

PROYECTO 3 (sensor y revelado de imagen RAW)

Apellidos, Nombre: Fernández Cabrita, Alejandro

Apellidos, Nombre: Evangelista Sarabia, Carlos

Apellidos, Nombre: De Almeida Pissarra, Inês

En la entrega subid junto con esta hoja de respuestas un script revelado.m con TODO el CÓDIGO USADO en EL PROCESO DE REVELADO (apartado 3).

El fichero debe incluir todas las funciones auxiliares que hayáis escrito para que el script funcione. No hace falta incluir las que yo os he dado como `fc_pinta_im()` ni los ficheros de datos de partida.

1. Manejo imágenes RAW / Estimación del ruido en el Sensor (30%)

Repaso propiedades al combinar ruidos aleatorios:

¿Desviación σ de la suma de ambos ruidos (n_1+n_2)? ¿Y de su resta (n_1-n_2)?

Desviación típica de la suma de n_1 y n_2 : $\text{std2}(n_1+n_2) = 1.41$

Desviación típica de la resta de n_1 y n_2 : $\text{std2}(n_1-n_2) = 1.41$

Regla para la desviación σ de una suma/resta de ruidos n_1/n_2 en función de σ_1/σ_2
 $\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \rightarrow$ Funciona se los ruidos son independientes

La raíz cuadrada de la suma de las desviaciones típicas al cuadrado

¿Cuál esperamos que sea la desviación σ de la suma (n_2+n_3)? Comprobadlo.

Esperamos que sea $\sqrt{5}$, porque si seguimos la fórmula anterior:

$$\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} = \sqrt{1^2 + 2^2} = \sqrt{5} = 2.2361$$

Calculad la desviación σ de la suma (n_1+n_3). ¿Se obtiene el mismo resultado?

¿Qué puede estar pasando?

$$\text{std2}(n_1+n_2) = 2.9995 \text{ diferente de } \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_3^2} = 4.9994$$

No se obtiene el mismo resultado. Esto sucede porque n_1 y n_3 no son independientes. En este caso la regla sería $\sigma = \sigma_1 + \sigma_3$.

a) Adjuntar el código para extraer los demás canales.

Ya tenemos: $R = \text{raw}(1:2:end, 1:2:end);$

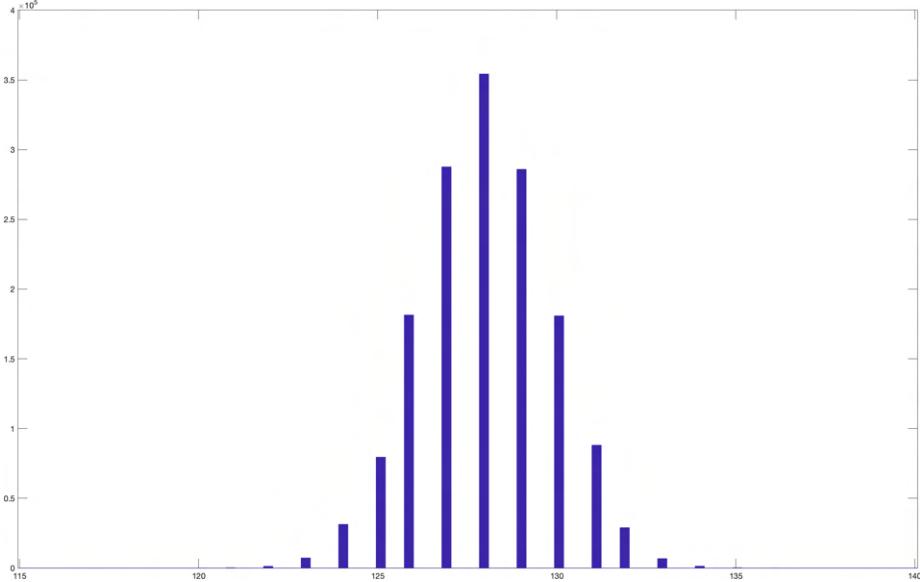
Los demás:

$B = \text{raw}(2:2:end, 2:2:end);$

$G1 = \text{raw}(1:2:end, 2:2:end);$

$G2 = \text{raw}(2:2:end, 1:2:end);$

Adjuntad figura. ¿Qué tipo de distribución parece tener el ruido?



El ruido parece seguir una distribución normal (gaussiana).

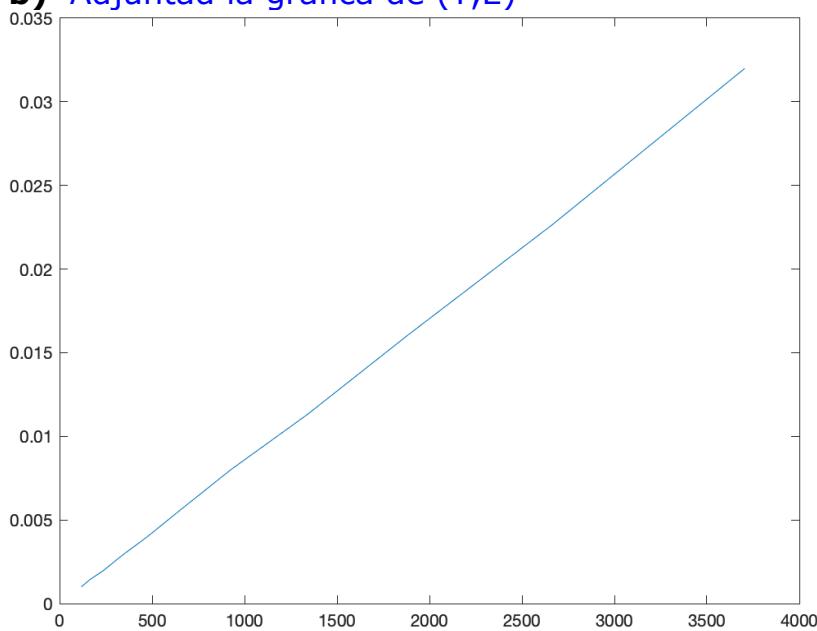
Rellenar la tabla con los resultados de los cuatro canales.

| | Canal R | Canal G1 | Canal G2 | Canal B |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|
| m | 128.0076 | 128.0078 | 127.9375 | 127.8329 |
| σ | 2.6025 | 1.8027 | 1.8493 | 2.7528 |

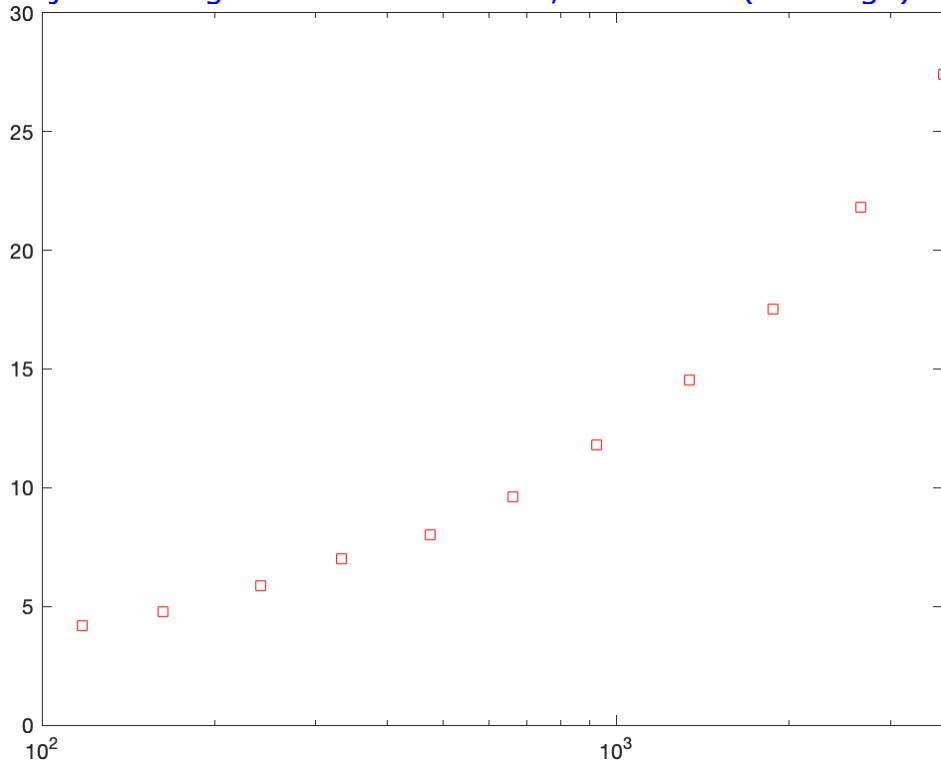
¿Cuál es su valor del offset de la cámara?

El valor del offset es 128 porque al ser negra la foto, el valor esperado de la media de los valores es 0, pero sin embargo, estos están en torno al 128.

b) Adjuntad la gráfica de (T,E)



Adjuntad la gráfica de los datos E,S medidos (semilogx)



Adjuntar código para calcular el ajuste y los coeficientes c_1 , c_2 y c_3 obtenidos

```
load ruido
```

```
E = zeros(11, 1);
S = zeros(11, 1);

for k = 1:11
    frame = ruido{k} - 128;
    E(k) = mean2(frame);
    S(k) = std2(frame);
end

H = [E.^0 E E.^2];
b = S.^2;
c = H\b;
```

```
c1 = 3.7396
c2 = 0.1229
c3 = 2.1158e-05
```

¿Qué valor de σ_R se obtiene para el ruido de lectura?

$$\sigma_R = \sqrt{c_1} = 1.9338$$

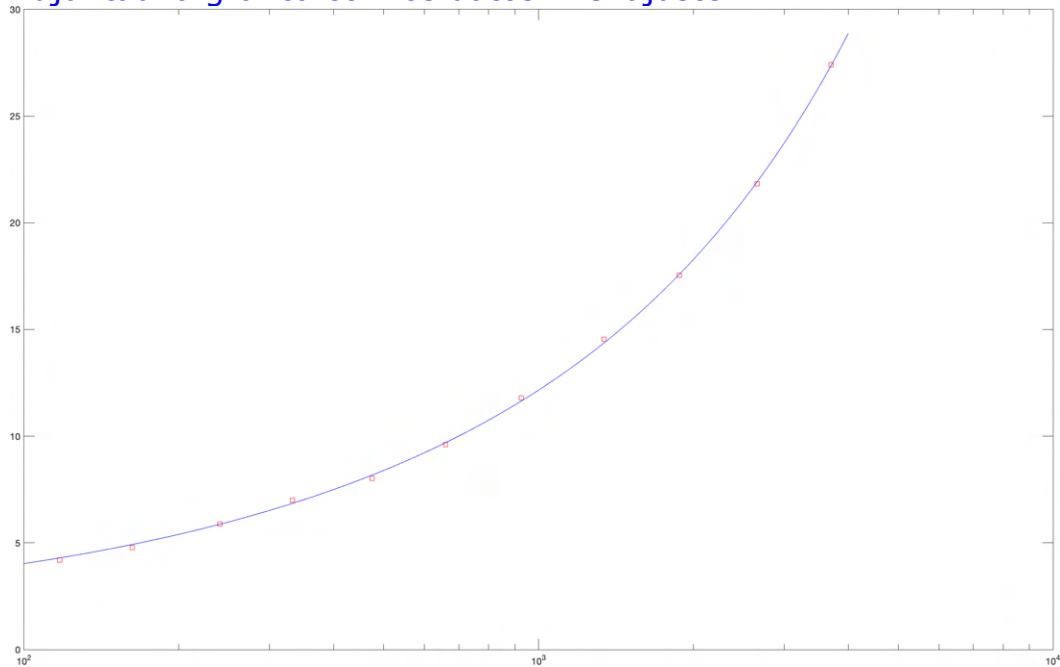
¿Qué valor tiene la constante K que refleja la no-uniformidad de los receptores?

$$K = \sqrt{c_3} = 0.0046$$

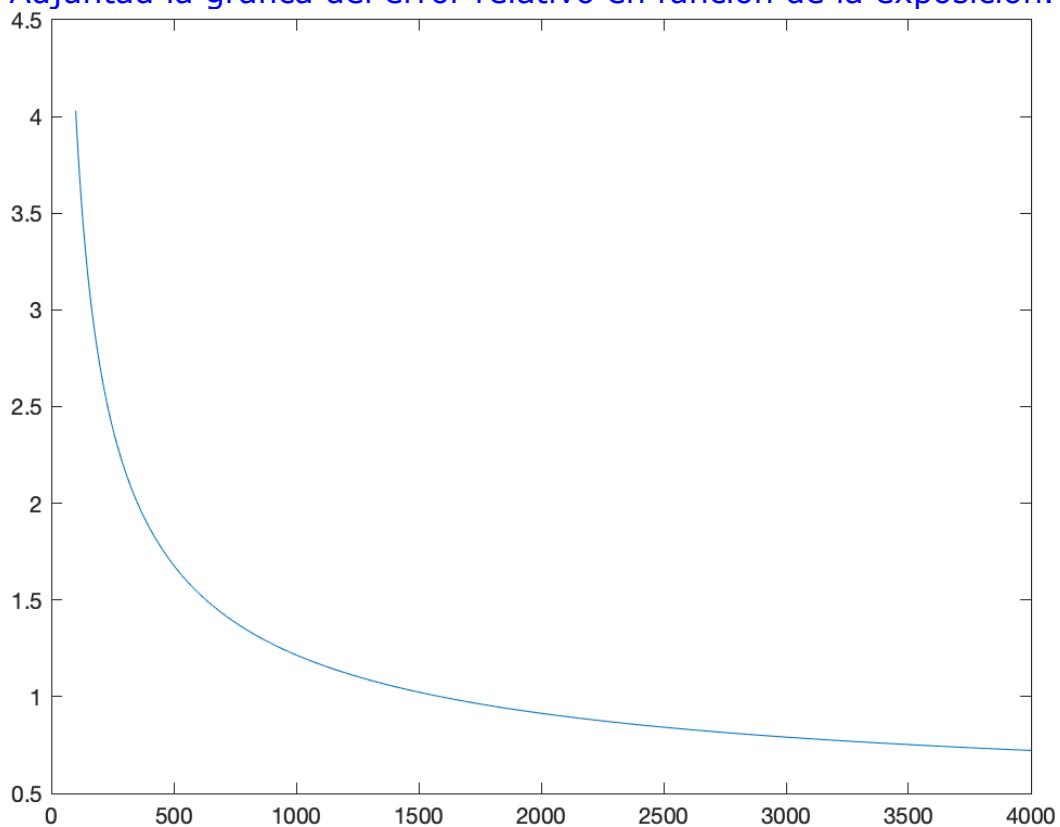
¿Cuántos fotones admitiría cada elemento de este sensor antes de saturarse?

$$1/G = 1/c_2 = 8.1346$$

Adjuntad la gráfica con los datos + el ajuste.



Adjuntad la gráfica del error relativo en función de la exposición.



Para una exposición del orden de 800, ¿qué nivel de ruido tenemos (en %)? ¿Y si la exposición ~ 3200? ¿Por qué el error relativo se dispara para exposiciones bajas?
 Exposición del orden de 800 - 1.2749% ruido
 Exposición del orden de 3200 - 0.7666% ruido

Con exposiciones bajas existe menor cantidad de luz presente en la escena. Cuando hay poca luz, es necesario aumentar el tiempo de exposición, aumentando la posibilidad de movimiento de la cámara y, en consecuencia, el error relativo.

2. Balance de blancos (10%)

Indicad coordenadas XY del punto usado y sus valores RGB.

X = 878;
 Y = 644;
 RGB = (0.9647; 0.7843; 0.5922)

Adjuntad valores del vector div.

div = [1.2362, 1.0050, 0.7588]

Adjuntad la imagen resultante.



Indicad las nuevas coordenadas usadas y los valores del vector div.

X = 606
 Y = 548
 div = [0.7258, 0.9290, 1.3452]

Adjuntad la imagen resultante. ¿Qué tonalidad adquiere ahora la imagen corregida?



Adquiere una tonalidad amarilla porque el rojo y el verde son los colores (entre los 3 colores - RGB) que más se alejan del "neutro" elegido (y amarillo = rojo+verde).

3. Revelado completo de una imagen RAW (60%)

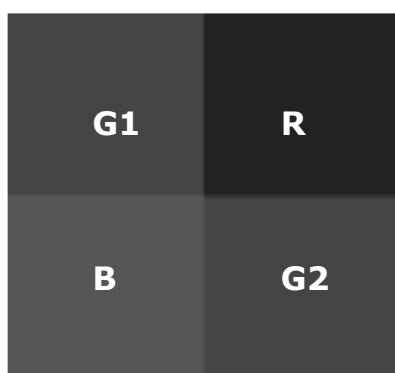
Junto con el fichero de respuestas (pdf/doc) adjuntad un script revelado.m con el código de este apartado.

3.1) Escalado de los datos.

Adjuntad (fc_pinta_im) la imagen RAW una vez reescalada.



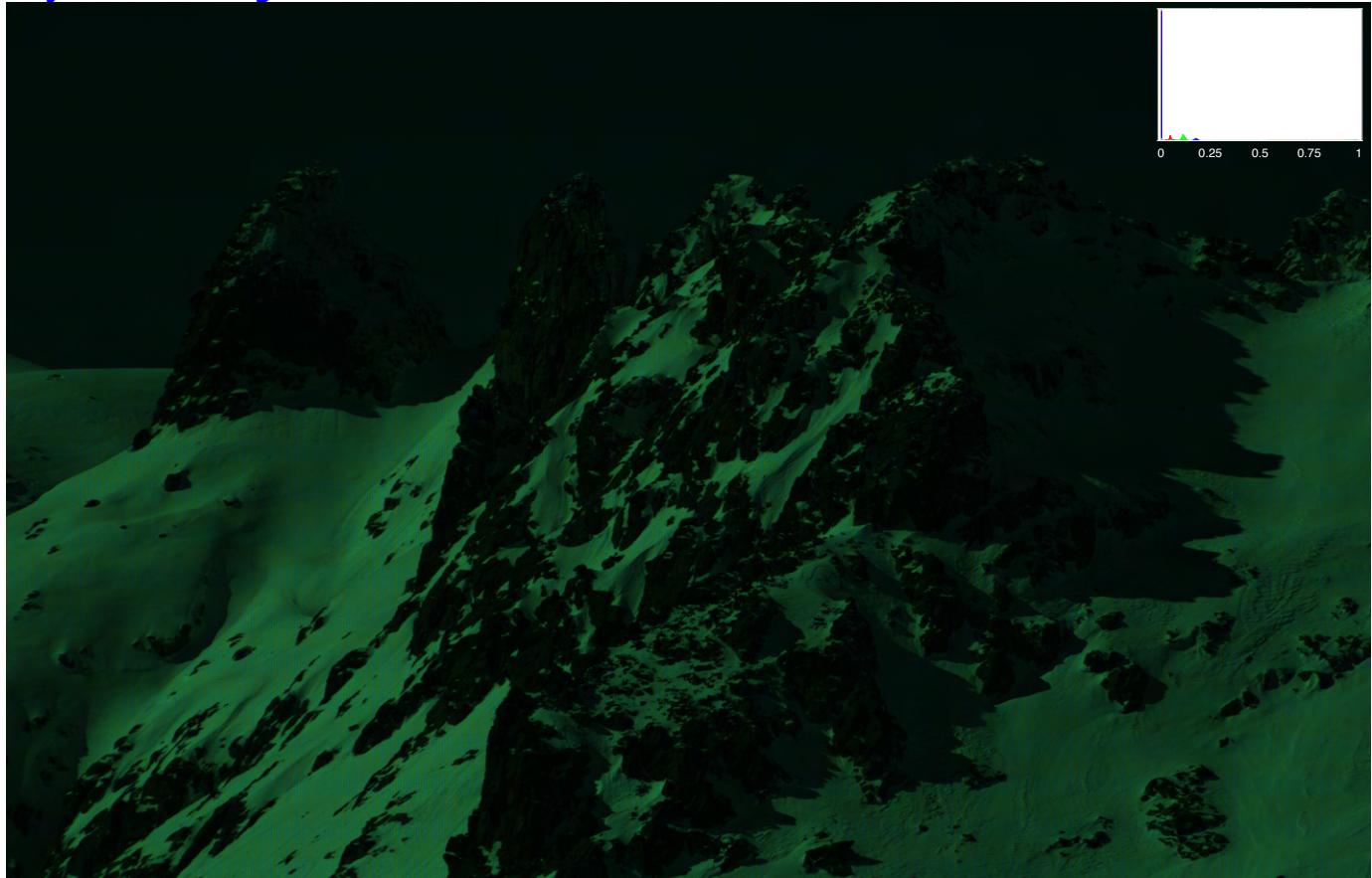
Justificad cuáles serían los colores del filtro de Bayer (R,G1,B,G2) asociados a cada uno de los cuatro píxeles.



En el cielo el color rojo es el menos fuerte, seguido del color verde y, por último, el más fuerte es el color azul. Por esta razón, los valores de la matriz de color rojo están más cerca de 0 (negro), los valores de la matriz de color azul están más cerca de 1 (blanco), y los valores de la matriz verde están entre estos dos. Por tanto, concluimos que el píxel más oscuro pertenece al color rojo, los dos intermedios al color verde y el más claro al color azul.

3.2) Demultiplexado:

Adjuntar la imagen del mosaico.



3.3) De-mosaicing:

Adjuntar la imagen resultante tras el de-mosaicing.



3.4) Equilibrado de blancos y cambio al espacio de color sRGB:

Volcad su valor máximo.

0.8270

¿Número de píxeles que cumplen las condiciones?

892249 en un total de 6136760 = 14.5394% de píxeles

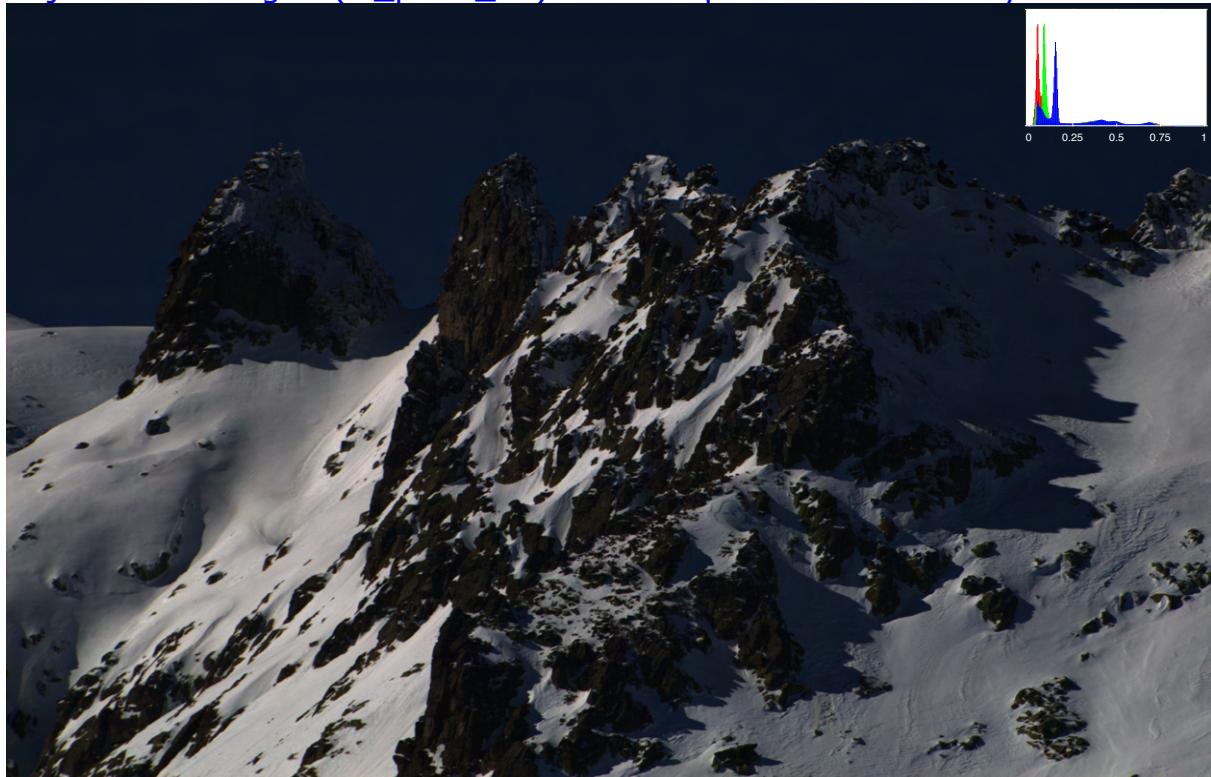
Adjuntad los valores [RR,GG,BB] así como el vector **div**.

[RR, GG, BB] = [0.3287, 0.5725, 0.6225]

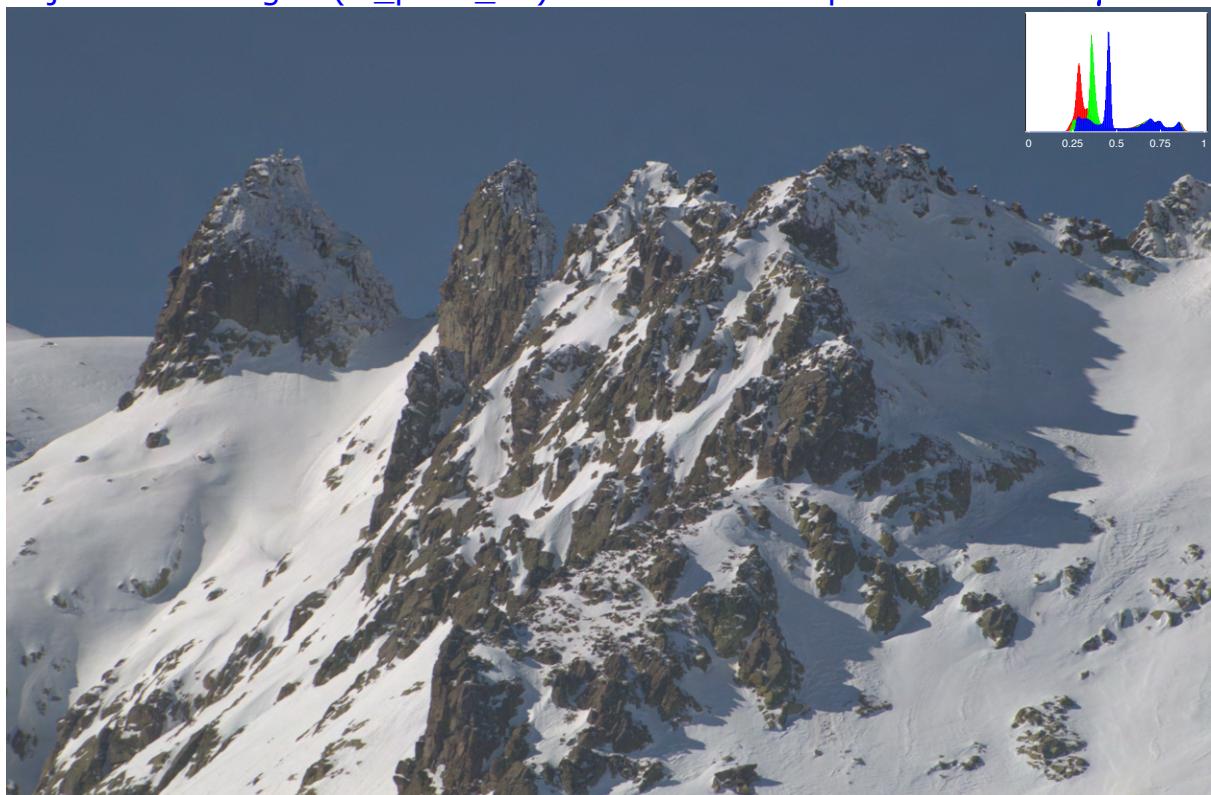
div = [0.6472, 1.1272, 1.2256]

Paso al espacio de color sRGB:

Adjuntad la imagen (fc_pinta_im) tras el equilibrado de color y conversión a sRGB.

**3.5) Aplicación de la función γ .**

Adjuntad la imagen (fc_pinta_im) resultante tras aplicar la función γ .



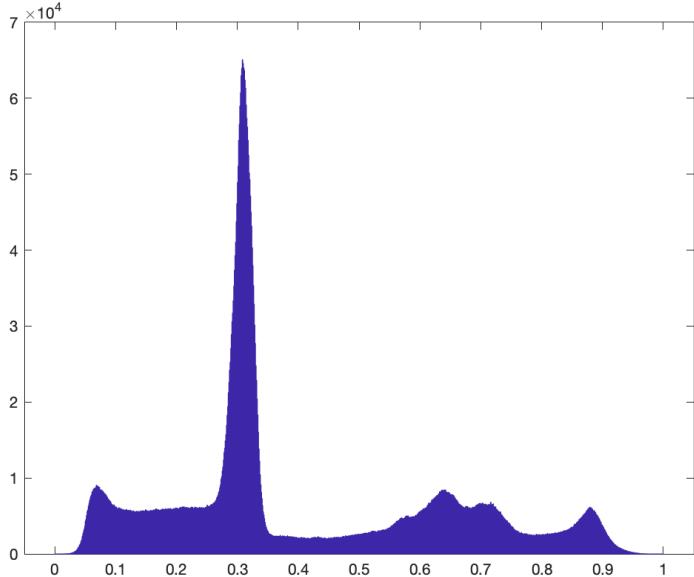
3.6) Ajuste de Contraste y Saturación:

Usando $\max(V(:))$ y $\min(V(:))$ determinar máximo M y mínimo m del canal V.

$$\max(V(:)) = 0.9537$$

$$\min(V(:)) = 0.2284$$

Adjuntad el nuevo histograma



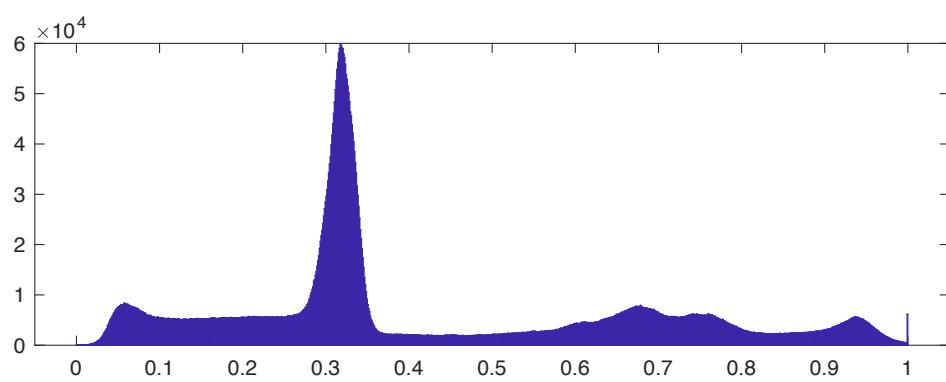
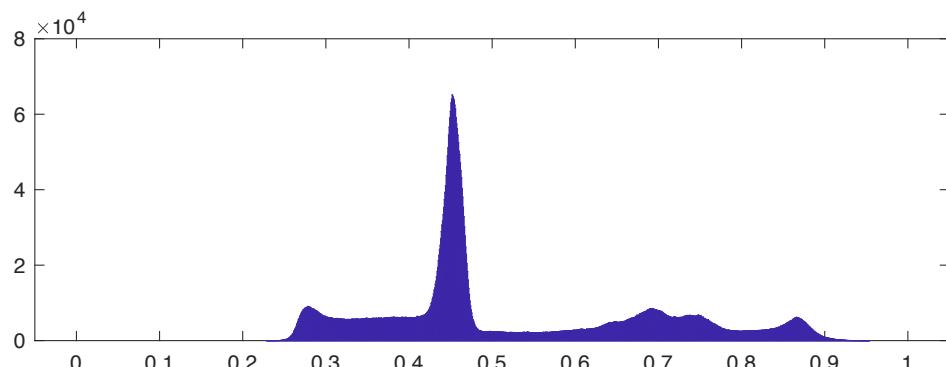
Adjuntad código de vuestra función `function P=retoca(P,K)`

```
function P=retoca(P,K)
figure;
subplot(211);
hist(P(:,1000));
xlim([-0.05 1.05]);

m = min(P(:));
M = max(P(:));
m=m*K;
M=M/K;
P=(V-m)/M;
P(P<0)=0;
P(P>1)=1;

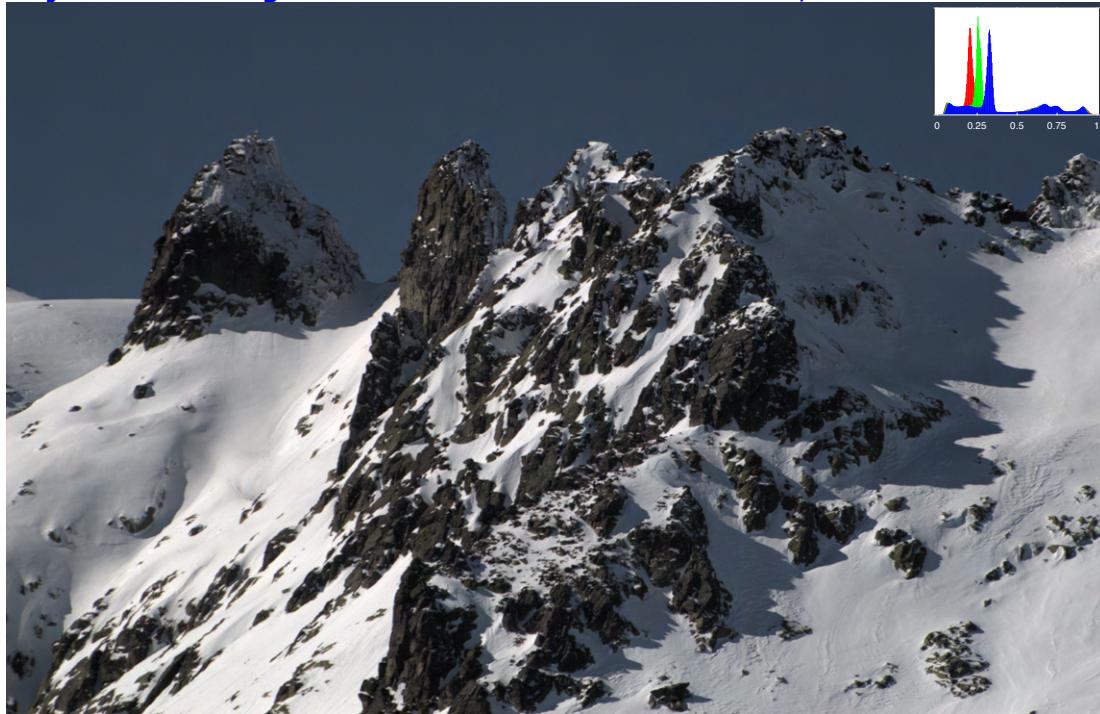
subplot(212);
hist(V(:,1000));
xlim([-0.05 1.05]);
end
```

Adjuntad la imagen del histogramas de V antes y después de la transformación. ¿A qué se debe el pico que aparece en el histograma de después para el valor $x=1$? (Aquí vamos con V original, sin el primer reajuste - a la escala $[0,1]$)

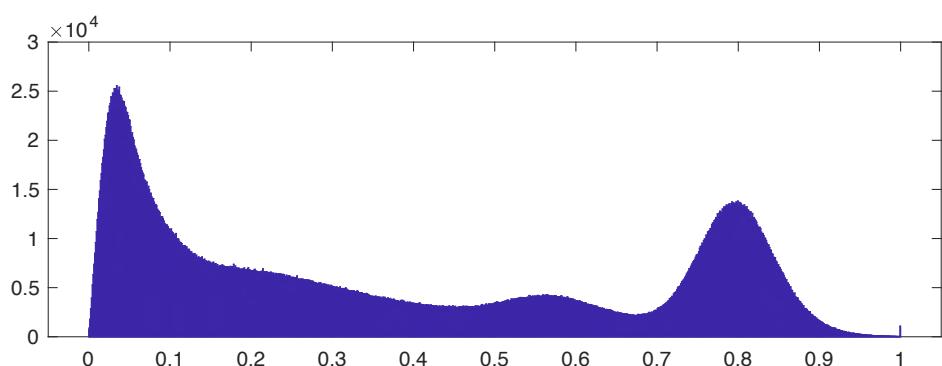
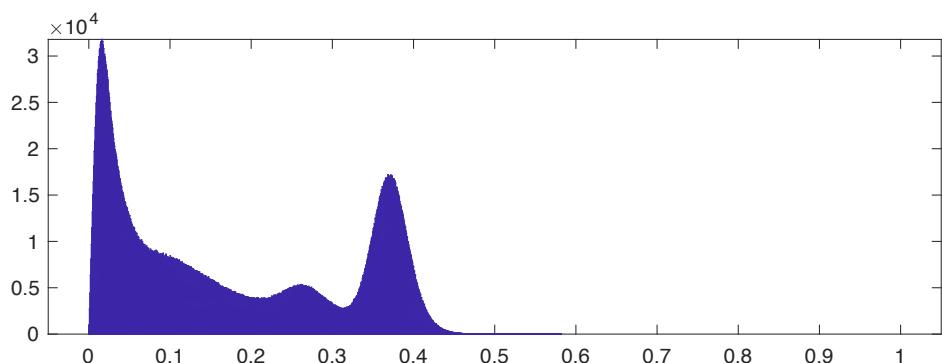


El pico se debe a los números que estaban fuera del intervalo $[0,1]$ (en este caso números > 1), acabando por ponerse a 1.

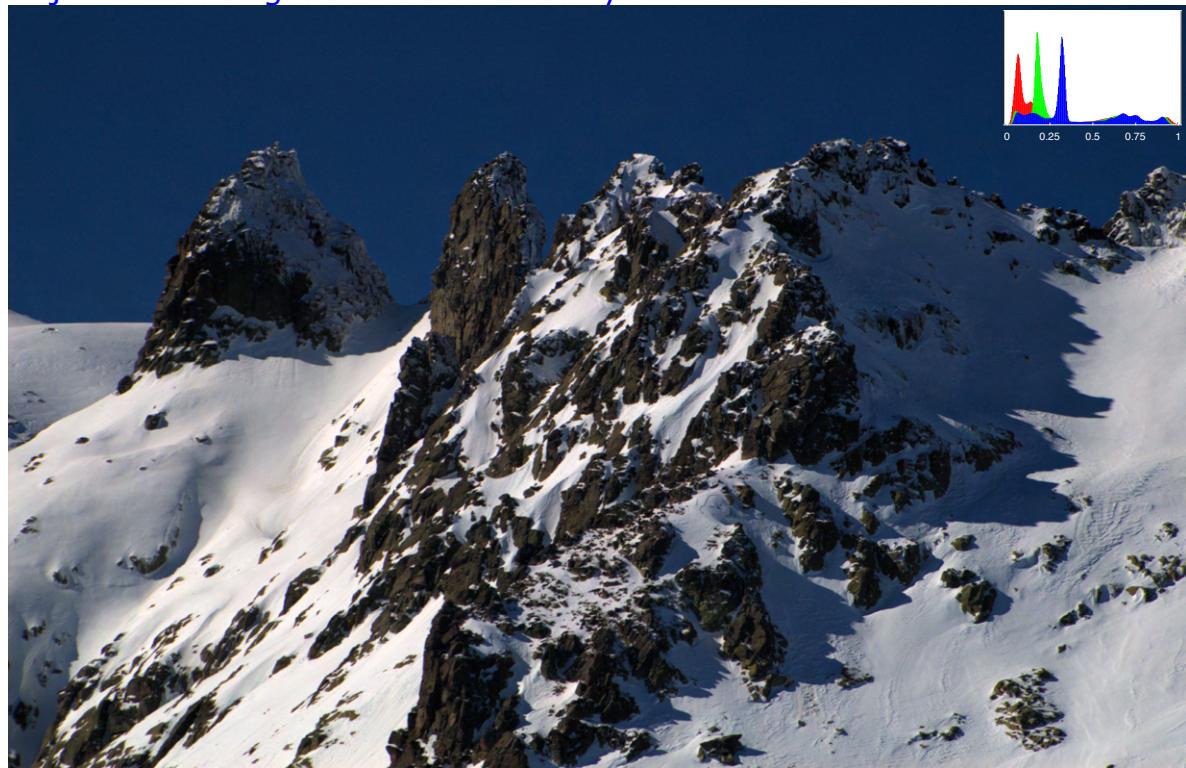
Adjuntad la imagen tras el aumento de contraste, visualizándola con `fc_pinta_im()`.



Mostrad los histogramas de antes/después del plano de saturación.



Adjuntad la imagen con el contraste y saturación incrementados.



¿Qué efecto tiene en el histograma de una imagen en color el aumento de la saturación? Justificar.

Observando los histogramas, podemos ver que un aumento de saturación en una imagen en color provoca una disminución de los valores menos predominantes, haciendo más notorio el valor más predominante y disminuyendo la neutralidad (que sería cuando los tres colores tienen el mismo valor).

3.7) Almacenamiento:

¿Tamaño en disco del fichero foto.tif? Justificad en función del tamaño de la imagen.

18 540 764 bytes

Tamaño de la imagen = 6136760

$18\ 540\ 764 / 6136760 \approx 3$

Tenemos 3 bytes/pixel \rightarrow 1 byte/pixel/color ;

Después de la conversión `uint8(imagen * 255)` la foto tiene 8 bits/canal)

¿Qué factor de compresión se obtiene con un factor de calidad Q=99? ¿Y con Q=90?

$Q = 99 : 18\ 540\ 764 / 3\ 558\ 565 = 5.2102$

$Q = 90 : 18\ 540\ 764 / 1\ 105\ 378 = 16.7732$

¿Cuáles son los ratios de compresión obtenidos para la nueva imagen?

foto2.tif : tam = 6 480 258

$Q = 99 : tam = 2\ 239\ 448; ratio = 6\ 480\ 258 / 2\ 239\ 448 = 2.8937$

$Q = 90 : tam = 979\ 883; ratio = 6\ 480\ 258 / 979\ 883 = 6.6133$

¿Cuál de las dos imágenes es más "difícil" de comprimir? ¿Por qué?

La imagen más "difícil" de comprimir es la segunda (el factor de compresión es más pequeño), ya que tiene mucho detalle, es más difícil de reducir su tamaño manteniendo calidad.