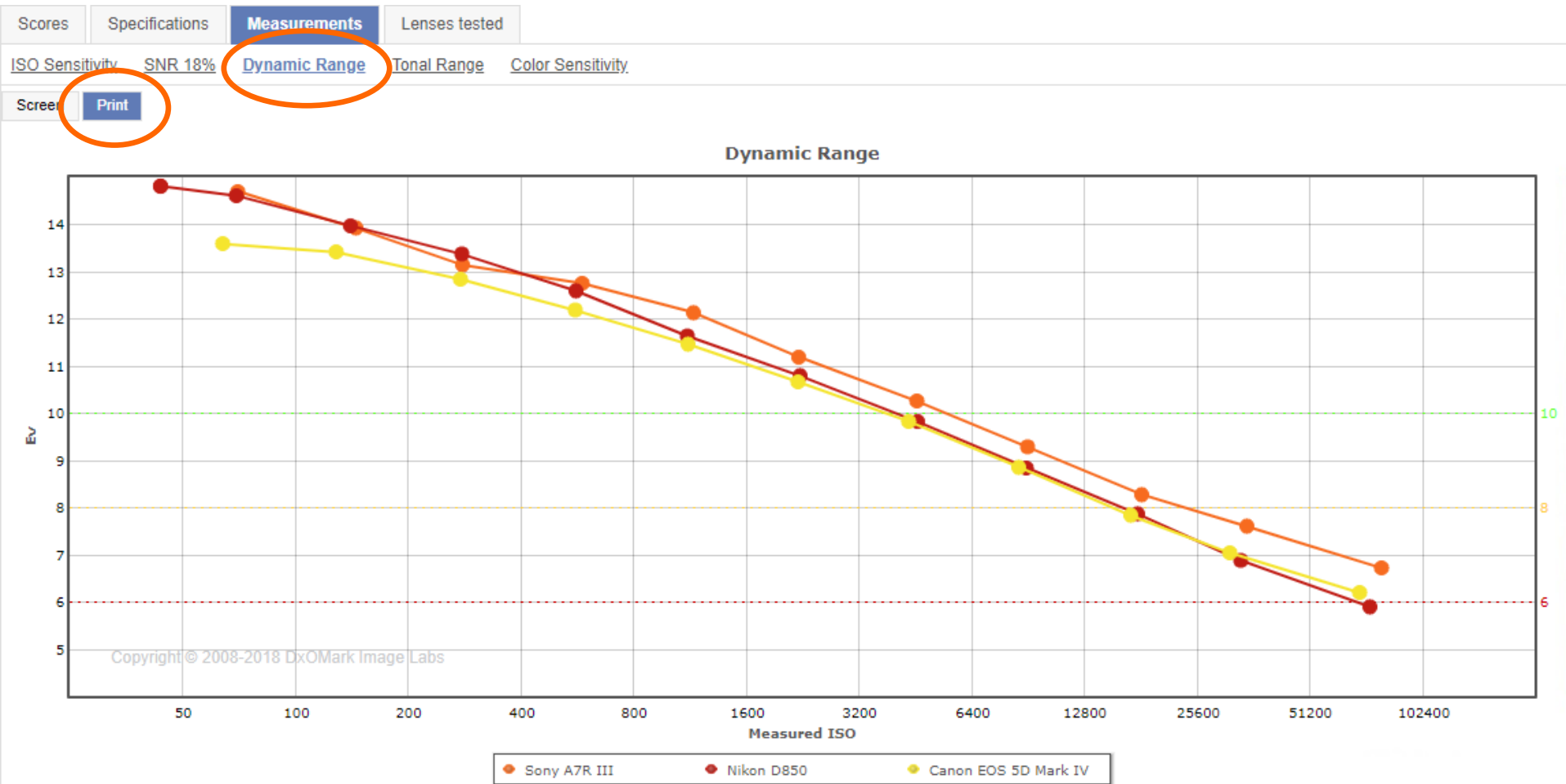
- A mayor tamaño de sensor → más superficie recolectora de luz → menos ruido visible en la imagen final a igual tecnología
- La tecnología suele tener más peso en el ruido que el tamaño de sensor
- A ISOs altos el tamaño de sensor resulta más decisivo

Pruebas de  
rango dinámico



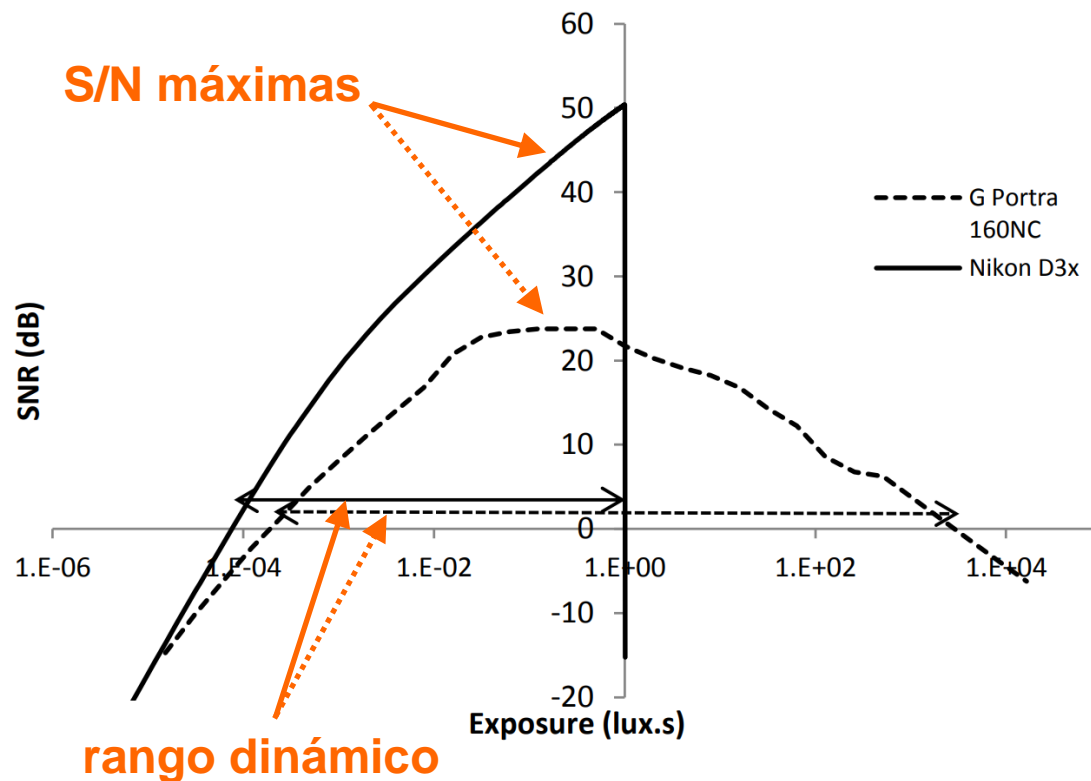
# Rango dinámico del sensor en DxOMark

- [www.dxomark.com](http://www.dxomark.com) tiene mediciones rigurosas de ruido y rango dinámico
- **Dynamic Range** = ruido en las sombras



# Rango dinámico sensor digital vs película química

- La película química no logra imágenes tan limpias (**S/N máxima**) como los sensores digitales, pero mantiene una calidad mínima en un **rango dinámico** superior al de los sensores



Fuente: DxO Labs



gracias

<http://guillermoluijk.com/download/ruidoyrangodinamicoalbores.pdf>