

# El formato RAW y su procesamiento

© Guillermo Luijk 2018  
[www.guillermoluijk.com](http://www.guillermoluijk.com)

# El formato RAW y su procesamiento

- El RAW como negativo digital
- Información contenida en el RAW
- Captura RAW
- Captación lineal de luz
- Histograma RAW
- Ajuste ISO
- Conversión A/D
- Linealidad del sensor y color/contraste
- Histograma de un RAW real
- Balance de blancos
- Interpolación Bayer
- Espacio de color
- Recuperación de altas luces RAW
- Histograma de la cámara

# El RAW como negativo digital

- El RAW es considerado como el negativo digital → garantiza la **autoría legítima** de una fotografía
- En teoría el RAW no puede ser manipulado → garantiza el **contenido original** de la captura

Pero...

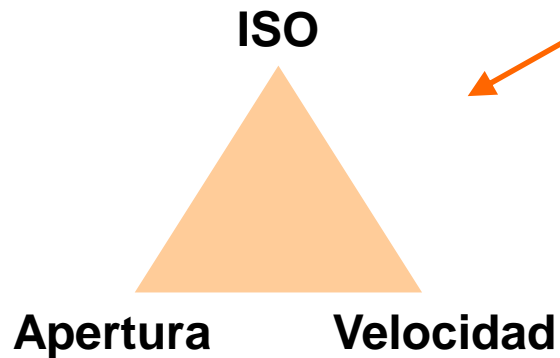
- El RAW es un fichero digital y puede duplicarse y manipularse, por lo que estrictamente no es garantía ni de la autoría ni de la no manipulación de la captura



RAW sintético

# Información contenida en el RAW

## ▪ Datos de imagen



▪ **Niveles RAW capturados:** no pueden alterarse

## ▪ Metadatos

- Info. de disparo
- Balance de blancos
- Perfil de color
- Contraste
- Saturación
- Modos creativos
- ...

▪ **Ajustes de cámara:** pueden elegirse sin pérdida en el revelado RAW

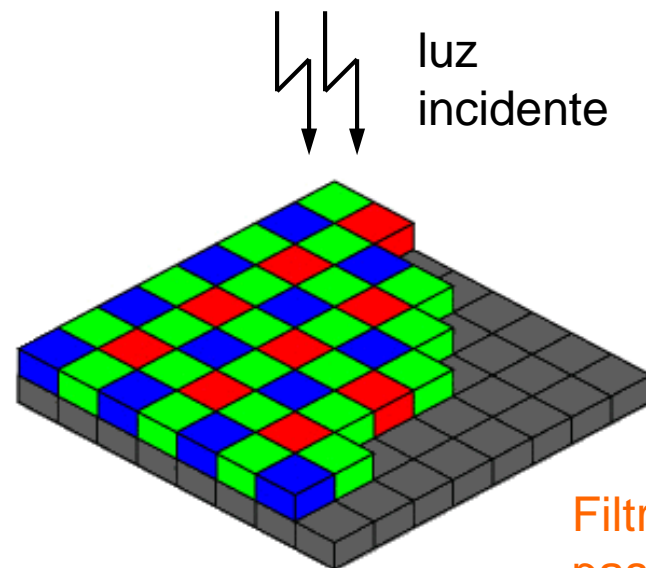
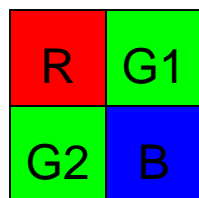
## ▪ JPEG incrustado



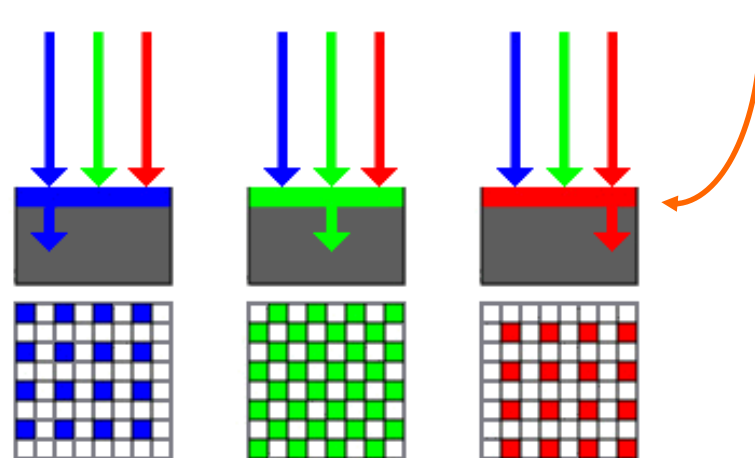
▪ **Histograma de cámara y previsualización**

# Captura RAW (1/2) – matriz de Bayer

- El sensor **Bayer** solo capta uno de los tres canales en cada fotocaptor
- Los otros dos deberán ser interpolados por software
- La imagen final tiene tantos píxeles como fotocaptosres tiene el sensor



Filtros RGB  
paso banda

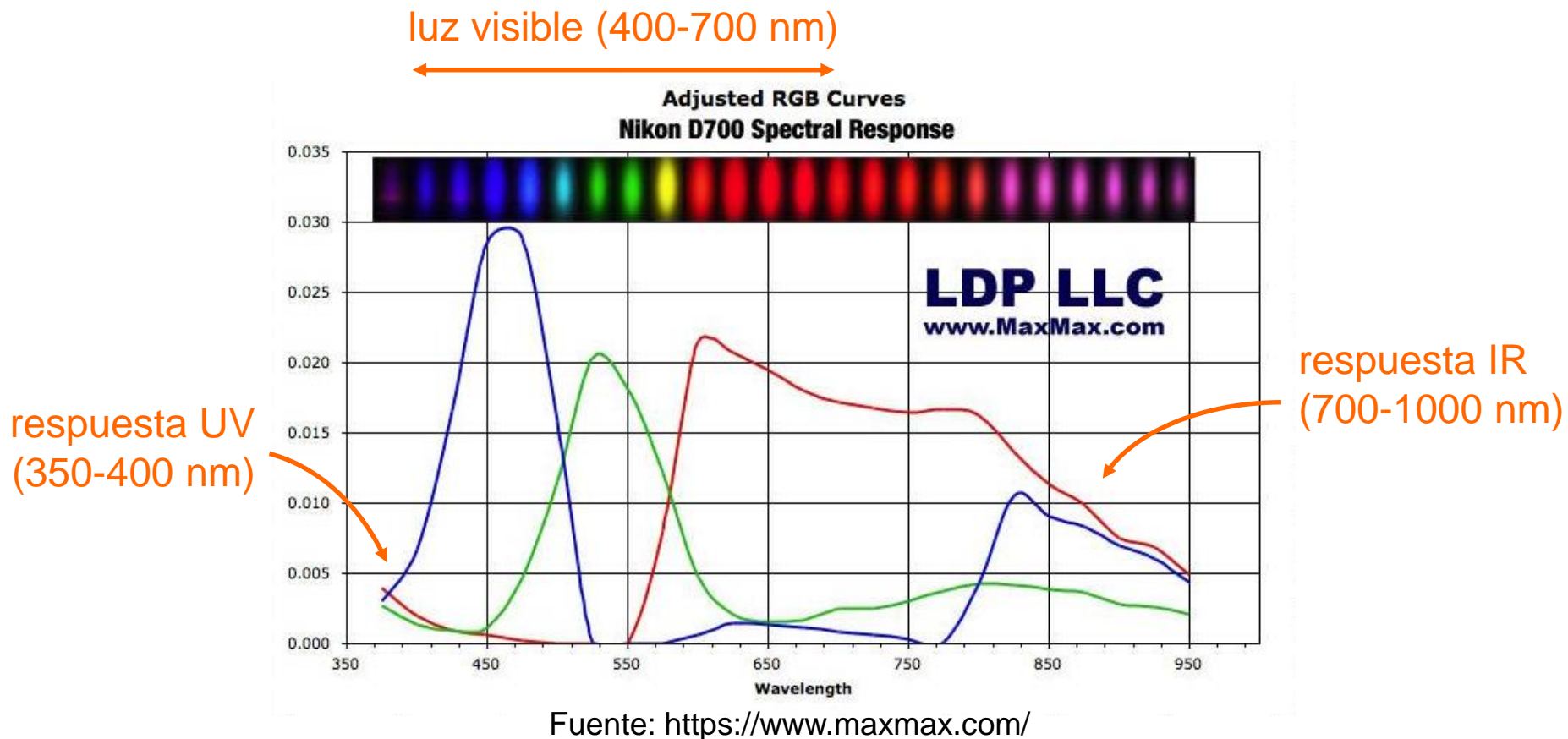


- El sensor **Foveon** en cambio capta los tres canales en cada fotocaptor pero ha tenido poco éxito

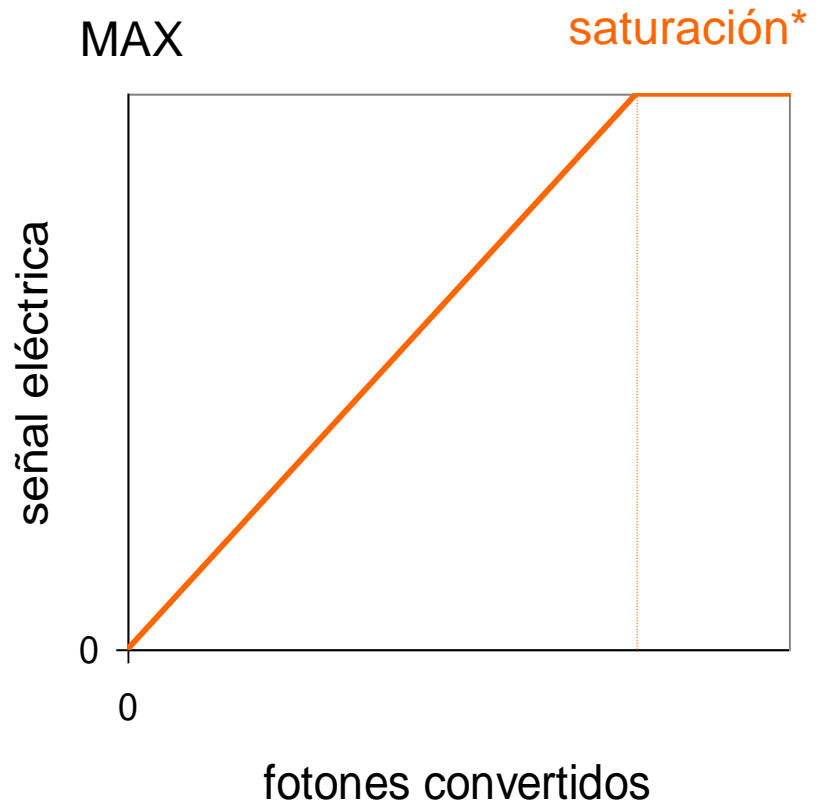
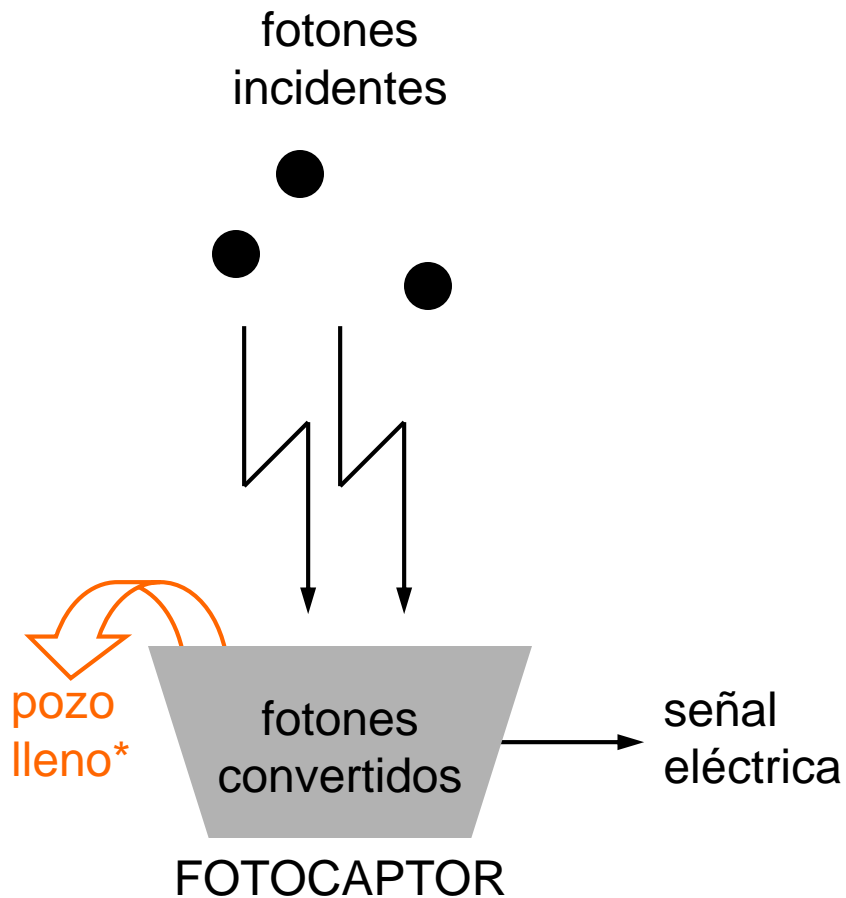
Fuente: Wikipedia

# Captura RAW (2/2) – respuesta espectral

- Cada cámara captura la luz de forma diferente en los 3 canales RGB porque los filtros de cada sensor tienen diferente **respuesta espectral** (sensibilidad a cada longitud de onda incidente)

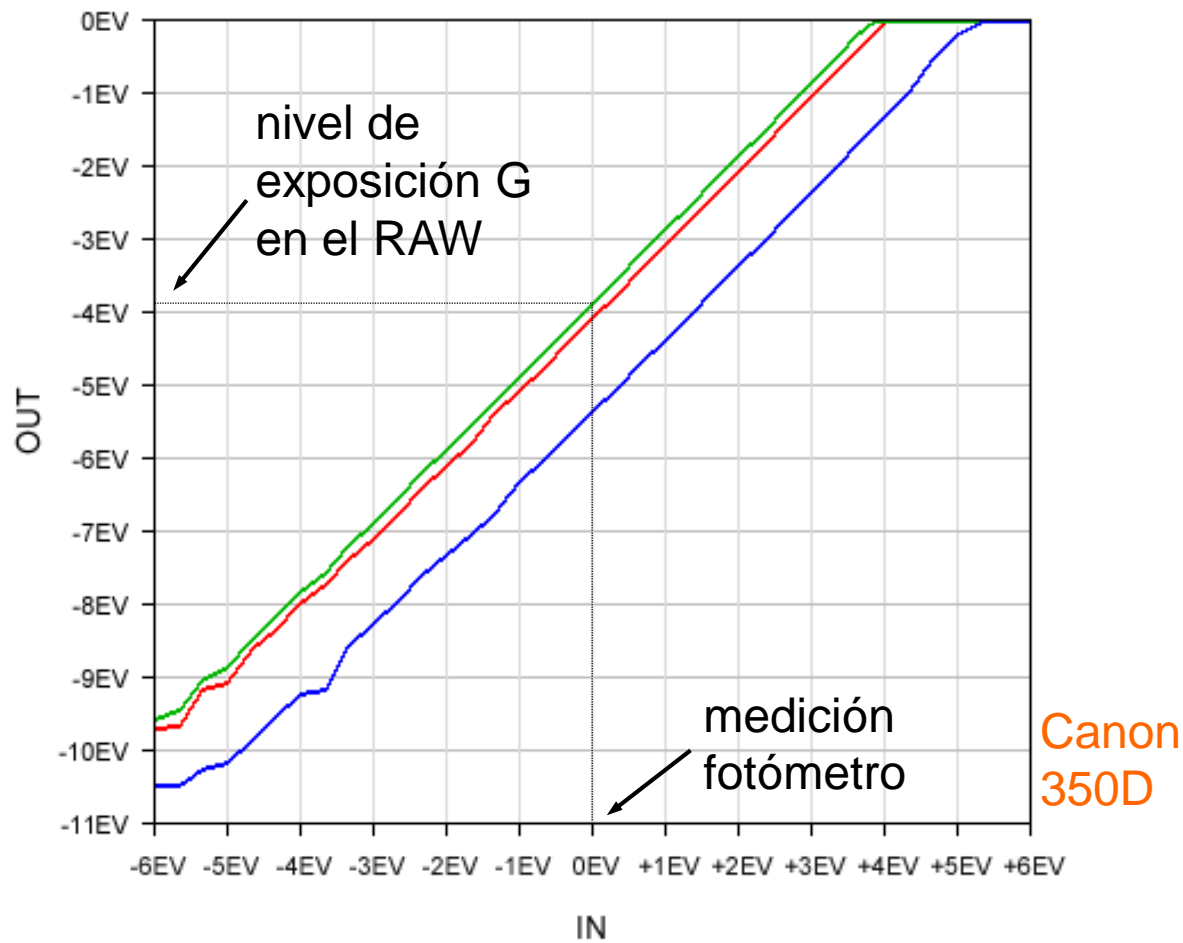


# Captación lineal de luz (1/2) – respuesta teórica



# Captación lineal de luz (2/2) – caso real

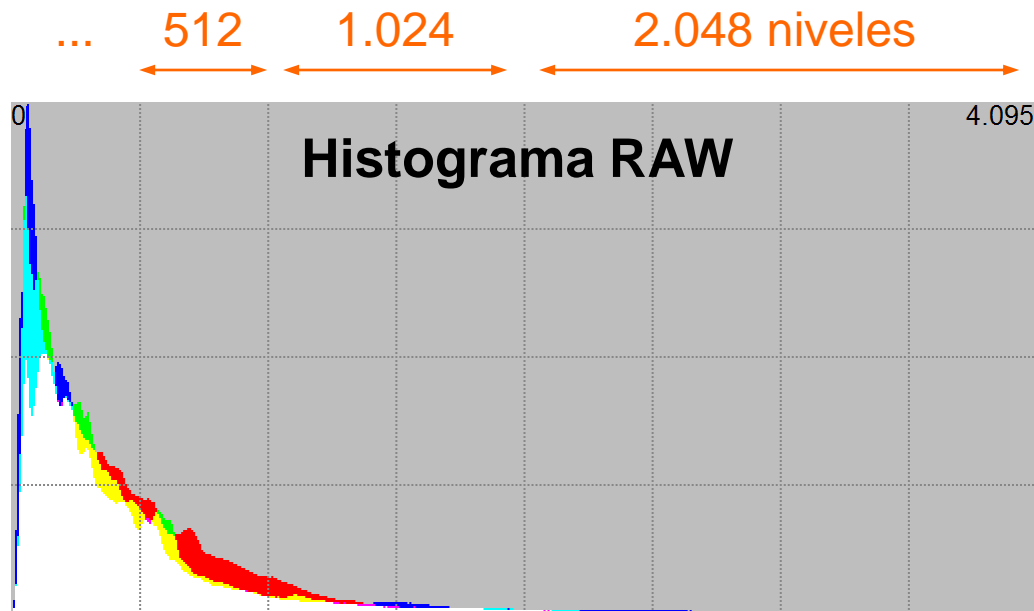
- Capturas sobre carta gris espaciadas 1/3EV
- 0EV del eje X corresponde a la medición del fotómetro de la cámara
- El sensor es muy lineal prácticamente en todo el rango dinámico





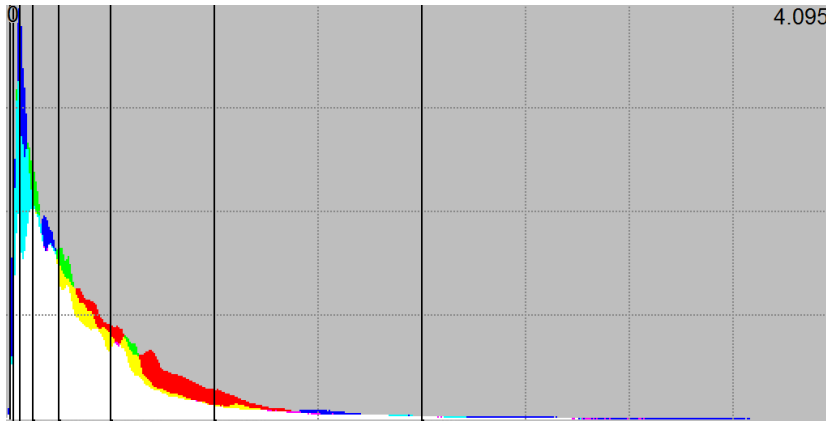
# Histograma RAW (1/2)

- Por la linealidad del sensor se dedican muchos más niveles a las luces que a las sombras
- El último paso acapara la mitad del total de niveles disponibles, el inmediatamente anterior la cuarta parte, y así sucesivamente...



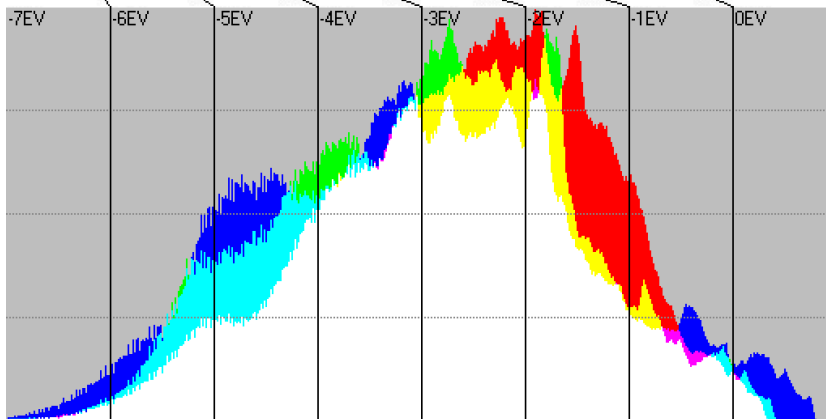
Sensor de 12 bits  
(4.096 niveles totales)

# Histograma RAW (2/2)



## HISTOGRAMA LINEAL

- Representa los niveles RGB de la imagen con un eje X lineal

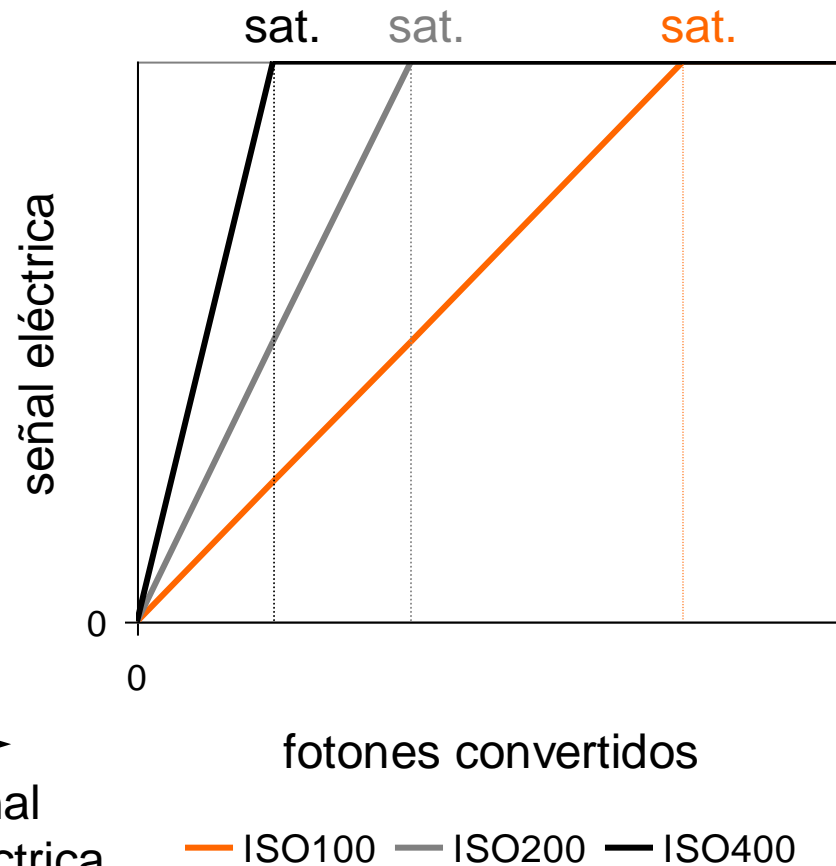
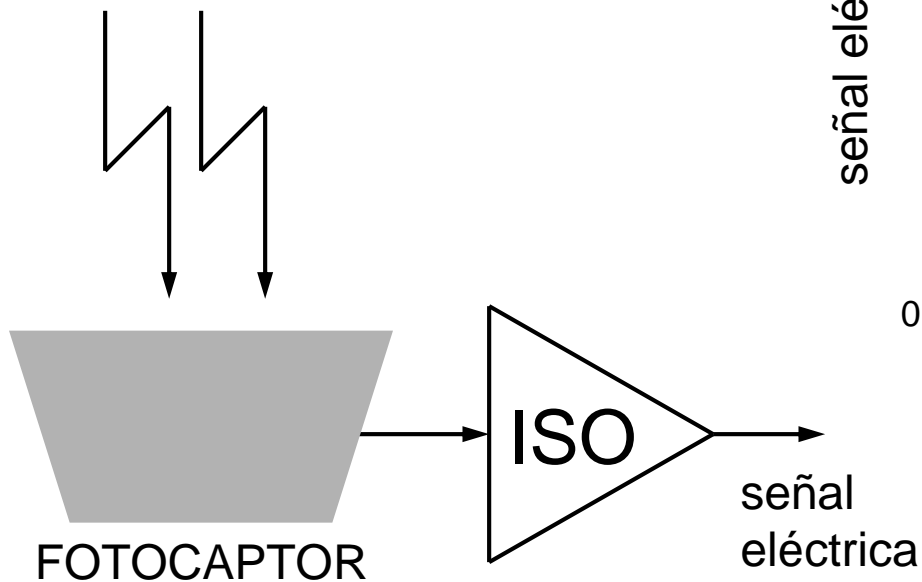


## HISTOGRAMA LOGARÍTMICO

- Representa los niveles RGB de la imagen con un eje X por **pasos de exposición**
- La referencia 0EV es la saturación

# Ajuste ISO (1/2) – origen electrónico del ISO

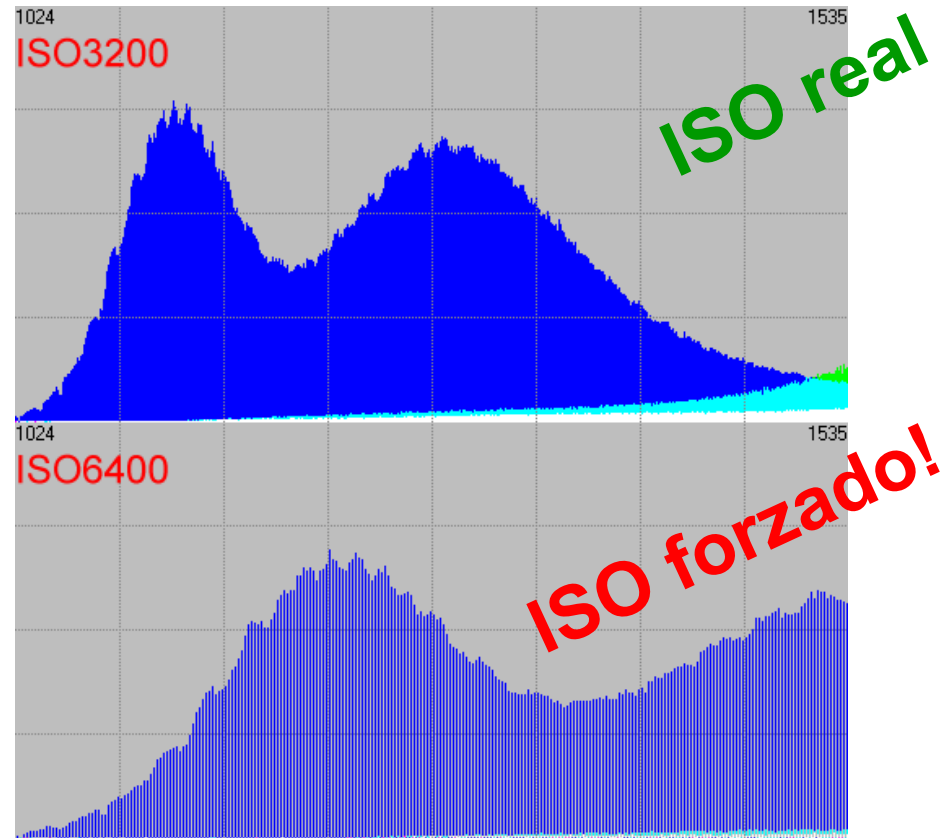
- ISO = amplificación analógica de la señal eléctrica



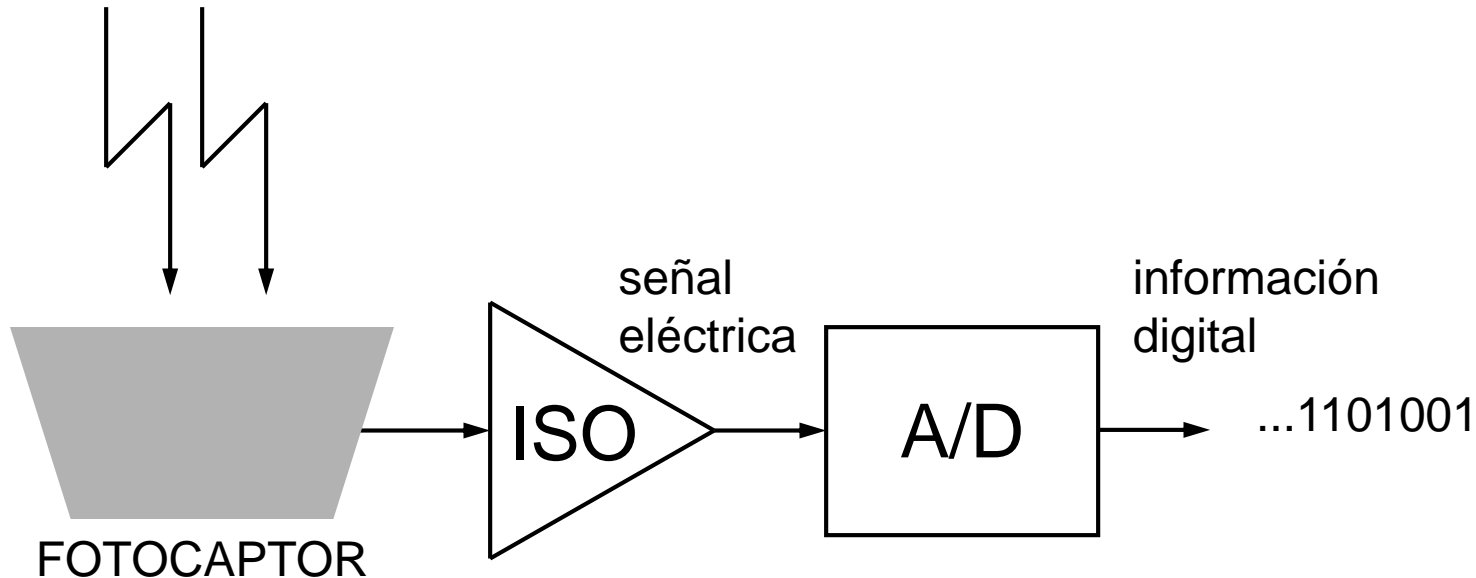
# Ajuste ISO (2/2) – ISO real vs ISO forzado

- Un **ISO real** es el que procede de una amplificación analógica de la señal eléctrica
- Un **ISO forzado** es producto de una manipulación digital por software de un ISO real diferente
- Los ISOs muy altos (>ISO3200), bajos (ISO50) o intermedios, suelen ser forzados. En RAW no aportan nada y nos pueden hacer perder información de altas luces

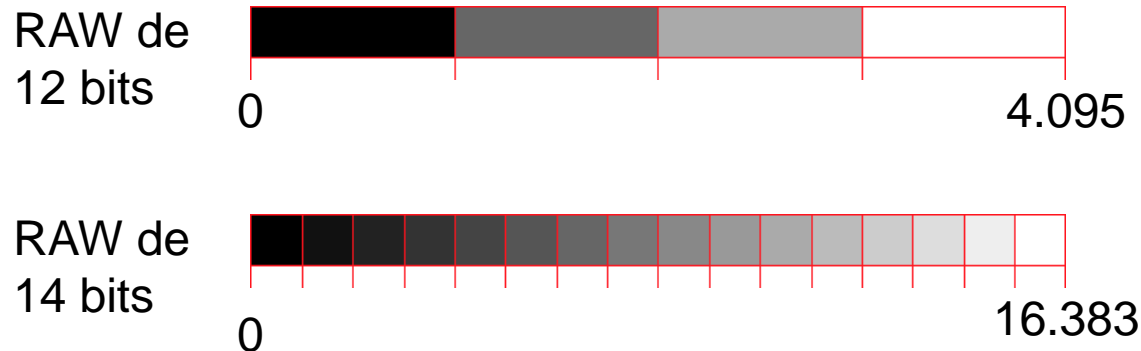
ISOs de la Canon 5D MKII



# Conversión A/D (1/4) – número de bits



## NIVELES RAW



- El número de bits se dimensiona por el fabricante acorde a los niveles de **ruido** del sensor

# Conversión A/D (2/4) – niveles tonales

- Los bits del RAW son un requisito **necesario** para lograr un determinado **rango dinámico**
- Pero no son una condición **suficiente**. El RD logrado depende del **ruido** del sensor

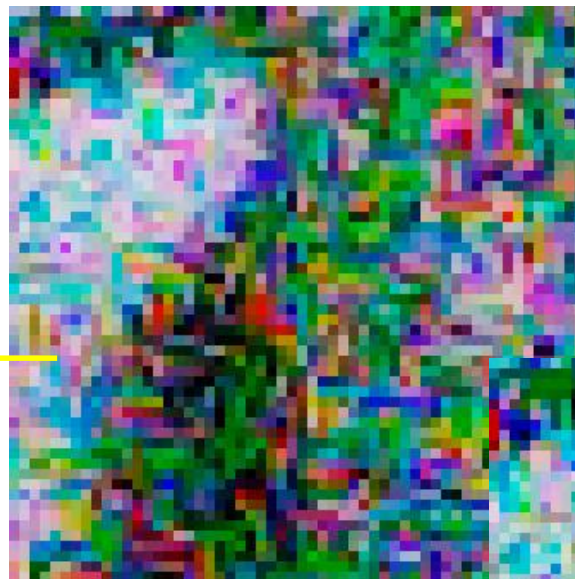
		RAW 10 bits	RAW 12 bits	RAW 14 bits
0EV	1 <sup>er</sup> diafragma	512	2.048	8.192
-1EV	2 <sup>o</sup> diafragma	256	1.024	4.096
-2EV	3 <sup>er</sup> diafragma	128	512	2.048
-3EV	4 <sup>o</sup> diafragma	64	256	1.024
-4EV	5 <sup>o</sup> diafragma	32	128	512
-5EV	6 <sup>o</sup> diafragma	16	64	256
-6EV	7 <sup>o</sup> diafragma	8	32	128
-7EV	8 <sup>o</sup> diafragma	4	16	64
-8EV	9 <sup>o</sup> diafragma	2	8	32
-9EV	10 <sup>o</sup> diafragma	1	4	16
-10EV	11 <sup>o</sup> diafragma		2	8
-11EV	12 <sup>o</sup> diafragma		1	4
-12EV	13 <sup>o</sup> diafragma			2
-11EV	14 <sup>o</sup> diafragma			1

# Conversión A/D (3/4) – posterización

- El sensor Sony ha sido el primero de 14 bits que realmente necesita y saca provecho de dichos 14 bits gracias a su bajo ruido al ISO base

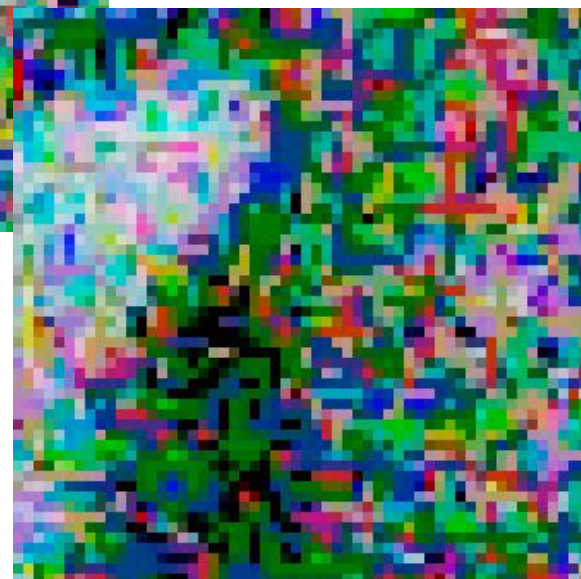


Foto cortesía de Mika



RAW 14 bits

-2 bits  
posterización



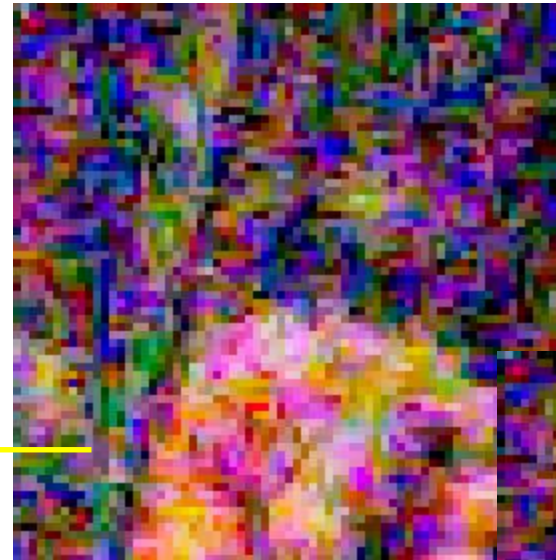
RAW 12 bits

# Conversión A/D (4/4) – posterización

- Los primeros sensores de 14 bits (ej. Canon 40D) no los necesitaban realmente, era una estrategia de marketing sin efecto práctico



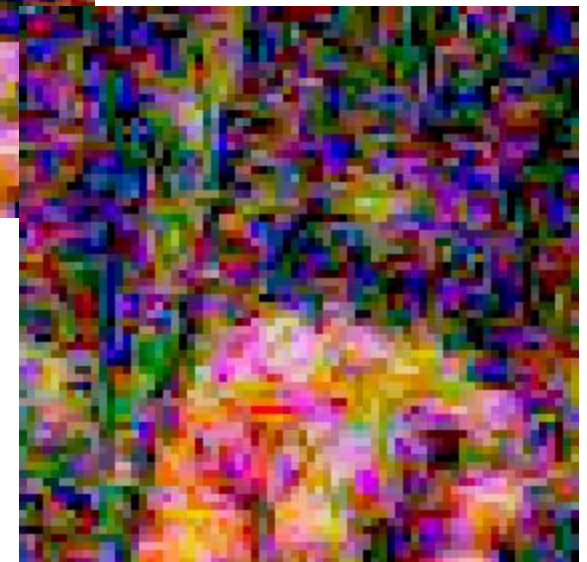
Foto cortesía de Bea Molina



RAW 14 bits

-2 bits  
no hay  
posterización

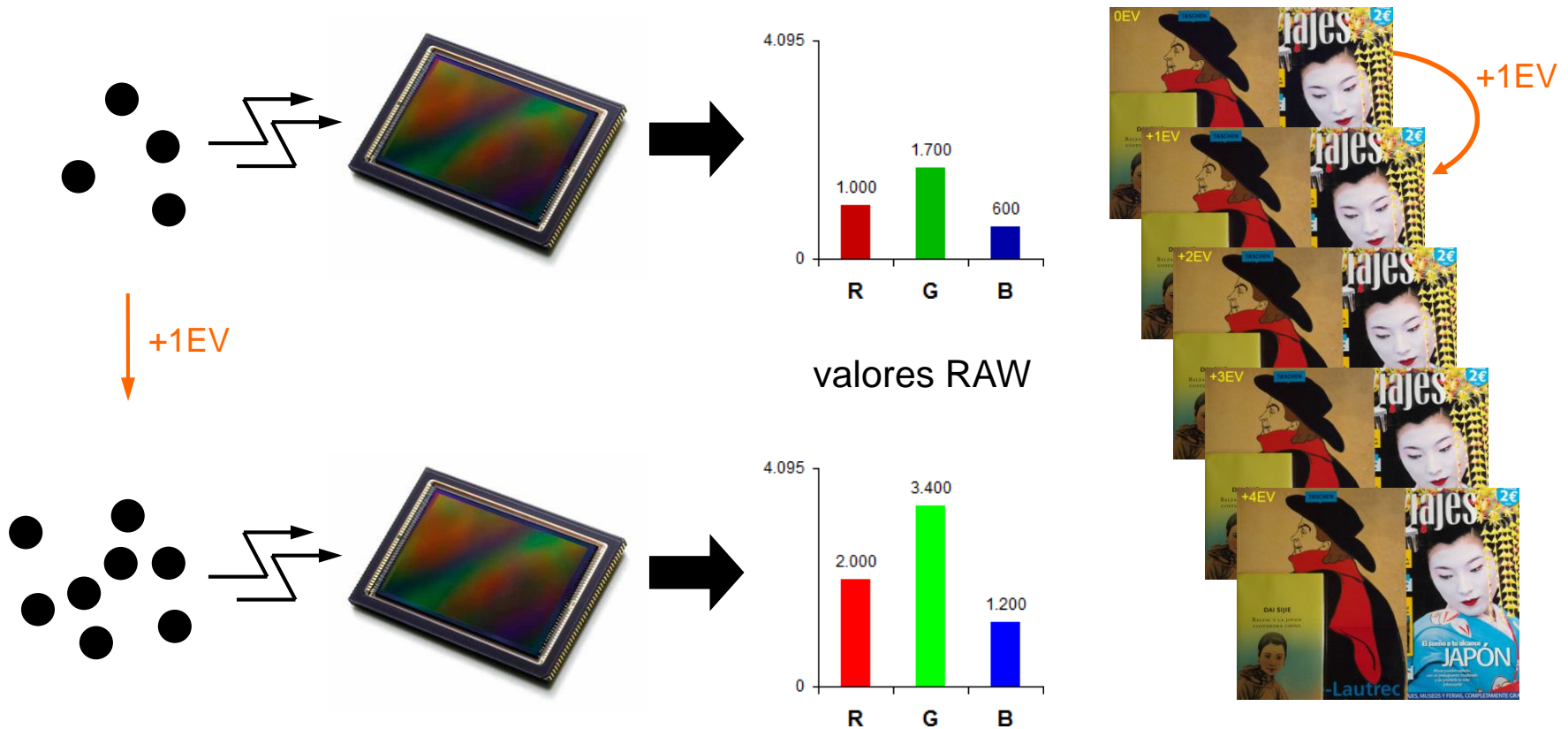
RAW 12 bits





# Linealidad del sensor y color/contraste

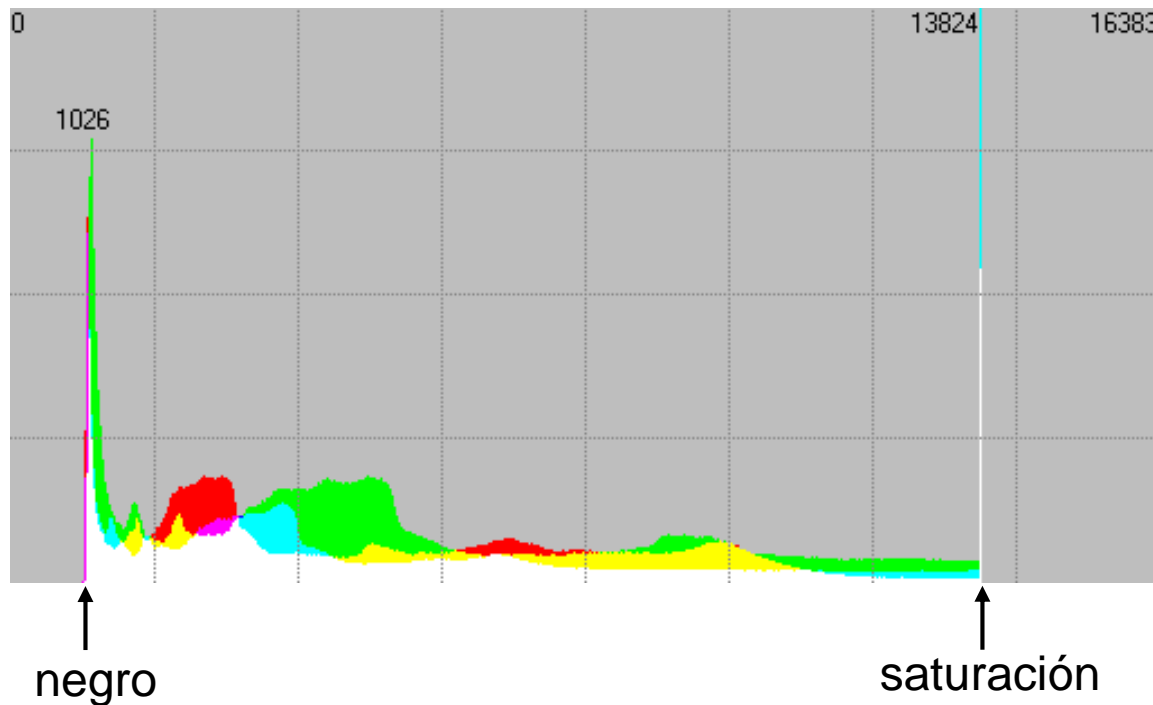
- El sensor es un **contador de fotones lineal**, los valores RAW que genera son directamente proporcionales a los fotones capturados
- Alterar la exposición (en la captura o en el procesado) no altera el **color/contraste** de la imagen, solo la luminosidad



# Histograma de un RAW real

- El nivel de **negro** hace que el histograma RAW no comience en el 0 en algunas cámaras
- El revelador lo calcula a partir de píxeles ocultos y lo sustrae
- El nivel de **saturación** es propio de cada modelo de cámara e ISO
- En general está en el nivel máximo de la escala o muy cerca: 4.095 (12 bits), 16.383 (14 bits)

## HISTOGRAMA RAW



Canon  
40D

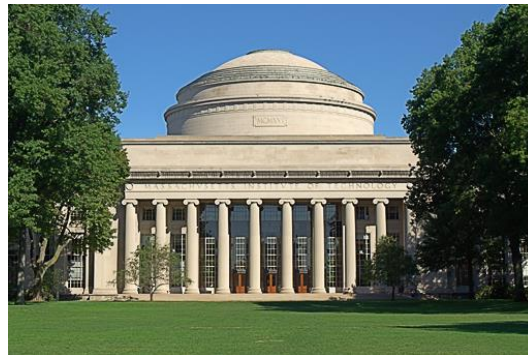
# Balance de blancos (1/3) – necesidad

- La necesidad del balance de blancos no proviene de la escena, sino del 'balance de blancos' que inconscientemente hace nuestro sistema visual

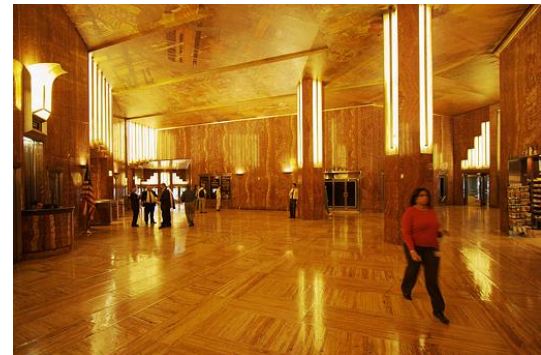
balance de blancos de 'Luz de día'



BIEN



MAL



balance de blancos de 'Tungsteno'



MAL

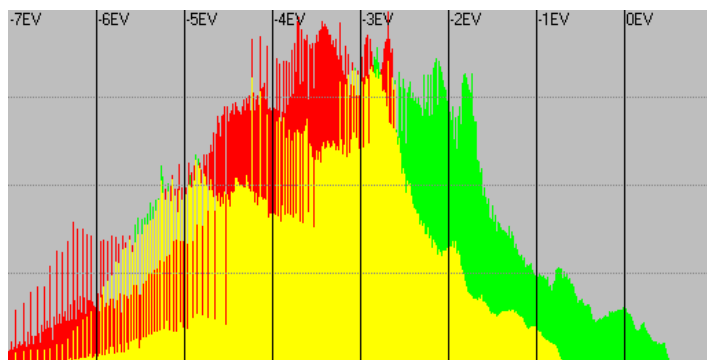


BIEN

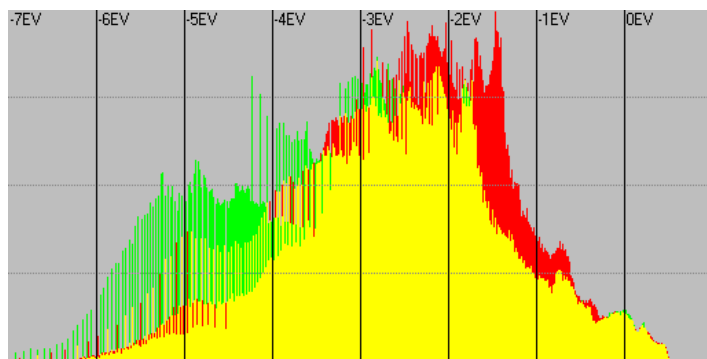


# Balance de blancos (2/3) – implementación

- Consiste en un ajuste de la exposición de los canales (típ. aumentan R y B) con lo que **puede llegar a quemar información**
- Tras el balance, en las zonas neutralizadas de la imagen se tendrá **R=G=B**



R = 52  
G = 122  
B = 105



R = 122  
G = 122  
B = 122



WB

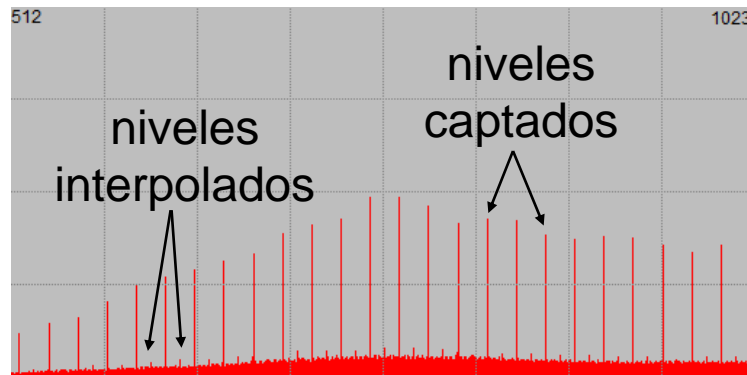
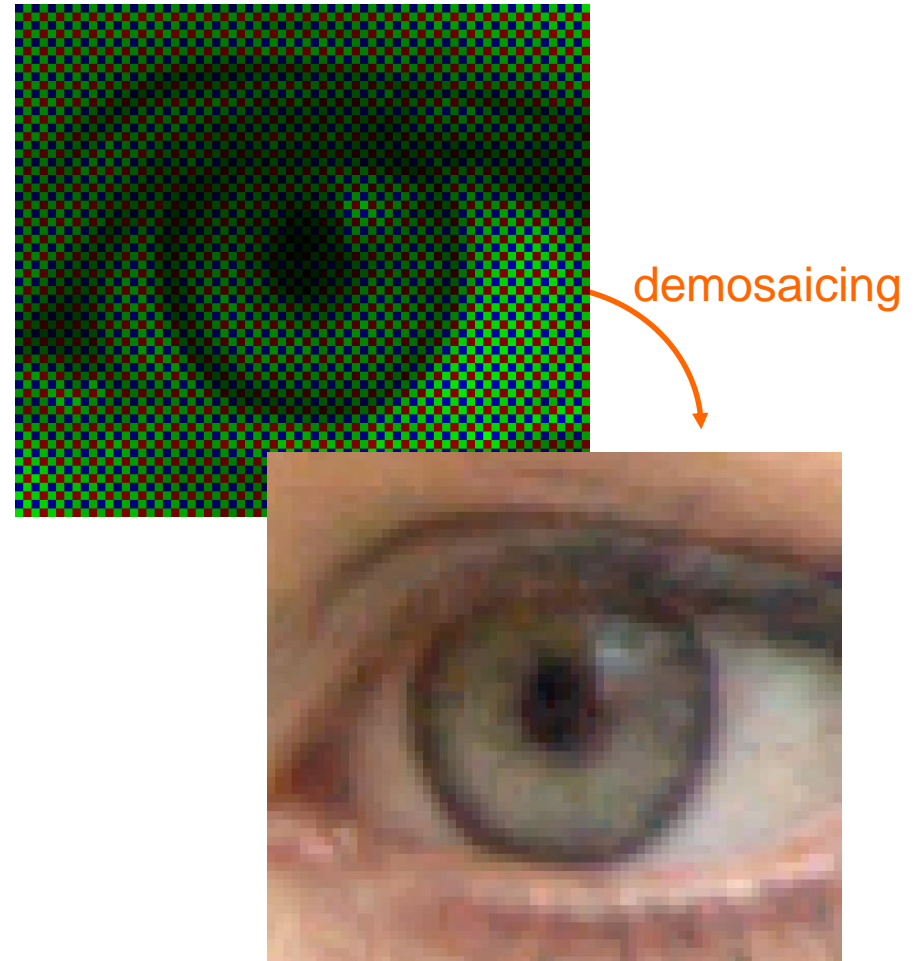
# Balance de blancos (3/3) – balance correcto

- El **balance de blancos correcto** depende de la aplicación, no existe un método universal
- En aplicaciones donde se requiera reflejar el color real del sujeto, eliminaremos las dominantes de color (p.ej. con una **carta neutra**)
- En otras aplicaciones las dominantes de color serán parte de la composición y las preservaremos (p.ej. haciendo un **ajuste manual** basado en nuestra memoria)



# Interpolación Bayer (1/2) – demosaicing

- Como de cada píxel solo se conoce un nivel R, G o B, los otros dos se han de interpolar
- Existen muchos algoritmos de interpolación con sus fortalezas y debilidades
- Un algoritmo de alta calidad aunque lento es **AMaZE** (incl. en RAW Therapee)

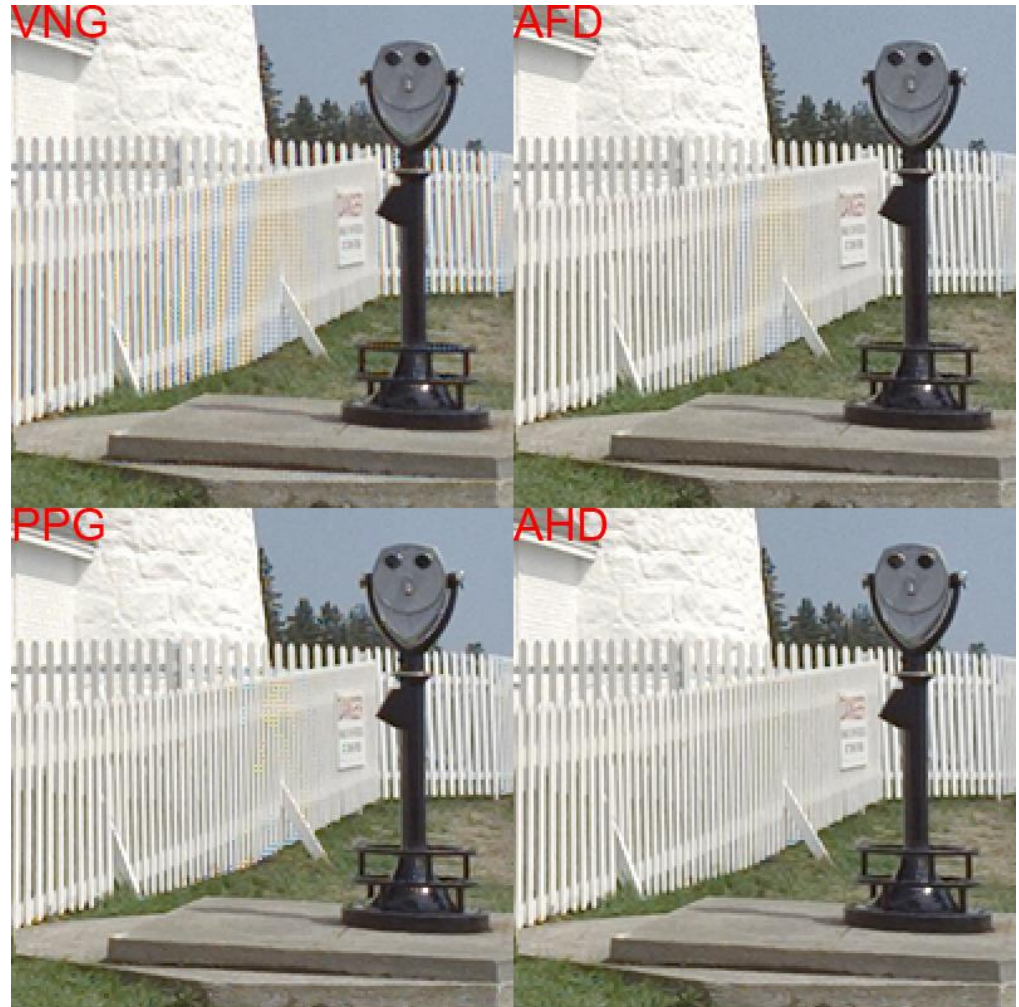


# Interpolación Bayer (2/2) – moiré

- El *moiré* es la consecuencia del *aliasing* al fotografiar patrones repetitivos con mucho detalle
- Su aparición depende de la existencia de los mismos en la escena, de la potencia del filtro AA y del **algoritmo de revelado RAW**, único recurso del usuario para minimizarlo

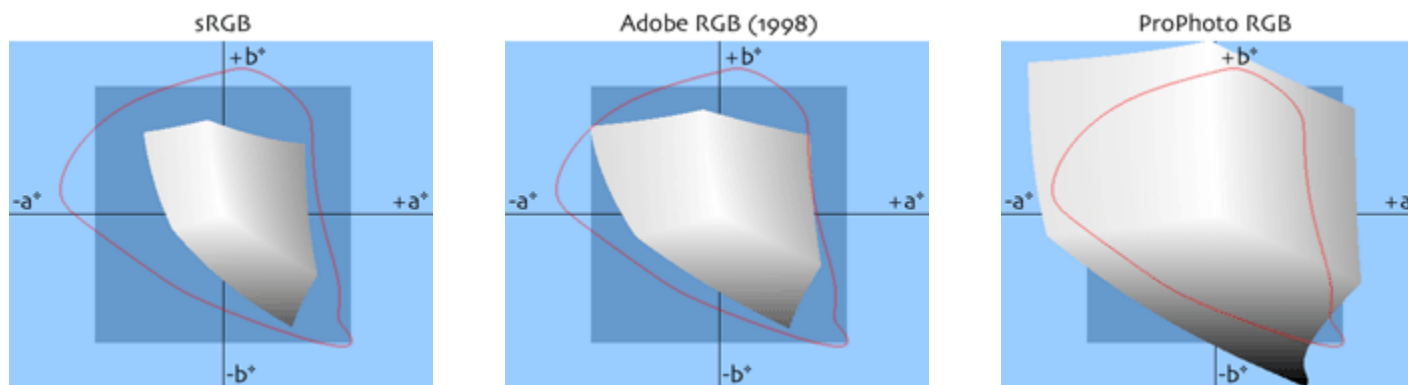


Fuente: Kodak



# Espacio de color (1/3) – elección

- El revelador convierte del “espacio” de color de cada cámara al espacio de color de salida escogido, pasando por un perfil de color intermedio muy amplio (CIE XYZ, ProPhoto RGB)
- El espacio de color óptimo será lo bastante amplio para recoger toda la gama de colores de nuestra aplicación, pero no más amplio. **Adobe RGB** puede ser una buena elección general de compromiso
- Los colores pueden salirse del espacio escogido en el **revelado RAW** (incl. sus ajustes), y en el **procesado de la imagen** por los colores que vamos a “fabricar” al procesarla



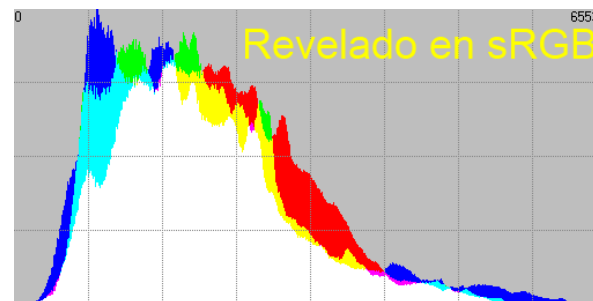
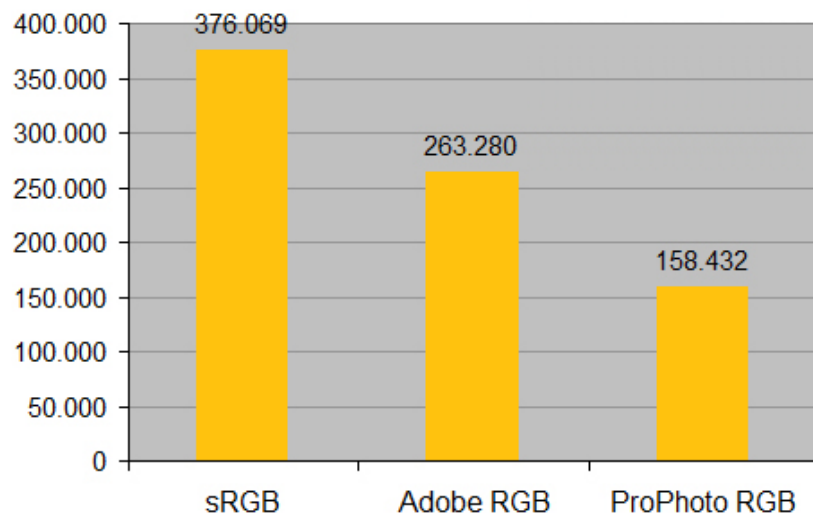
Fuente: [www.brucelindbloom.com](http://www.brucelindbloom.com)



# Espacio de color (2/3) – riqueza tonal

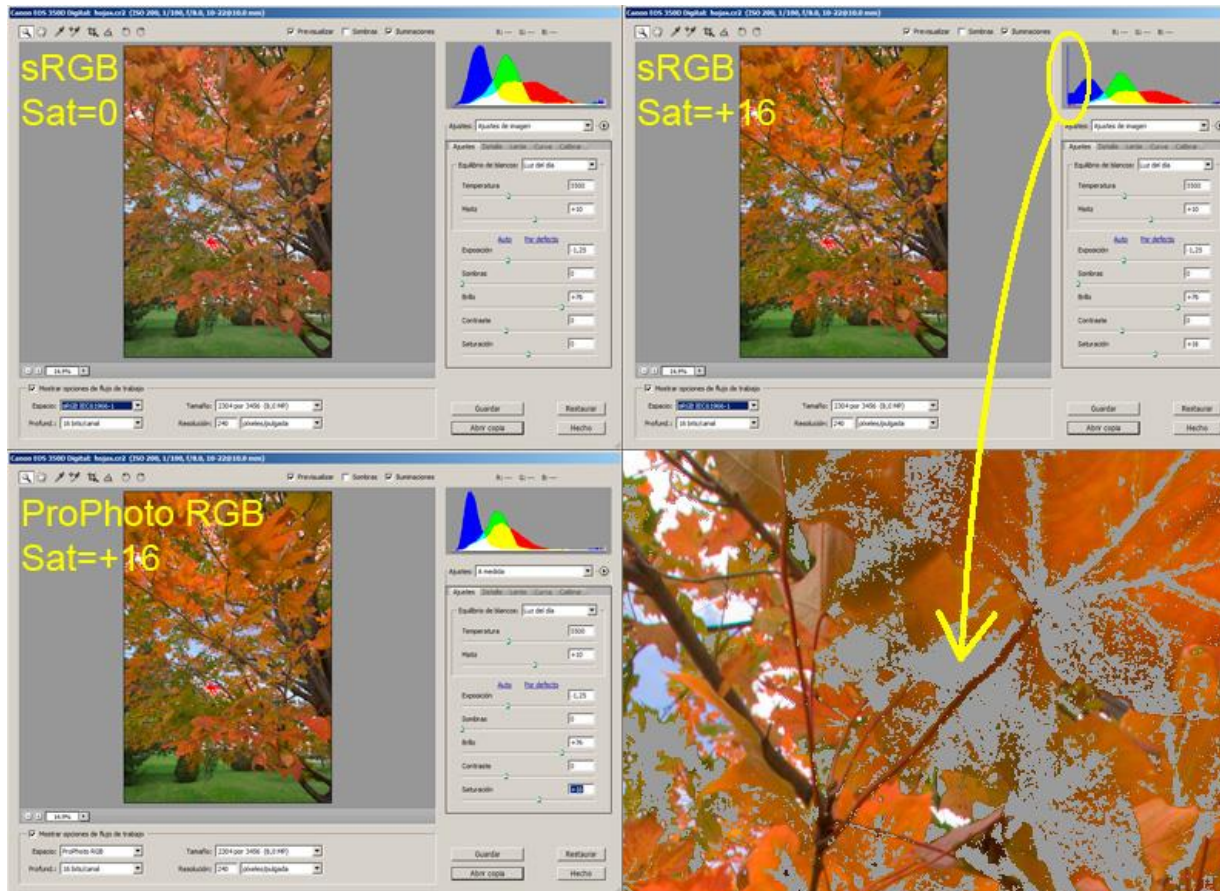
- Mientras la imagen no se salga de gama, el espacio más estrecho nos proporcionará más riqueza tonal (degradados más suaves)
- Esto en la práctica solo tiene incidencia trabajando a 8 bits, donde deberían evitarse los espacios demasiado amplios (ProPhoto RGB)

## Matices (combinaciones RGB) en 8 bits



# Espacio de color (3/3) – fuera de gama

- Puede reconocerse que una imagen se sale de gama cuando aparecen **picos en los extremos del histograma**, correspondientes a niveles recortados a 0 y/o niveles saturados



← 'Avisar sobre gama' de PS

# Recup. de altas luces RAW (1/2) – mito

- La capacidad de “recuperación” de altas luces en el RAW es muy limitada, y la diferencia de resultado práctico de un revelador se dará en casos puntuales
- Lo fundamental es esforzarse en exponer sin quemar el RAW
- Si unas altas luces aparecen quemadas en el JPEG y no en el RAW, no cabe hablar de “recuperación”. No se puede recuperar lo que nunca se perdió!



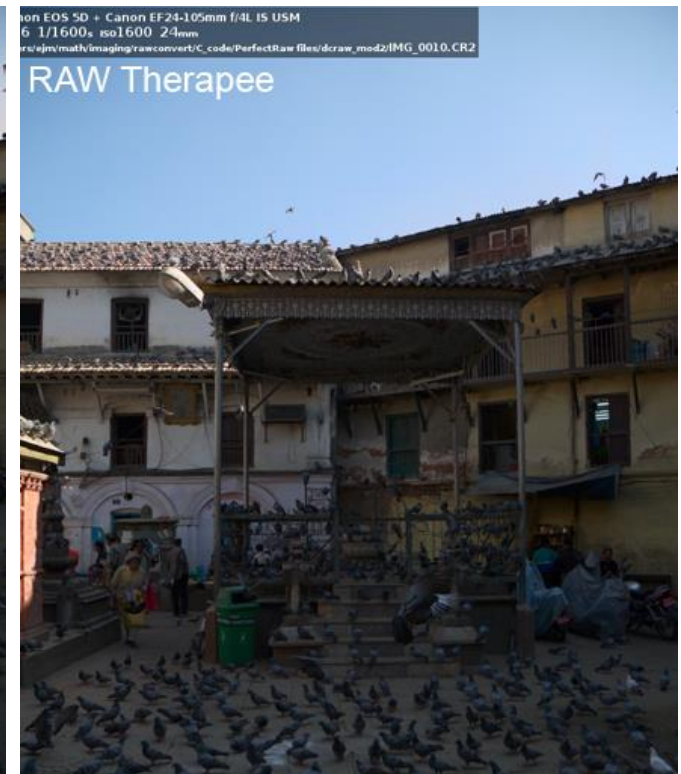
JPEG



RAW

# Recup. de altas luces RAW (2/2) – caso real

- Ejemplo excepcional de cielo quemado donde el resultado difiere en función del revelador RAW usado
- El algoritmo *inpaint* de RAW Therapee supera a ACR (dominante cian) y a DCRAW (dominante magenta)



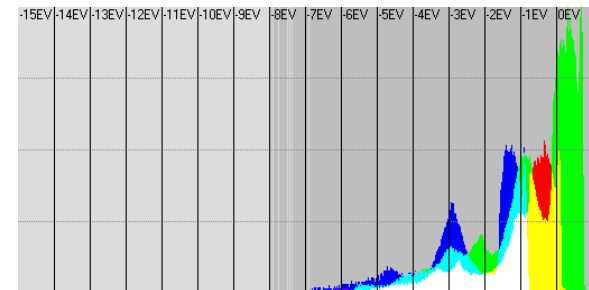
# Histograma de la cámara vs el RAW

- El histograma y el aviso de luces de la cámara **no es el del RAW** sino el del JPEG incrustado en él, incluso aunque se dispare en solo RAW
- No es un histograma logarítmico, luego las divisiones verticales **no son pasos de exposición**
- No representa fielmente lo que está saturado en el RAW sino que **es pesimista** obligando a prueba/error
- Iniciativa **CHANGE.ORG**: 'Include RAW histograms on digital cameras'

histograma y aviso de luces cámara (saturación)



histograma RAW (no hay saturación)



procesado RAW



# El rango dinámico del sensor

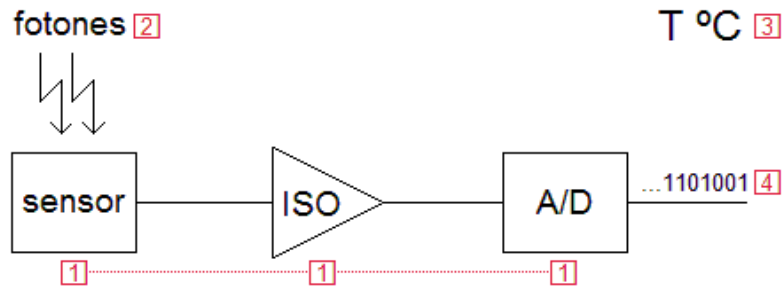
© Guillermo Luijk 2018  
[www.guillermoluijk.com](http://www.guillermoluijk.com)

# El rango dinámico del sensor

- Fuentes de ruido en un sensor
- Derecheo del histograma y ruido
- Curvas de relación señal a ruido (S/N)
- Rango dinámico y ruido
- Rango dinámico de la visión humana
- Utilidad del rango dinámico
- Uso inteligente del ISO
- Tamaño de sensor y tecnología vs ruido
- Mpx vs ruido
- El grano digital

# 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

relación S/N





# Derecheo del histograma y ruido (1/3)

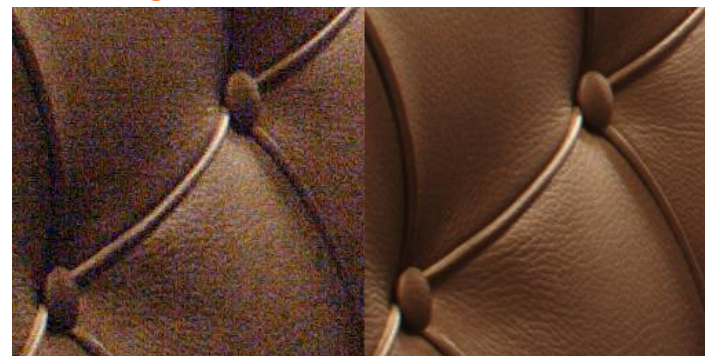
**Derecheo** = exponer al máximo el RAW justo antes de quemar altas luces

- El ruido depende del **nivel de exposición del RAW**: a más exposición RAW menos ruido
- 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)

Derecheo subiendo el **ISO**:

ISO100

ISO1600



(capturas a igual apertura/velocidad)

Canon

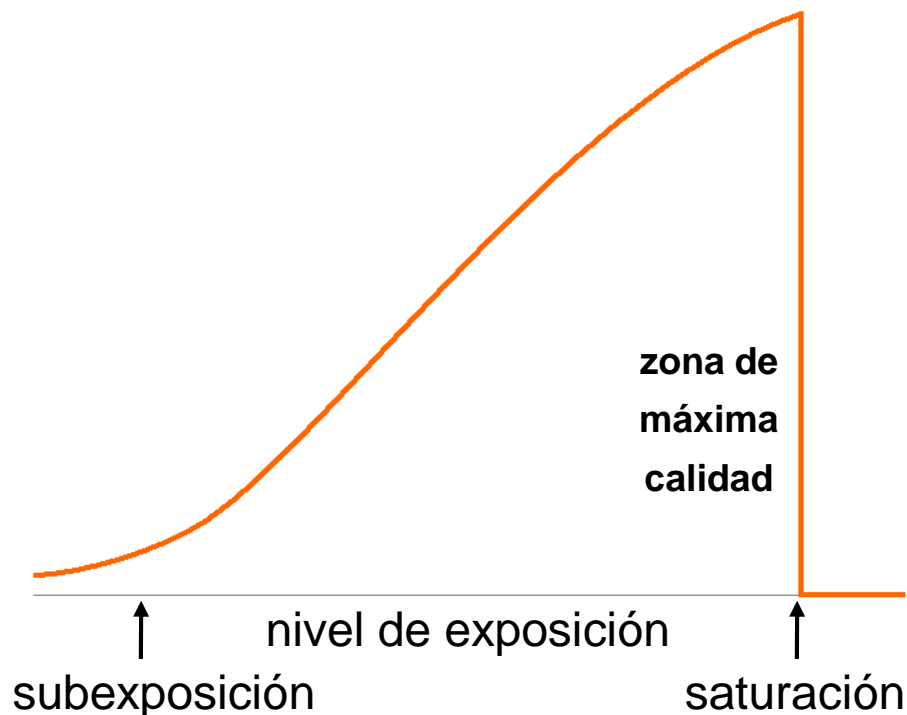
- Peligros del derecheo: saturación de altas luces y trepidación

## Derecheo del histograma y ruido (2/3)

- 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

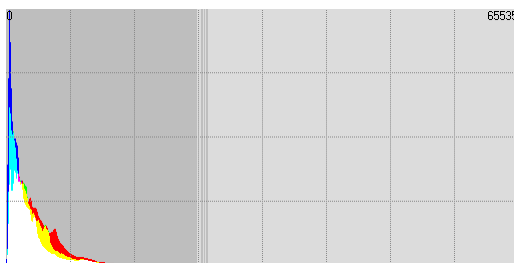
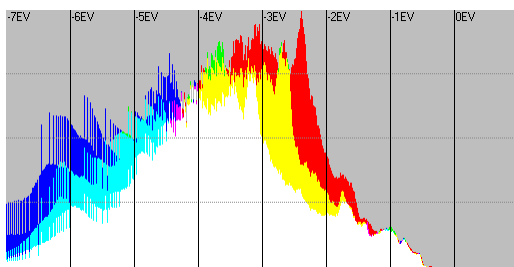
### CALIDAD DE LA CAPTURA DIGITAL



# Derecheo del histograma y ruido (3/3)

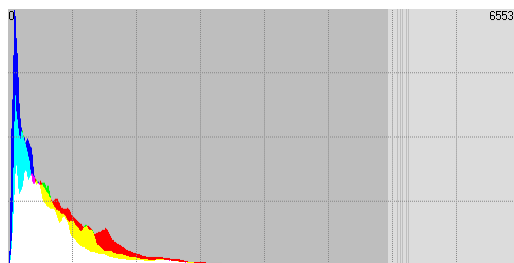
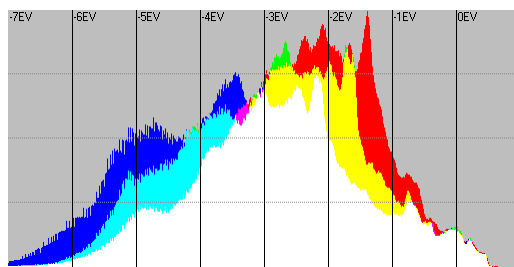
niveles vacíos

$T=1/200s$  f/4



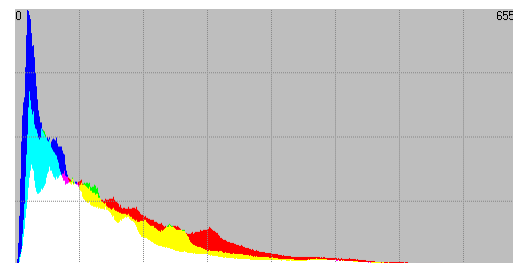
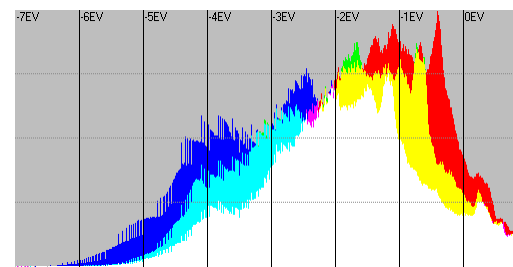
**derecheo** del histograma

$T=1/100s$  f/4



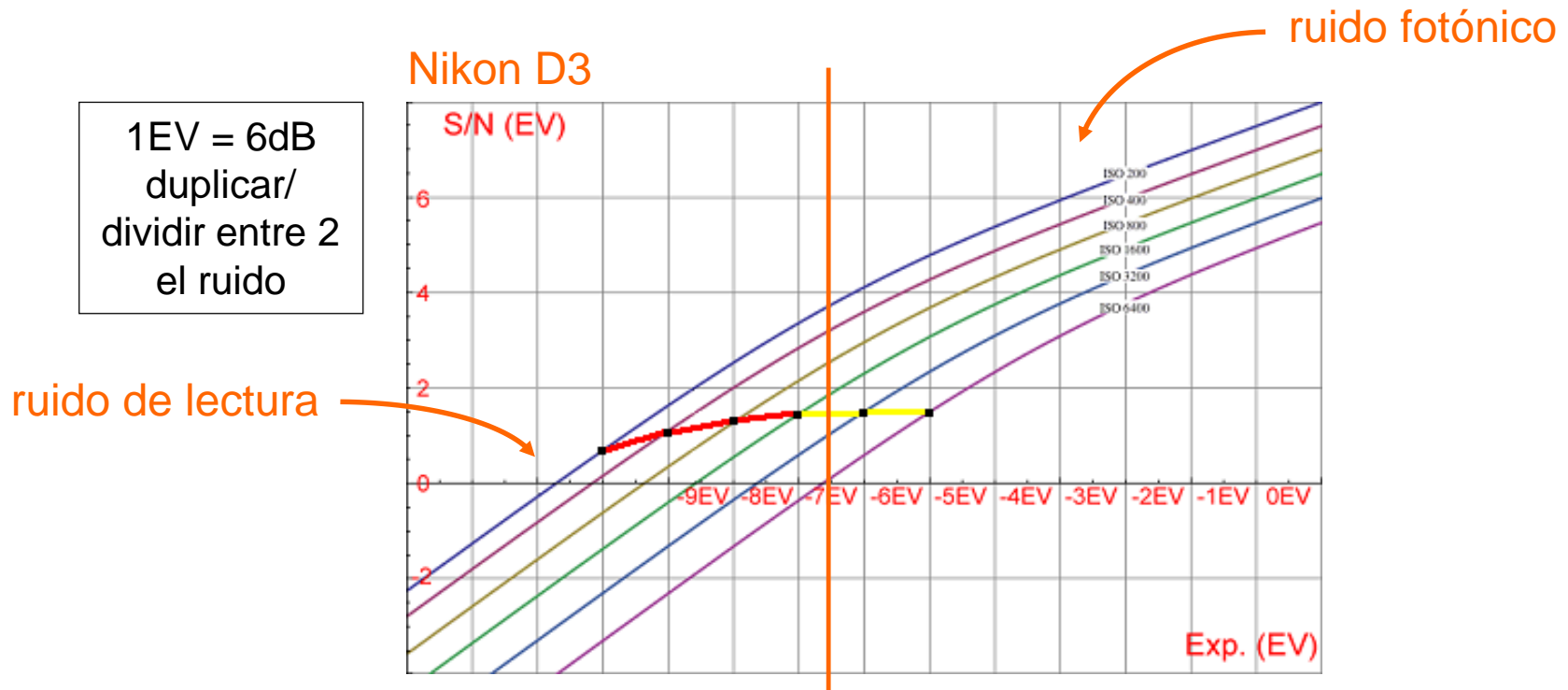
sobreexposición

$T=1/50s$  f/4



# Curvas de relación señal a ruido (S/N)

- Las curvas de relación S/N caracterizan el comportamiento del sensor respecto al ruido en cualquier circunstancia posible de exposición
- Moviéndonos por las curvas vemos la mejora en ruido al subir el ISO para una apertura/velocidad. Pasar de **ISO1600** no aporta nada en la mayoría de cámaras



Fuente: Emil Martinec

# Rango dinámico y ruido (1/13)

## 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

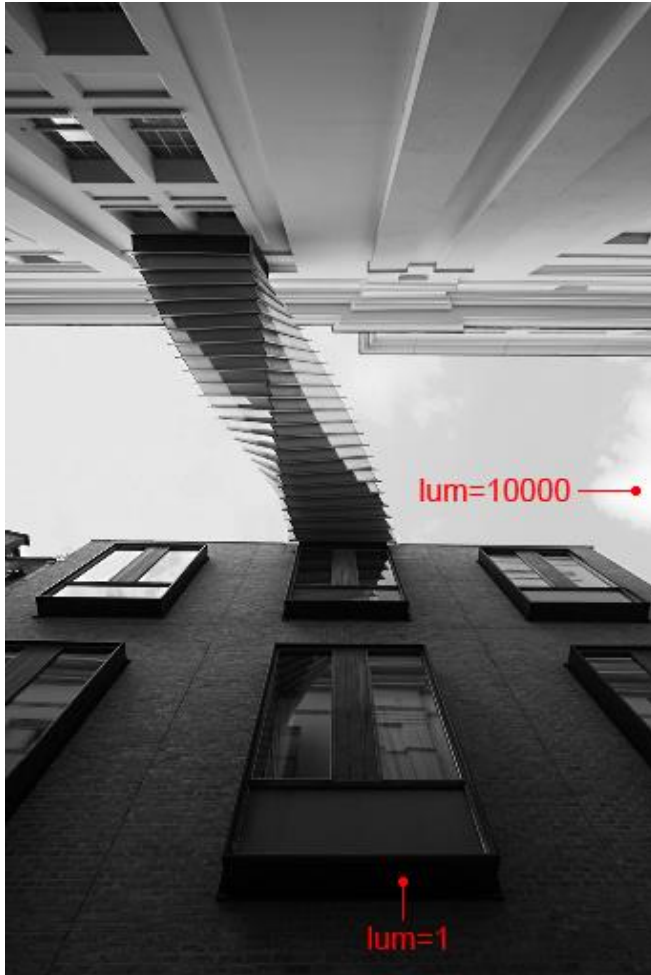


### RD DE LA CÁMARA

- 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

# Rango dinámico y ruido (2/13)

## 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

$$\log_2(10000) = \log(10000)/\log(2)$$

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

1EV = 6 dB
------------

# Rango dinámico y ruido (3/13)

## RD de la escena: medición con la cámara

- Es preciso emplear la medición puntual de la cámara
- Calcularemos la diferencia en pasos de diafragma entre el punto más luminoso y el más oscuro de la escena

~11EV de rango dinámico



# Rango dinámico y ruido (4/13)

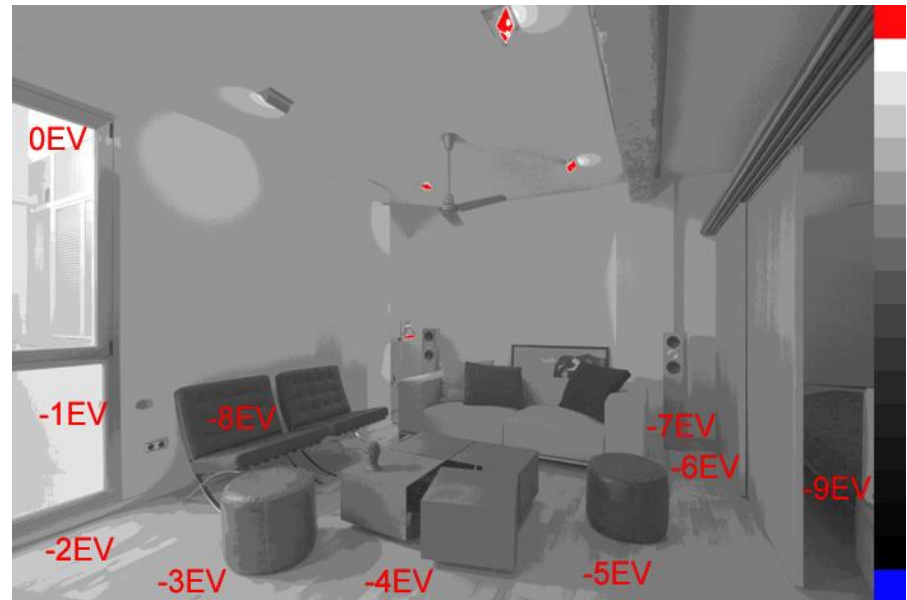
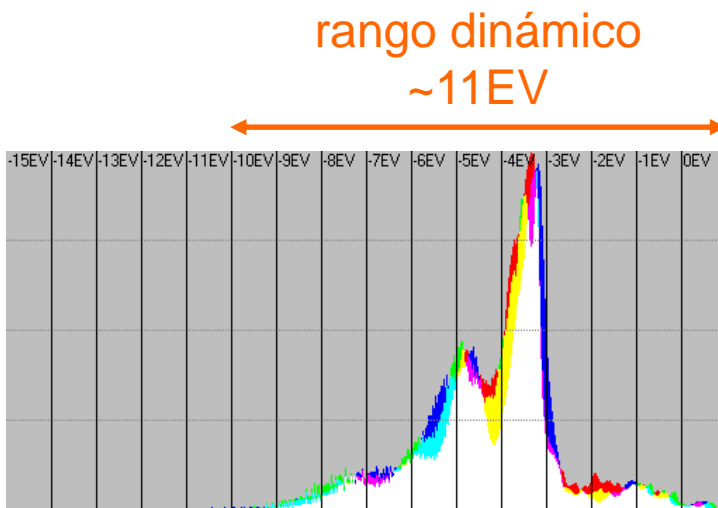
## RD de la escena: medición con el RAW

- Revelamos el RAW con DCRAW que realiza un revelado 100% neutro:

```
dcraw -v -a -4 -T foto.cr2
```

```
dcraw -v -r 1 1 1 1 -4 -T foto.cr2
```

- También podemos revelar de manera neutra (todo a cero) con ACR
- Con Histogrammar obtenemos el histograma por pasos de diafragma y el diagrama de zonas

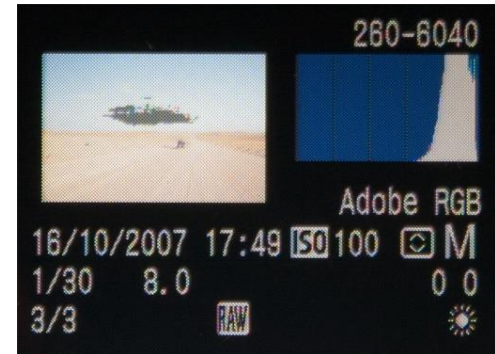




# Rango dinámico y ruido (5/13)

## RD de la escena: ejemplos reales

- Escena de bajo rango dinámico:



~3EV  
↔

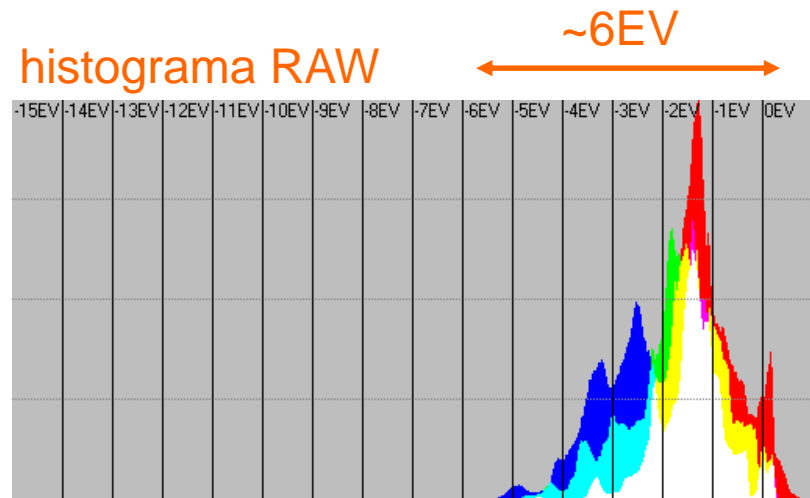
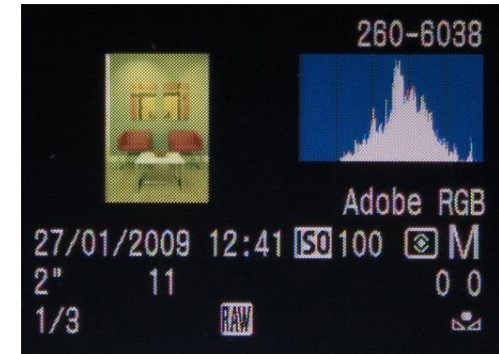


histograma RAW

# Rango dinámico y ruido (6/13)

## RD de la escena: ejemplos reales

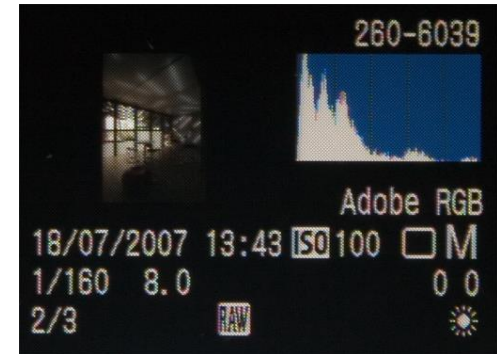
- Escena de rango dinámico medio:



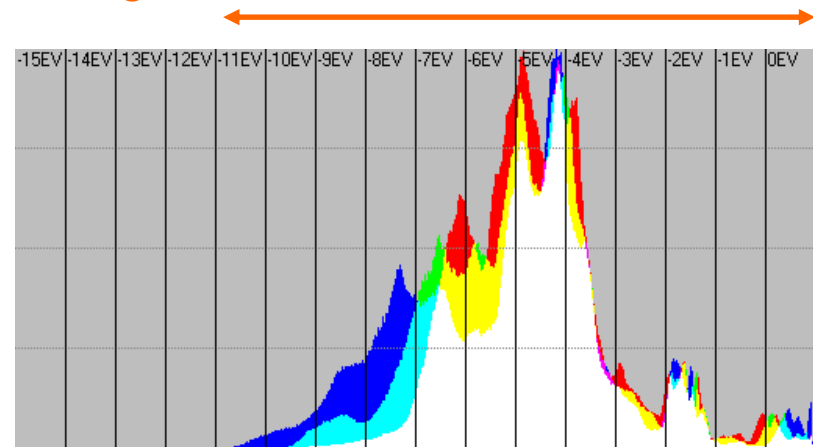
# Rango dinámico y ruido (7/13)

## RD de la escena: ejemplos reales

- Escena de alto rango dinámico:



histograma RAW ~12EV



# Rango dinámico y ruido (8/13)

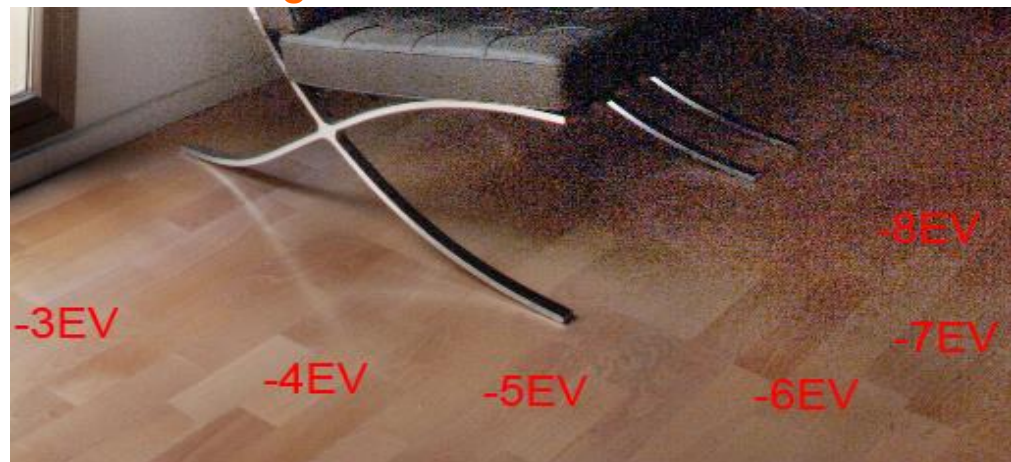
## Rango dinámico de la cámara: saturación y ruido

- El rango dinámico de la cámara es el rango de luminosidades comprendido entre la **saturación** y aquella luminosidad en la que la presencia de **ruido** es tan grande que inutiliza las texturas
- El rango dinámico de la cámara disminuye al aumentar el ISO porque al hacerlo el ruido aparece antes, en sombras no tan profundas



← saturación — RANGO DINÁMICO — ruido →

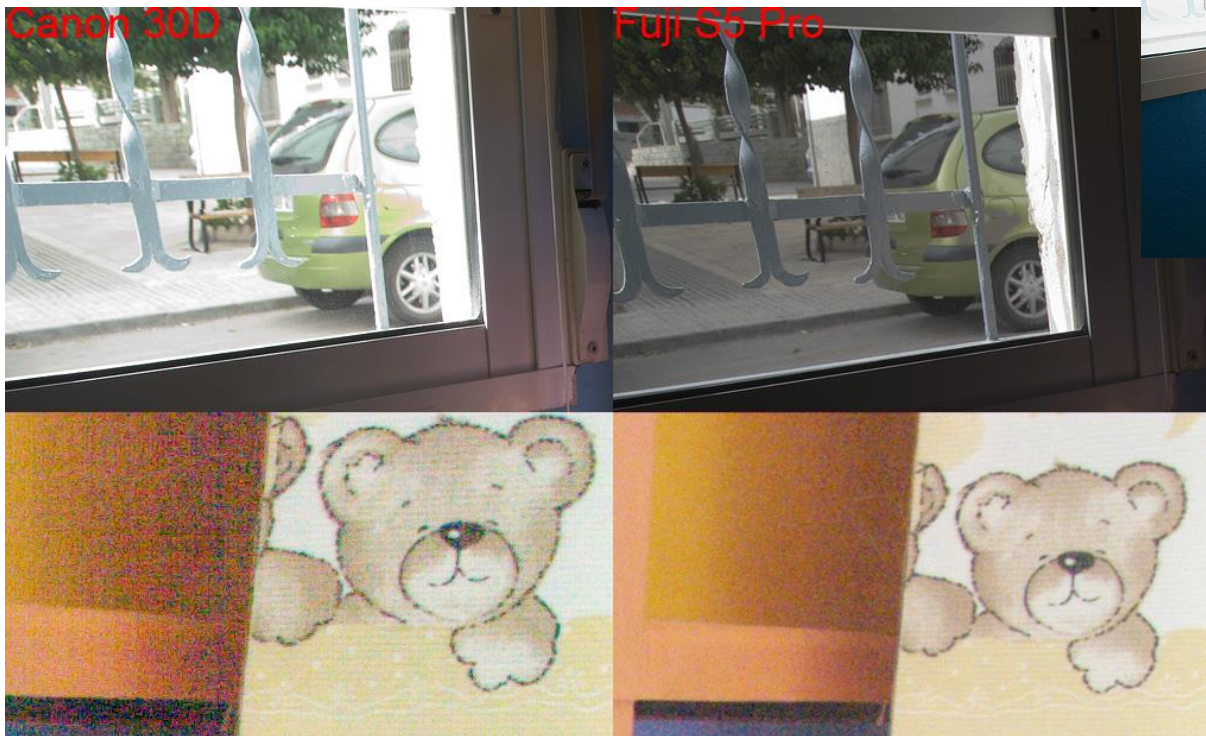
Canon 350D a ISO100  
~8EV de rango dinámico



# Rango dinámico y ruido (9/13)

## Ejemplo de escena de alto RD: Canon vs Fuji

- A continuación se muestra una comparación de rango dinámico captado por una Canon 30D vs una Fuji S5 Pro a ISO100
- 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**



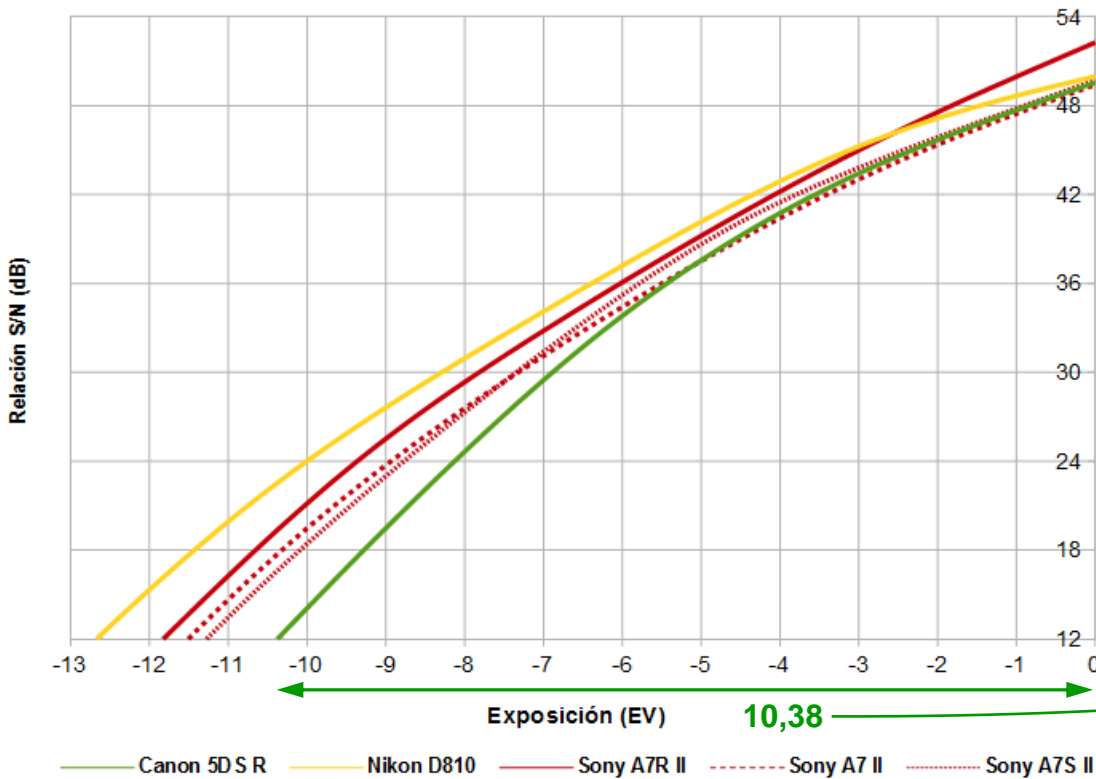
Archivos RAW cortesía de Javier Bonilla Quesada (Ojo Digital)

# Rango dinámico y ruido (10/13)

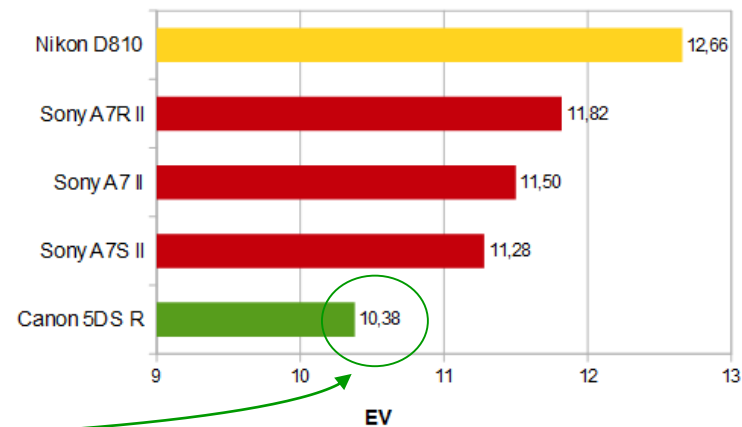
## RD de la cámara: medición con curvas de relación S/N

- Medimos el rango dinámico sobre las curvas de relación S/N
- Es preciso establecer un **criterio** umbral: RD “fotográfico” umbral S/N > 12dB

Curvas de relación S/N a ISO base (norm. 8Mpx)



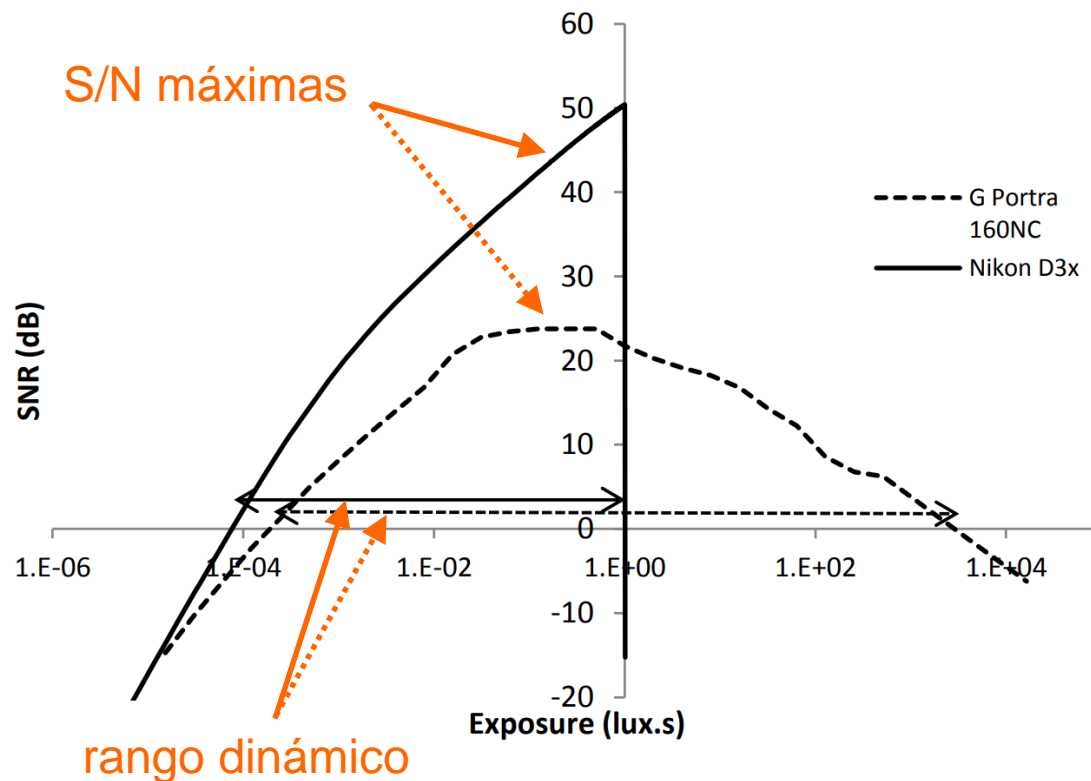
Rango dinámico fotográfico a ISO base (12dB/8Mpx)



# Rango dinámico y ruido (11/13)

## Sensor digital vs película química

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

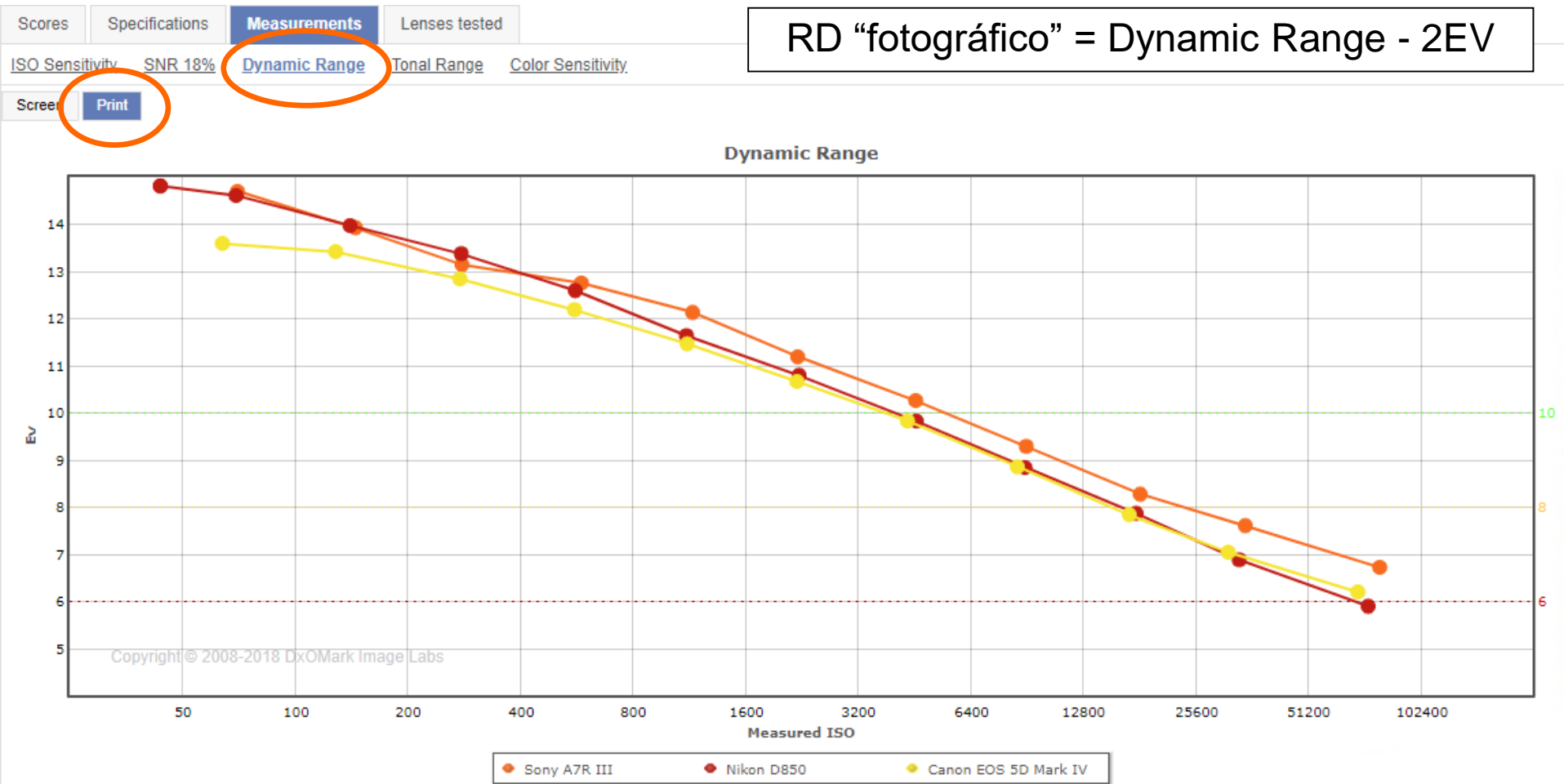


Fuente: DxO Labs

# Rango dinámico y ruido (12/13)

## Mediciones de rango dinámico en DxOMark

- [www.dxomark.com](http://www.dxomark.com) tiene mediciones rigurosas de rango dinámico y ruido
- **Dynamic Range** = ruido en las sombras (umbral S/N > 0dB)

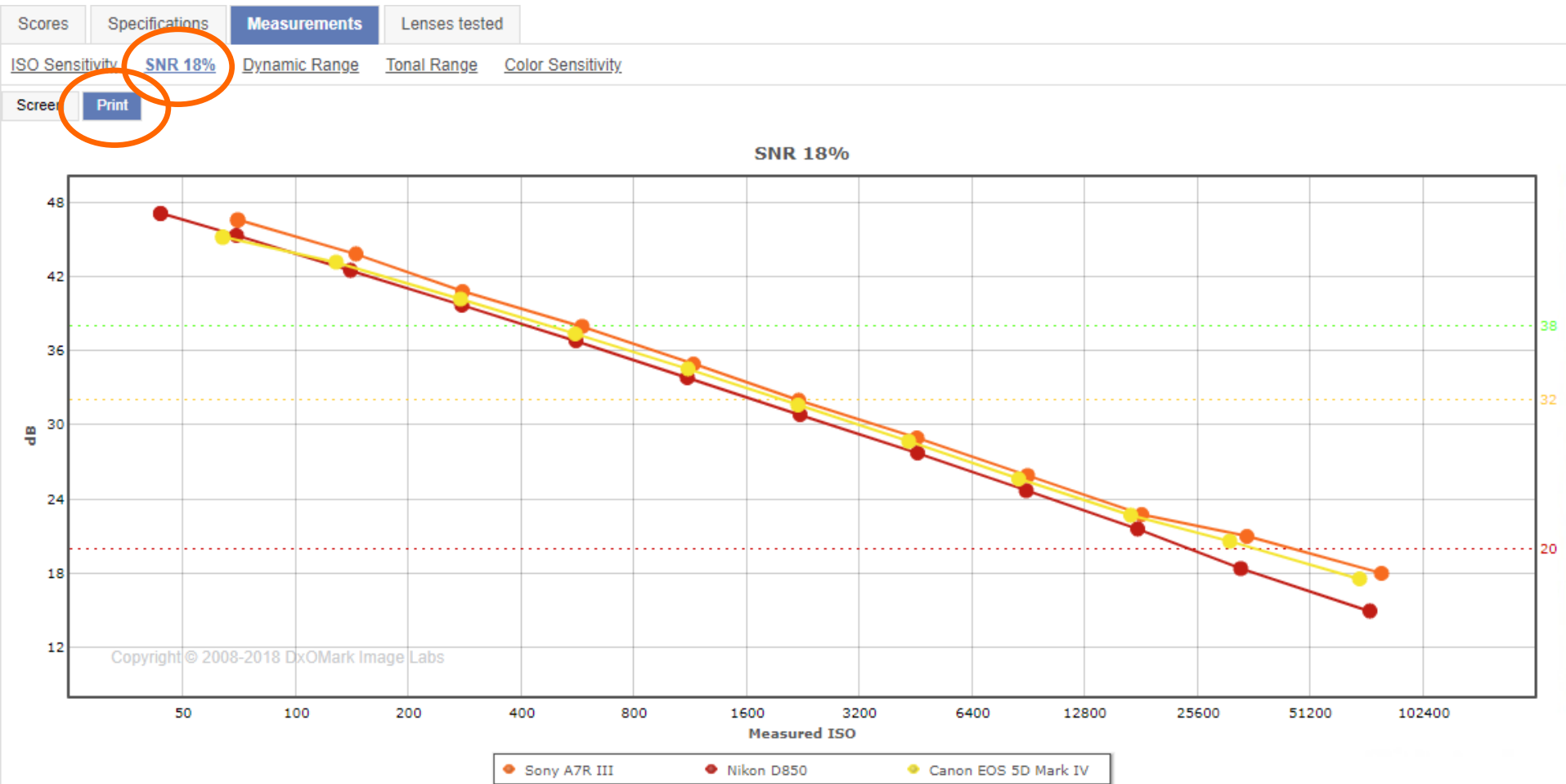




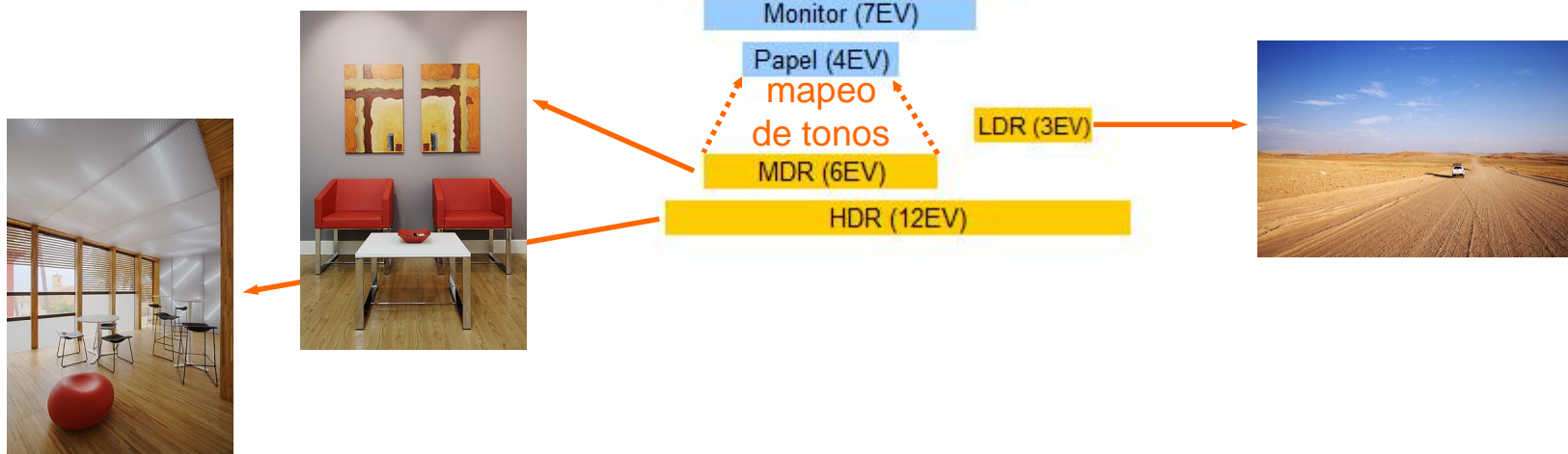
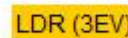
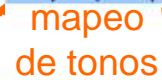
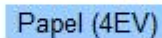
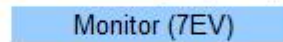
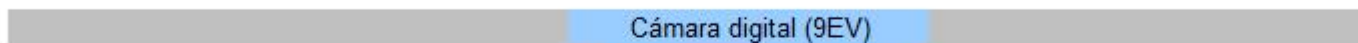
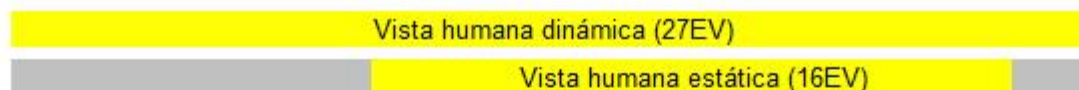
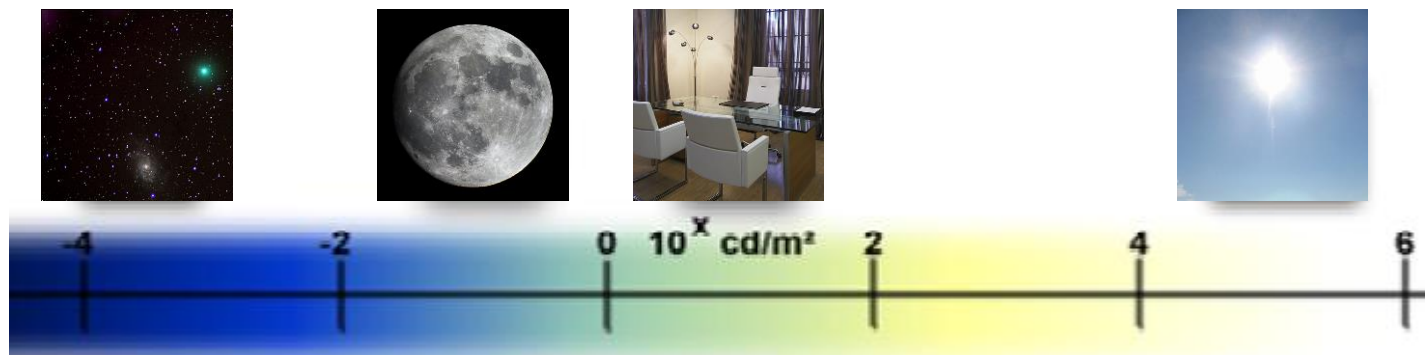
# Rango dinámico y ruido (13/13)

## Mediciones de ruido en DxOMark

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



# RD de la visión humana vs dispositivos



# Utilidad del rango dinámico (1/6)

## Escenas de alto rango dinámico

- 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

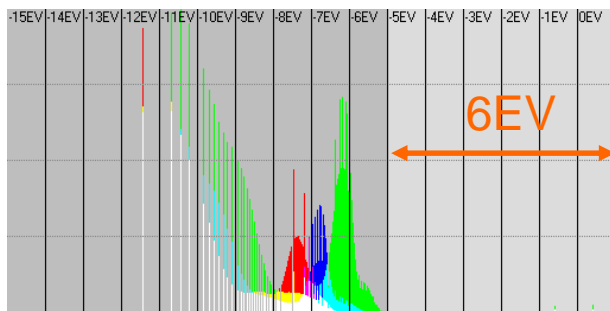
# Utilidad del rango dinámico (2/6)

## Errores de subexposición

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



Foto cortesía de Mika

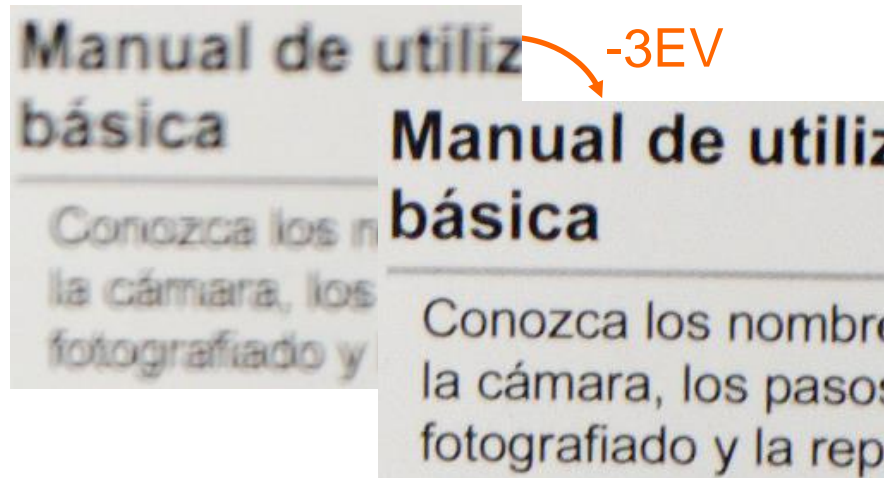


histograma  
RAW

# Utilidad del rango dinámico (3/6)

## Prevenir trepidación / Lograr gran PDC

- Un sensor de mucho rango dinámico permite exponer menos la captura obteniendo aún un resultado de calidad en cuanto al ruido
- Aumentando la velocidad de disparo evitaremos mejor una posible trepidación → MEJORA EN LA NITIDEZ DE LA IMAGEN
- Cerrando más diafragma garantiremos una mayor PDC → MEJORA EN LA PDC DE LA IMAGEN



# Utilidad del rango dinámico (4/6)

## “Izquierdeo” del histograma

- Un sensor de mucho rango dinámico permite subexponer ligeramente por sistema, garantizando que las luces no se queman y obteniendo aún un resultado de calidad en cuanto al ruido

- Este “izquierdeo” del histograma permite relegar el ajuste de exposición a un segundo plano



MEJORA EN  
OTROS  
ASPECTOS:  
ENCUADRE,  
COMPOSICIÓN,  
ENFOQUE

...



# Utilidad del rango dinámico (5/6)

## Procesado extremo en sombras profundas

- 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

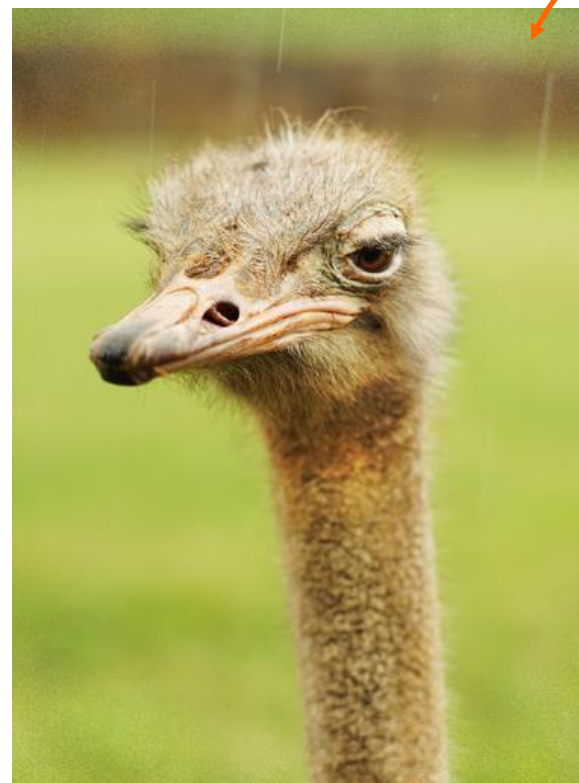
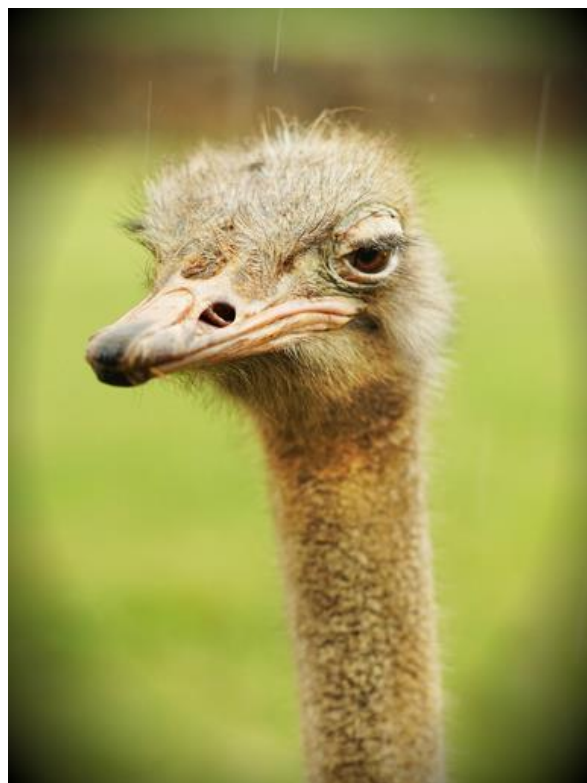


ruido visible

## Utilidad del rango dinámico (6/6)

### Corrección de viñeteo sin ruido

- Es habitual que el viñeteo de las ópticas sea del orden de 1EV o 2EV, llegando a duplicarse el ruido visible por cada paso de corrección



ruido visible



# Uso inteligente del ISO (1/4) – sensor “sin ISO”

- La mayoría de cámaras reducen el ruido visible al subir el ISO (manteniendo apertura/velocidad)
- Los nuevos sensores apenas mejoran en ruido al hacerlo → sensor “sin ISO”

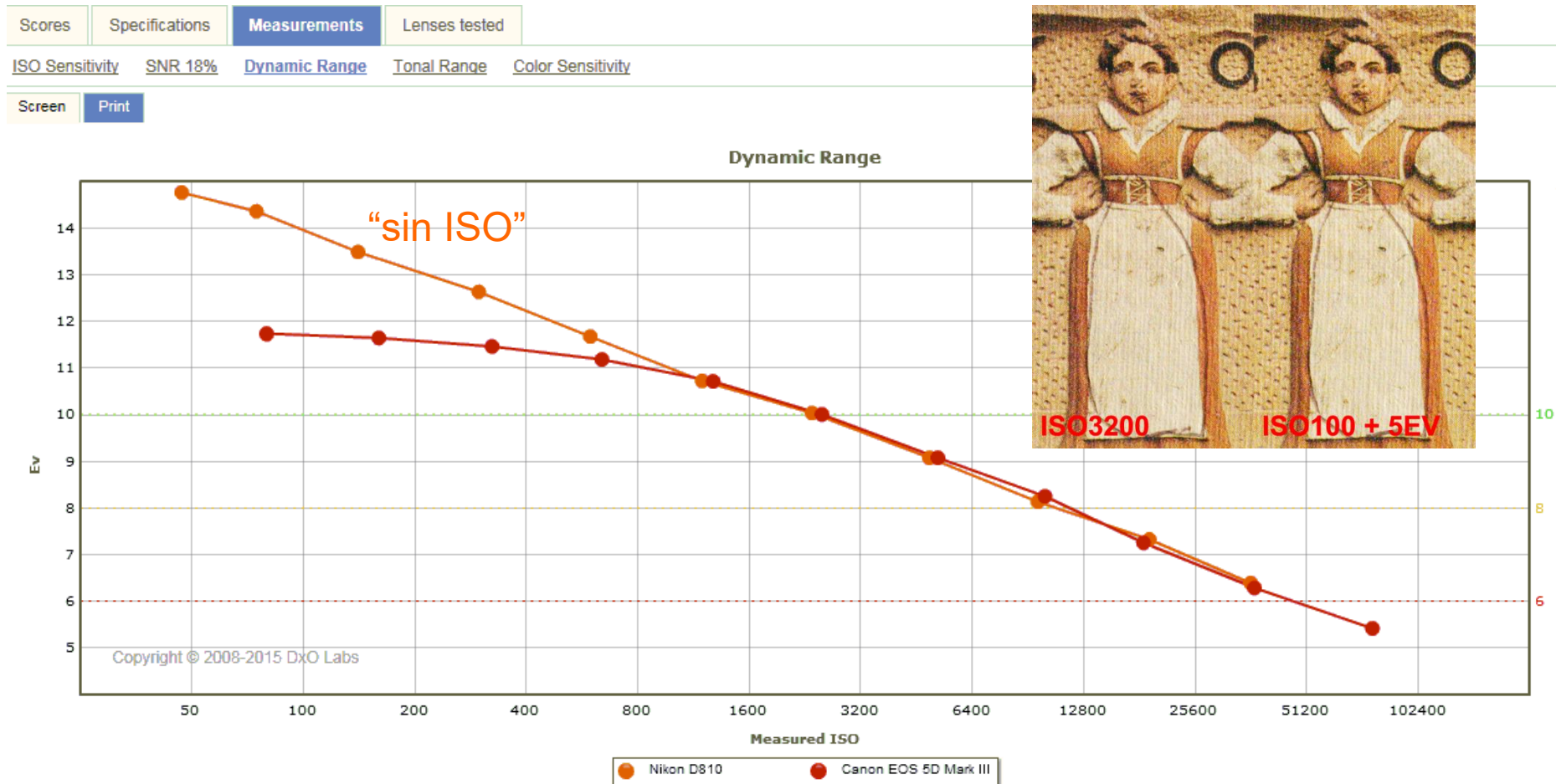


Canon  
350D



# Uso inteligente del ISO (2/4) – ¿es “sin ISO”?

- Los sensores “sin ISO” pierden un paso completo de rango dinámico por cada incremento de un paso en ISO → recta de pendiente -1



# Uso inteligente del ISO (3/4) – regla

- La forma de exponer el RAW para máxima calidad de captura es el **derecho del histograma** (máx. exposición RAW sin quemar altas luces)
- Dependiendo de la cámara este derecho lo lograremos con apertura/velocidad/ISO, o exclusivamente con apertura/velocidad:

## Sensor sensible al ISO (Ej. Canon antiguos)

- Es crítico **subir el ISO** tan pronto haya riesgo de subexposición, para exponer lo más posible y mejorar el ruido visible final

## Sensor intermedio (Ej. Nikon antiguos)

- No es tan crítico, pero aún es recomendable **subir el ISO** cuando haya riesgo de subexposición para mejorar el ruido visible final

## Sensores “sin ISO” (varias marcas)

- Subir el ISO para evitar la subexposición apenas aporta nada. Por tanto en cuanto haya posibilidad de perder detalle en las altas luces por subir el ISO, es mejor **mantenerse al ISO base** (aunque con ello se subexponga). Precaución: el display de la cámara puede quedar oscuro

# Uso inteligente del ISO (4/4) – RAW vs JPEG

Con lo visto sobre ajuste ISO, derecheo y ruido, podemos establecer las siguientes reglas generales en la elección del ISO en RAW y en JPEG:

- Disparando en **RAW**: solo usaremos ISOs reales y como máximo ISO1600 para no perder innecesariamente rango dinámico en las luces. Usaremos el menor ISO real posible que logre o más nos acerque al derecheo del histograma.
- Disparando en **JPEG**: usaremos el ISO que mejor solucione la toma de los disponibles en la cámara, sean reales o falsos. Se empleará el menor ISO posible con el que logremos la correcta exposición en el JPEG.

RAW ISO1600 (subexpuesto)



Procesado RAW

JPEG ISO6400



# Tamaño de sensor y tecnología vs ruido

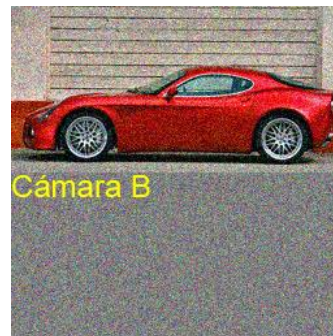
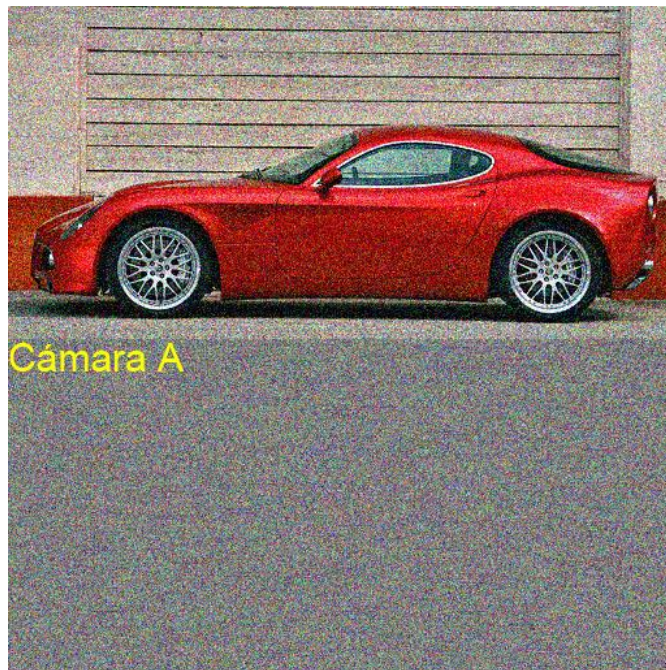
- A mayor **tamaño de sensor** → más superficie recolectora de luz → menos ruido visible en la imagen final a igual tecnología
- La **tecnología** suele tener más peso en el ruido que el tamaño de sensor
- A ISOs altos el tamaño de sensor resulta más decisivo

Pruebas de rango dinámico



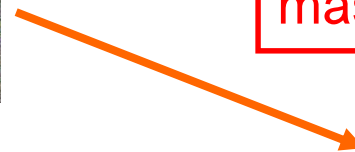
# Mpx vs ruido

- A mayor resolución del sensor  $\rightarrow$  más pequeños son los fotocaptores  $\rightarrow$  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

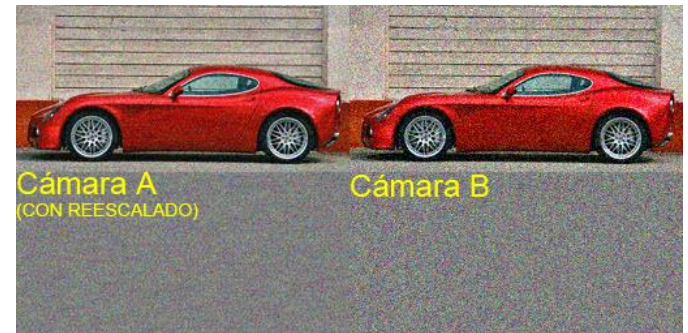


mejor  
relación  
S/N

es un mito  
que siempre  
más Mpx =  
más ruido



mejor  
relación  
S/N



# El grano digital (1/2) – ruido del sensor

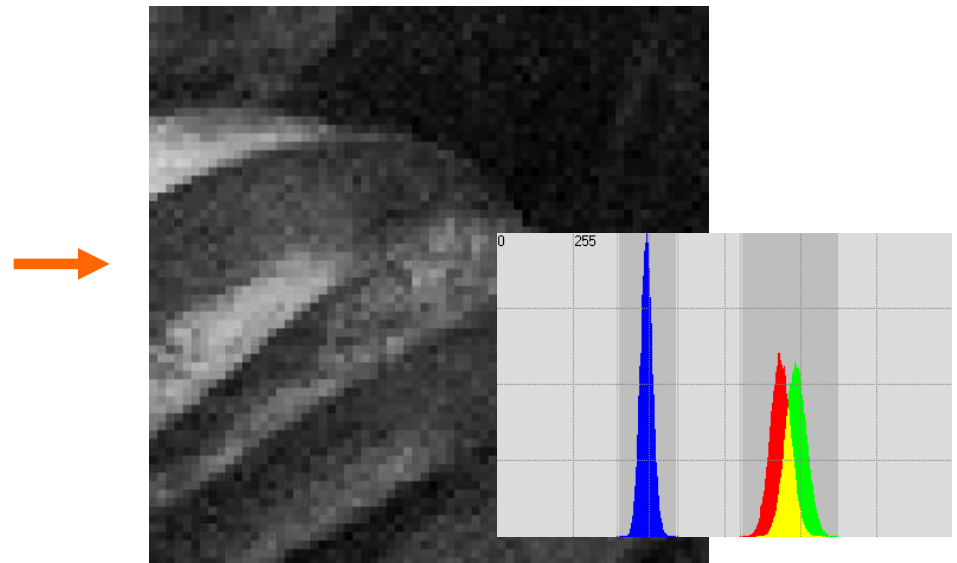
- El ruido capturado por un sensor digital tiene en todos los casos naturaleza **gaussiana**, no teniendo estructura espacial ni diferenciación por canal



- A nivel RAW no tiene sentido hablar de ruido de luminancia/crominancia

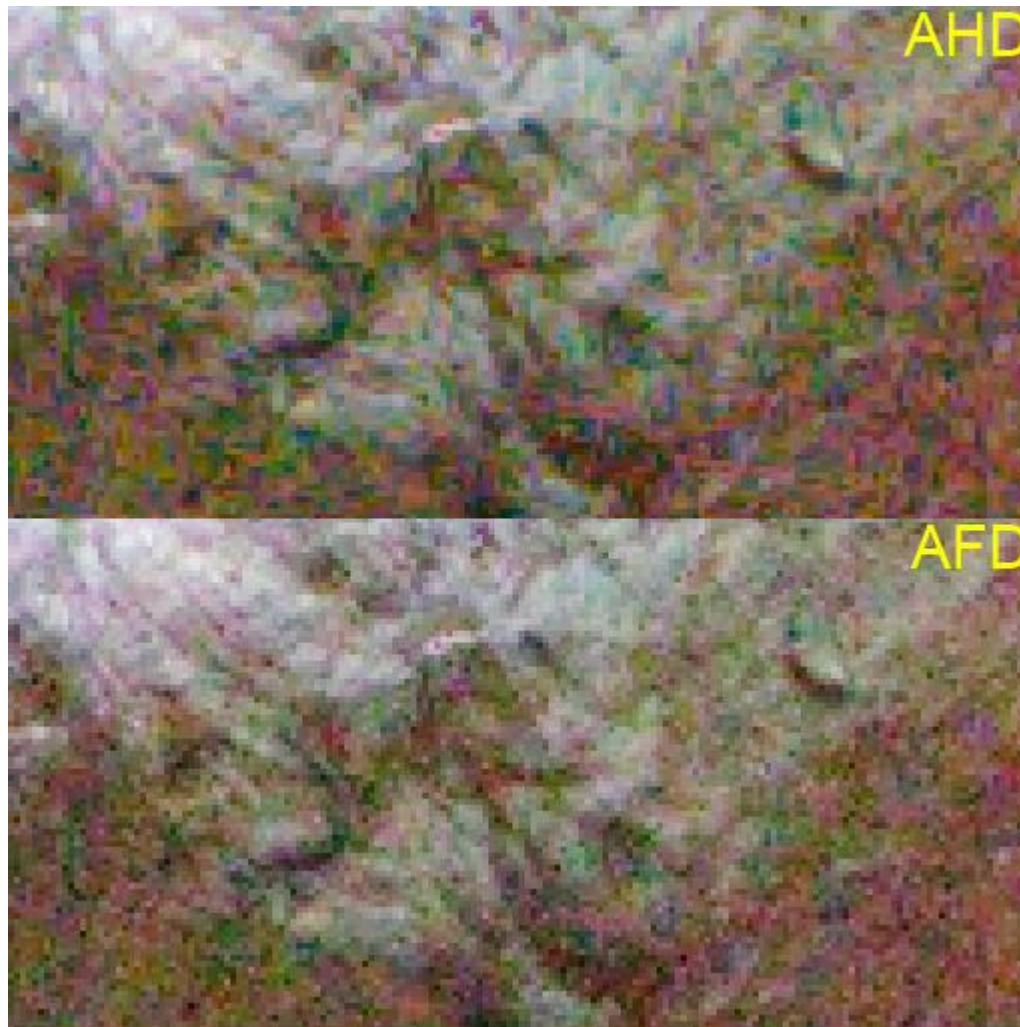


canal B del RAW



# El grano digital (2/2) – apariencia del grano

- El **grano digital** es la manifestación visible del **ruido del sensor** tras el revelado RAW
- No tiene sentido cualificar el **ruido** de un determinado sensor, todos son iguales
- El aspecto final del **grano** dependerá solo del revelado RAW (algoritmo de demosaicing) y del procesado





gracias

[www.guillermoluijk.com](http://www.guillermoluijk.com)