

Francisco Bernal Rosso
original: (15/05/06)
versión: 19/05/07
info@pacorosso.com

El sistema de zonas en digital

El sistema de zonas divide la gama tonal de la copia y de la escena en once niveles que van del 0, negro absoluto a 10, blanco del papel. Una de las mayores aficiones de todo estudioso del sistema ha consistido, desde la misma tarde en que Adams & friends lo publicaron, en asignar valores numéricos "objetivos" a las zonas. De las varias maneras de identificar un tono de gris una de las más importantes es mediante la densidad.

La densidad no tiene unidades y su magnitud varía de un 0 imposible de conseguir que significa tanto "blanco absoluto" (en papel) como "transparencia absoluta" en el elisé hasta un valor algo por encima de 3 que indica un negro bastante opaco. El ojo es capaz de percibir densidades entre 0 y 2, las máquinas ópticas pueden llegar, a duras penas, a la densidad 4. Cada 0,1 valor de densidad es un tercio de paso fotográfico, por lo que 0,3 valores de densidad es un paso.

Así una manera de identificar las zonas, sobre el papel o el negativo consiste en tomar una de las numerosas escalas que relacionan zonas con densidades. Mis favoritas son las que publica Jack Holmes y que vemos en la tabla adjunta. (Procedente de su trabajo "Relación entre la exposición y la reproducción del tono". 47 conferencia anual del IS&T, 1994")

| Zona | Densidades papel | Diapo en mesa | Tono visual |
|-------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| 0 | 2,1 | 2,4 | Negro absoluto. Densidad máxima. |
| 1 | 1,9 | 2,2 | Límite de negros. |
| 2 | 1,6 | 1,88 | Sombras con textura. |
| 3 | 1,32 | 1,56 | Tono promedio de los objetos oscuros. |
| 4 | 1 | 1,18 | Medias tintas oscuras. |
| 4,5 | 0,85 | 1,02 | Reflectancia promedio de una escena. |
| 5 | 0,7 | 0,85 | Tonos medios de reflectancia 18%. |
| 6 | 0,47 | 0,6 | Medias tintas claras. |
| 7 | 0,27 | 0,37 | Tono promedio de los objetos claros. |
| 8 | 0,12 | 0,2 | Blancos con textura. |
| 9 | 0,04 | 0,08 | Límite de blancos. |
| 10 | 0 | 0 | Blanco máximo. Densidad mínima. |

Sin entrar en explicaciones la tabla ejemplifica algo que apuntaba en una dirección que Adams criticó en diversas ocasiones (puede leerse esta crítica, por ejemplo, en su libro "La copia", tercera parte de su trilogía). A saber: estas tablas con valores concretos para cada zona (aquí en densidades) son útiles como referencias, pero no deben tomarse al pie de la letra ni hay que obsesionarse con medir los tonos para lograr adecuarlos a valores específicos.

Estos artículos y este curso se basa en la siguiente pregunta del tipo "isi": ¿Y si pudiéramos hacer un plugin para photoshop que añadiera a la paleta "info" la posibilidad de decirnos en qué zona cae un pixel de nuestra foto de manera que pudiéramos hablar en términos fotográficos de "zonas" en vez de en términos informáticos de "valores digitales"? (¿No nos dice mucho más que un tono está en zona V a decir que vale 120?) Así que la primera parte del trabajo consistió en desarrollar una relación entre los valores medibles en una foto digital y

las zonas.

Tablas que relaciones valores digitales con zonas las hay por cientos. Mi primera crítica está en que casi todas evitan cualquier cálculo y simplemente hacen una posterización de diez tonos. Para la relación que vamos a dar a continuación he trabajado bajo varios supuestos que han determinado diferentes correspondencias entre zonas y valores digitales.

El primer problema está en establecer cual es el valor idóneo que haga el papel de la densidad en la imagen digital. La primera tentación es la de usar los números RGB. Pero estos dependen de la respuesta al color de la máquina y no representan un valor cierto de tono. Un número RGB no significa nada, porque solo nos dice qué cantidad de colores rojo, verde y azul se mezclan pero no nos dice qué rojo, que verde y qué azul son los que mezclamos. Además los usos de las tecnologías digitales hacen que la proporción real de colores se altere para lograr lo que llamamos "grises equilibrados". Esto es, que cuando R,G y B en iguales el tono sea un gris neutro.

En la copia de papel los valores posibles a emplear son: la luminancia, la densidad, la reflectancia y el "valor" de Munsell.

La luminancia y la densidad son demasiado absolutos y no nos sirven para nuestros propósitos, ya que dependen de las condiciones en las que veamos la foto. La luminancia del blanco en una habitación puede andar por los 40 candelas por metro mientras que ese mismo blanco a la sombra de una calle a medio día puede ser de 4000 candelas.

Las densidades dependen demasiado también del material de impresión. La reflexión podría ser una buena magnitud sobre la que basarnos, pero tiene un efecto curioso: saltos de reflexión iguales no proporcionan la misma sensación de cambio de tono. El valor de Munsell es un número que va de 0 a 1 y que soslaya este defecto que tiene la reflexión para nuestros propósitos: incrementos iguales de valor indican cambios semejantes de sensación. Una versión del valor de Munsell es la claridad cromática o luminosidad que representamos mediante la letra L^* y que podemos encontrar en los sistemas de color CieLab y CieLuv.

Dada una reflectancia, su representación digital debería ser:

$$v = 255 \cdot r^{1/\gamma}$$

Donde r es la reflectancia, v es el valor digital que deben adoptar R, G y B y γ es la gamma empleada.

La gamma definida en los sistemas de vídeo es de 2,2. Esta fórmula permite calcular el valor digital que adoptará un tono de reflectancia conocida al codificarlo con un perfil de color con la gamma indicada. Para adobeRGB y sRGB que emplean la gamma de vídeo, 2,2, la potencia es 0,45. Para espacios de gamma 1,8, como el ColorMatch o el AppleRGB la potencia es 0,56.

La relación entre reflectancia y luminosidad es algo más compleja, vale:

$$L = 116 \cdot r^{1/3} - 16$$

L es un número que va de 0 (negro absoluto) a 100 (Blanco de referencia, que en el caso de una ampliación es el blanco del papel, en un monitor es el blanco que proporciona la pantalla). L es una versión del valor de Munsell pero multiplicado por 10.

Así que adoptaremos L^* como valor para determinar las zonas.

El problema ahora está en identificar cuales son los posibles valores a tener en cuenta. La dificultad principal está en valorar adecuadamente las sombras.

Ningún blanco tiene una reflectancia del 100%, normalmente andan entre el 80 y el 90%. En

estas condiciones, suponiendo un blanco ideal del 100%, el blanco del 90% proporciona una L^* de valor 96.

El gris medio del 18% tiene una L^* de 49,5.

El negro más oscuro anda entre el 1 y el 4%.

Kodak, para las mediciones de cine, emplea una tarjeta de grises con un negro del 3%, gris del 18% y blanco del 90%. El negro del 3% corresponde a una L^* de 20.

En imprenta, las mejores impresiones pueden llegar a dar L^* de 9, que corresponden a unas reflectancias del 1%.

Así pues el primer problema es si tratar con negros del 3% (cine, fotografía) o del 1% (papel de imprenta de calidad). (El valor del negro del 1% proviene de un estudio personal realizado sobre las mediciones que diversos especialistas realizaron y publicaron en el grupo de noticias sci.eng.color durante el año 2005).

En definitiva podemos dar como válida las siguientes correspondencias entre zonas y valores digitales:

Relación a partir de los datos de las medidas sobre imprenta

Los que se presentan aquí parten de una conversación en el foro sci.eng.color en el que se vertieron medidas realizadas sobre negros de imprenta. Los datos proporcionados por Jack Holm en sus trabajos y la definición propia de L^* aplicada al gris medio.

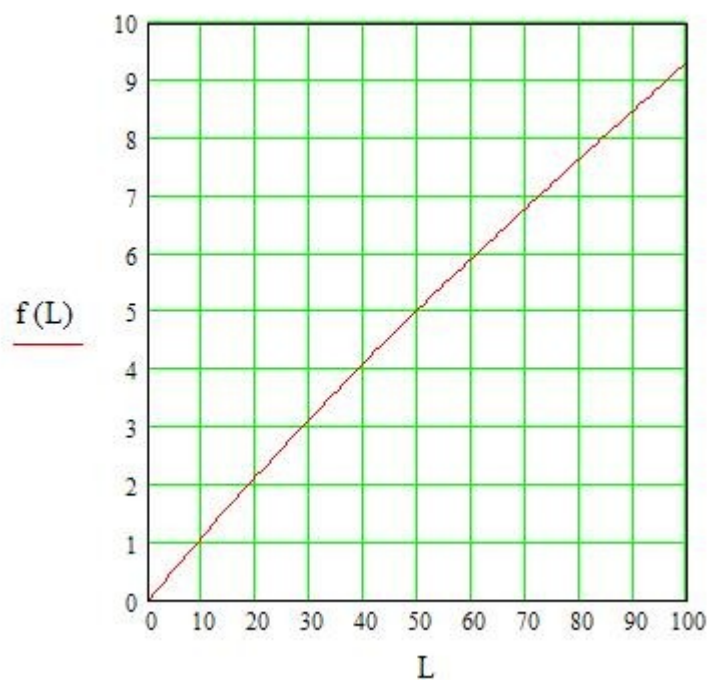
Los valores de referencia son:

Zona I: $L^* 9$ (colortheory)

Zona V: $L^* 49,5$ (Según la definición de L^* y las tarjetas gris de kodak).

Zona IX: $L^* 96$ (Según datos de las tarjetas blancas de kodak y la referencia de Jack Holm).

Para determinar los demás valores he realizado una aproximación mediante una spline cúbica que ha proporcionado los siguientes resultados:



| Luminosidad L^* | Zonas | Valores digitales (Gamma 2,2. 8 bits) |
|-------------------|-------|--|
| 96 | 9 | 243 |
| 84,1 | 8 | 209 |
| 72,31 | 7 | 176 |
| 60,75 | 6 | 145 |
| 49,5 | 5 | 117 |
| 38,76 | 4 | 92 |
| 28,42 | 3 | 69 |
| 18,5 | 2 | 49 |
| 9 | 1 | 32 |

Relación a partir de los datos de kodak

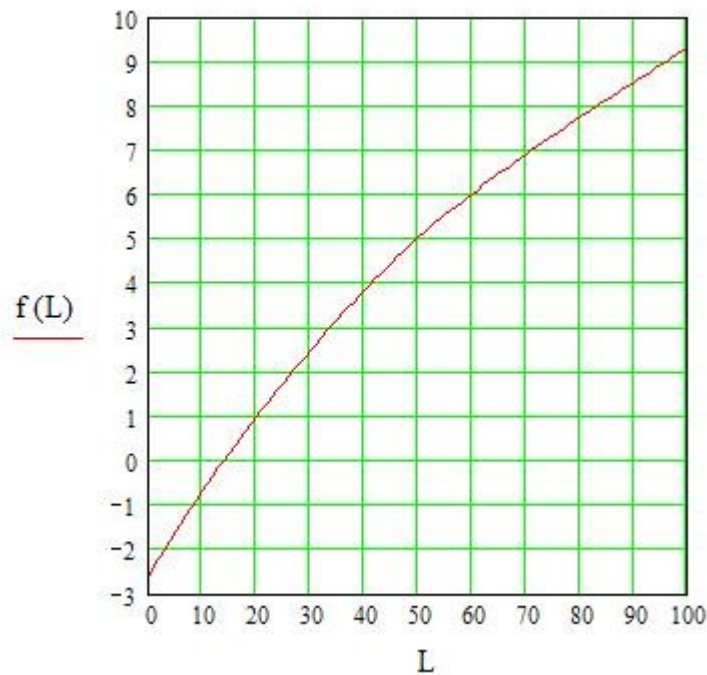
Ahora vemos el mismo análisis pero a partir de los datos de las tarjetas de kodak según las referencias que tiene en los folletos de las películas de cine.

Los límites en este caso difieren solo en las sombras que están referidos a una reflectancia del 3% que supone una L^* de 20.

Zona I: Reflectancia 3%. L^* 20.

Zona V: Reflectancia 18%. L^* 49,5.

Zona IX: Reflectancia 90%. L^* 96.

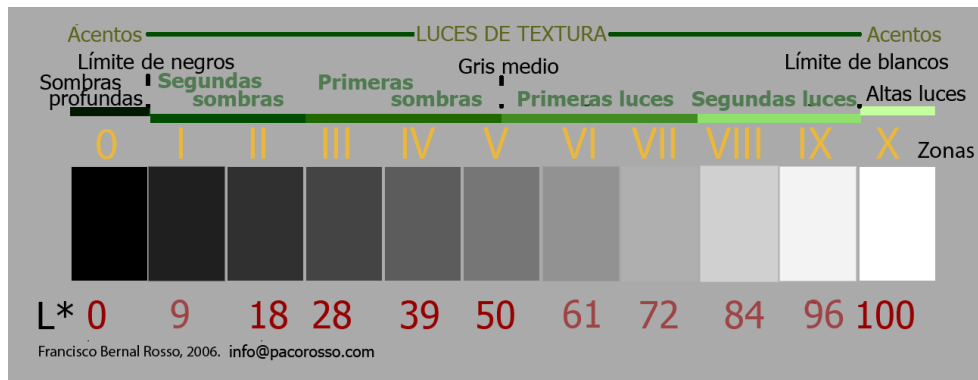


| Luminosidad L^* | Zonas | Valores digitales (para 8 bits y una gamma 2,2) |
|-------------------|-------|--|
| 96 | 9 | 243 |
| 83,21 | 8 | 206 |
| 71 | 7 | 172 |
| 59,73 | 6 | 143 |
| 49,5 | 5 | 117 |
| 41,225 | 4 | 97 |
| 33,59 | 3 | 80 |
| 26,54 | 2 | 65 |
| 20 | 1 | 52 |

Recordemos que el origen del sistema está en el pantalla de lectura de los fotómetros weston master II y que representaban, no valores de exposición como hoy en día suelen mostrar los fotómetros, sino valores absolutos de luminancia. Por lo que en el fondo las zonas están identificadas con ciertos tonos de la escena.

La principal ventaja de emplear L* en vez de RGB estriba en que podemos medirlo sobre el papel, con un espectrofotómetro, sobre la pantalla, con un colorímetro en un monitor calibrado o, en un monitor sin calibrar, con un programa que pueda hacer una gestión de color eficiente, como photoshop (en su paleta info). Emplear RGB no nos da tantas facilidades.

En otras notas explicamos el sistema de tonos. La cuña siguiente muestra lo dicho sobre las zonas con la gama 1/50/96.



¿Y para qué sirve esto?

Pues aunque no lo parezca, identificar los valores digitales nos va a permitir alterar la gama tonal de una foto de manera que vayamos del os valores L* que tiene a los valores L* que queremos que tenga reproduciendo con un programa de revelado RAW o de control de tono los resultados del sistema de zonas químico original.

Recordemos que el sistema de zonas NO se limita a medir y exponer, sino que es un proceso integral que abarca desde el conocimiento del material sensible (calibración), la medición y exposición (previsualización) y el revelado (aunque sea en raw).

Sobre la manera de hacerlo hablaremos más adelante.

Puntos importantes

Recordemos estos puntos:

Las zonas importantes son:

- La I, que nos marca el comienzo del detalle y que anda por encima de L* 9.
- La V, que marca el tono medio, con un valor L* 49,5 pero que en photoshop, dado que no representa decimales, redondeamos a 50.
- La IX, que es la que marca el final de los blancos con detalle y que corresponde a una L* IX.