Coloración de plásticos
Educación sobre el color

Presentado por: The Color and Appearance Division

Comité de educación

Creado originalmente en julio de 2007

Última modificación mayo de 2020

Objetivo y alcance de la educación del color

Esta presentación de Educación del color proporciona conceptos fundamentales de color y apariencia para que los use cualquier persona que eduque a estudiantes, profesionales y organizaciones.

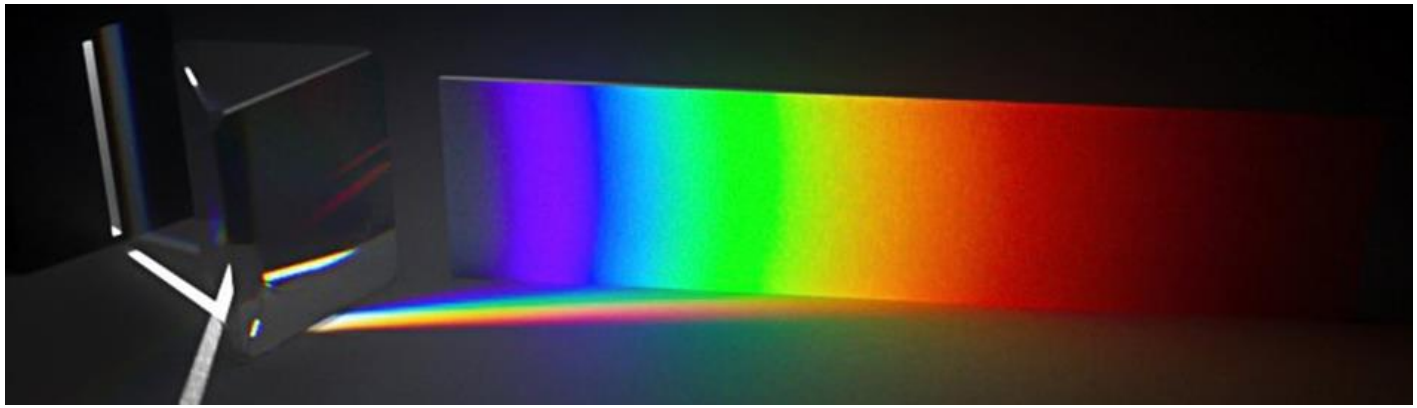
El alcance de la presentación cubre la colorimetría con definiciones e imágenes seleccionadas por los miembros del Comité de Educación de la Sociedad de Ingenieros de Plásticos (SPE) - Junta Directiva de la División de Color y Apariencia (CAD) que mejor representa la teoría y la práctica utilizadas en la coloración de plásticos actual. industria.

Secciones I - VI de Educación del color

I. Ciencia del color
II. Color y apariencia
III. Métodos de prueba y medición del color
IV. Colorantes para plásticos
V. Plásticos (polímeros)
VI. Definiciones

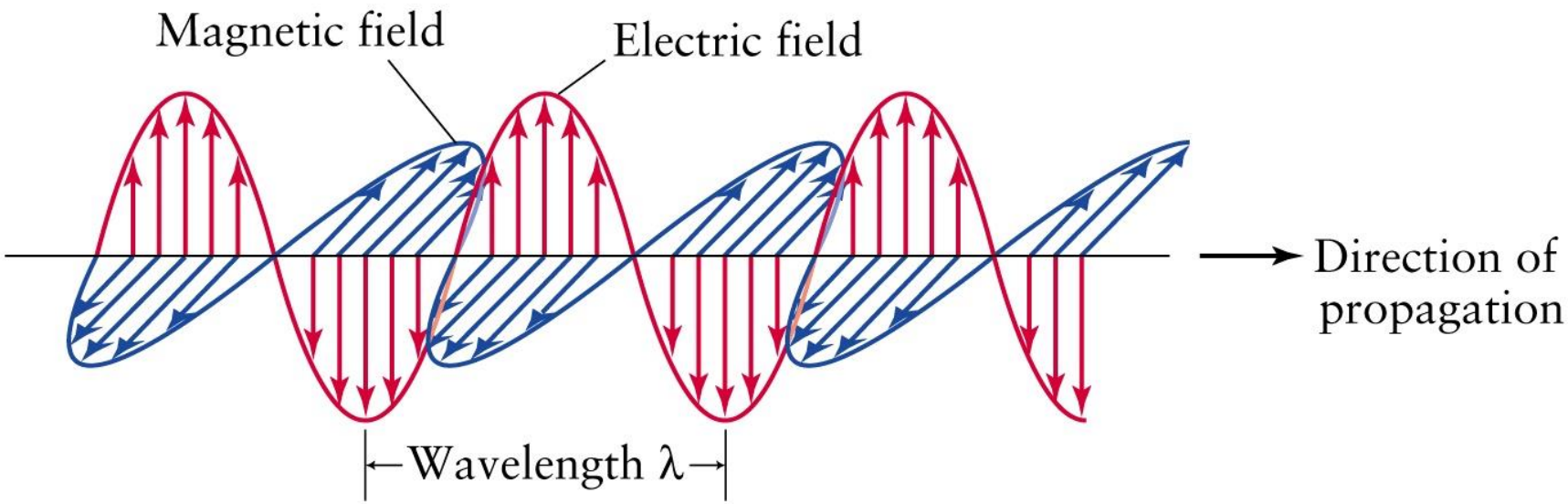
Sección I - Ciencia del color

Opticks "... si la Luz del Sol consistiera en un solo tipo de Rayos, habría un solo Color en todo el Mundo ...

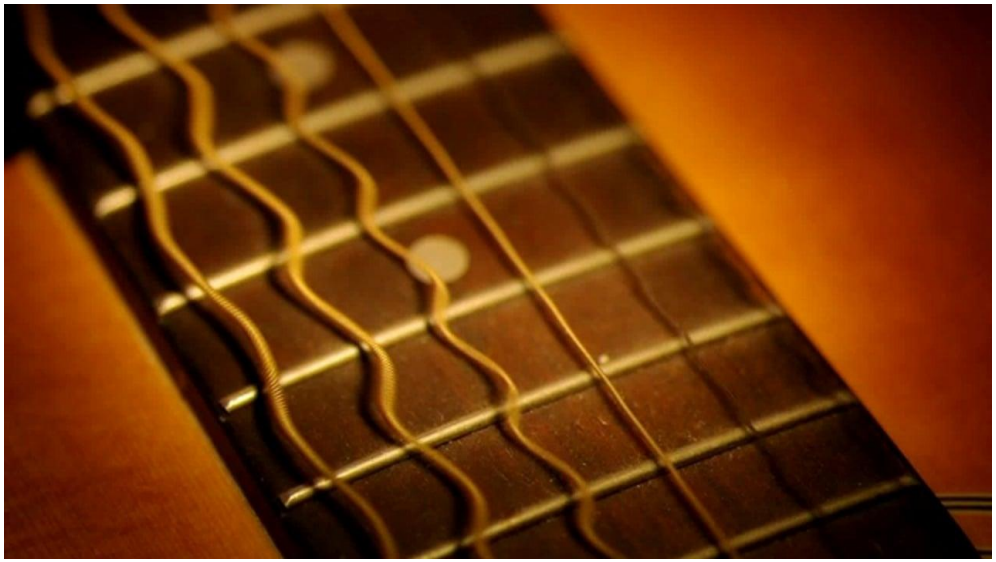


Luz

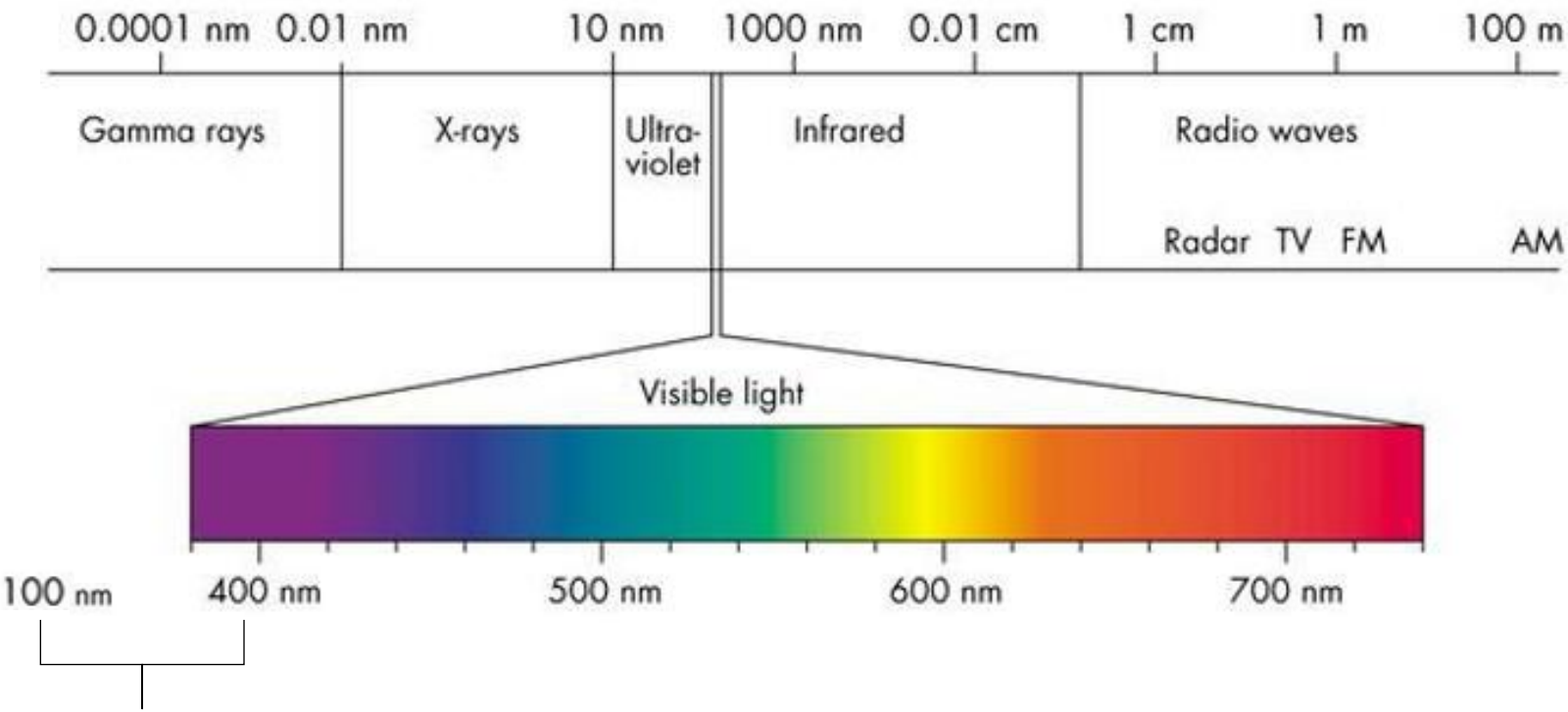
- Energía electromagnética (radiación electromagnética)
- La energía electromagnética interactúa con la materia.



Longitud de onda



Espectro visible



Ultravioleta C UVC 100–280nm De onda corta, germicida, completamente absorbida por la capa de ozono / atmósfera

Ultravioleta B UVB 280–315nm Onda media, principalmente absorbida por la capa de ozono

Ultravioleta A UVA 315–400nm Luz negra de onda larga, no absorbida por la capa de ozono

La luz interactúa con un objeto.

radiación electromagnética ϑ (zeta) = 1.0 o 100%

Absorbido
+ Reflejado
+ Transmitido
ϑ (zeta)

Transparencia
Translucidez
Opacidad
Textura de superficie

Color
y
Apariencia

Color y Apariencia

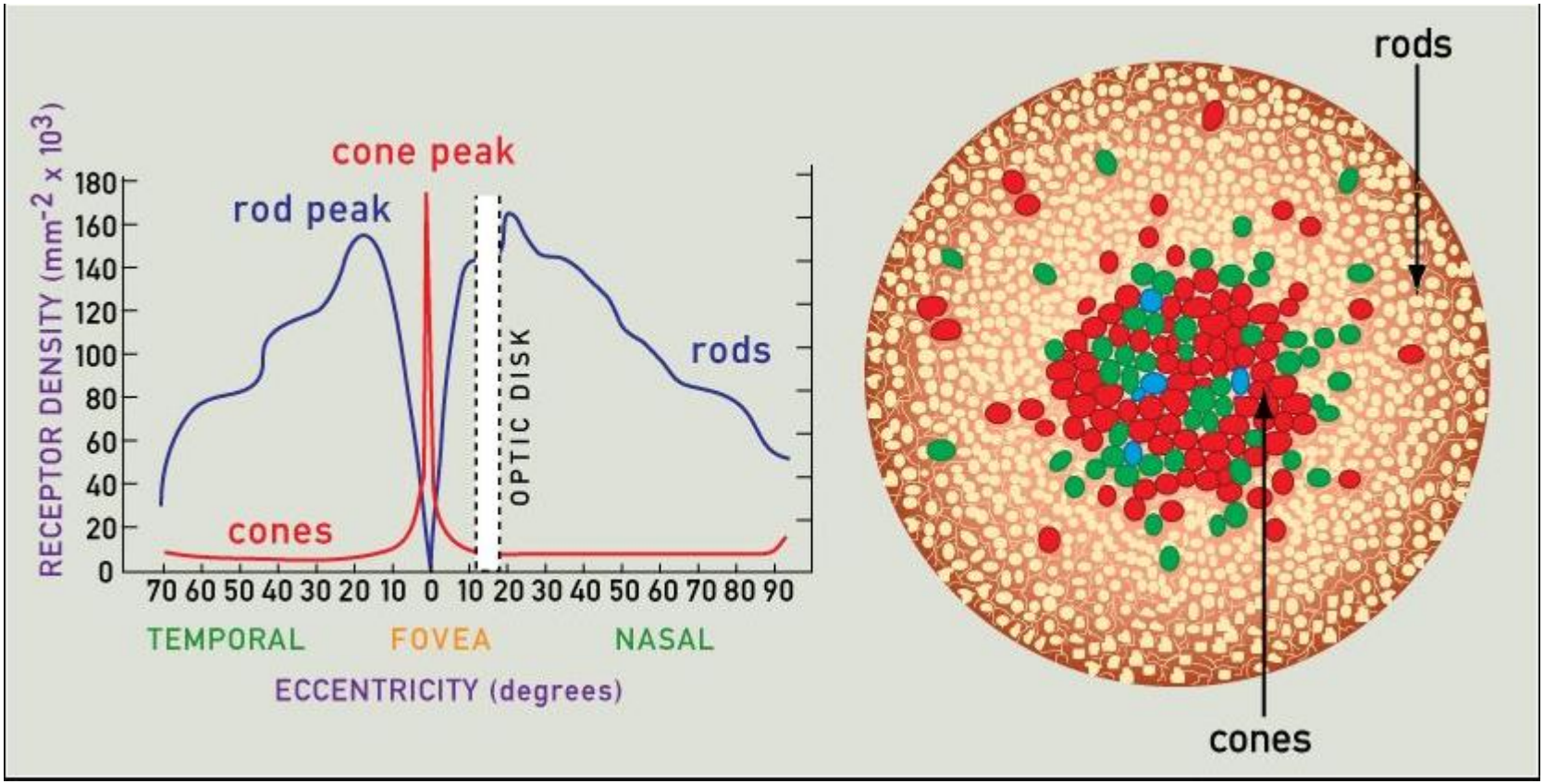
Los tres elementos de la visión del color

Fuente de luz

Objeto

observador

Observador humano

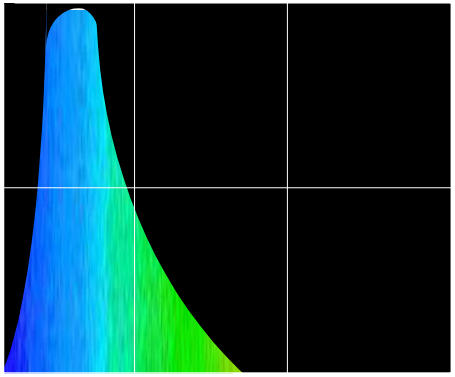


conos y bastones

Douma, Michael, curator. "Light Bulb," Cause of Color, 2008, http://www.webexhibits.org/causesofcolor/3.html, (accessed January 1, 2008).

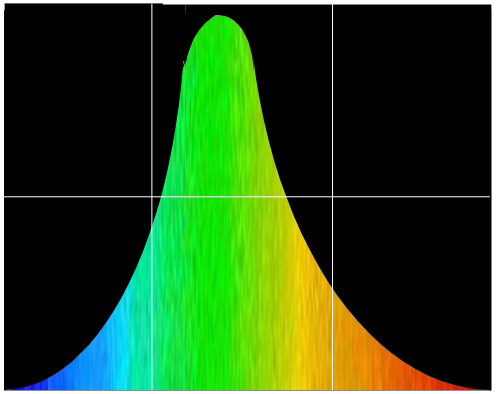
Funciones de respuesta triestímulo de respuesta visual

corto



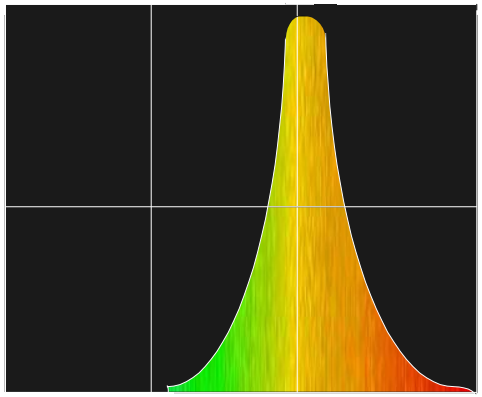
azul

medio



verde

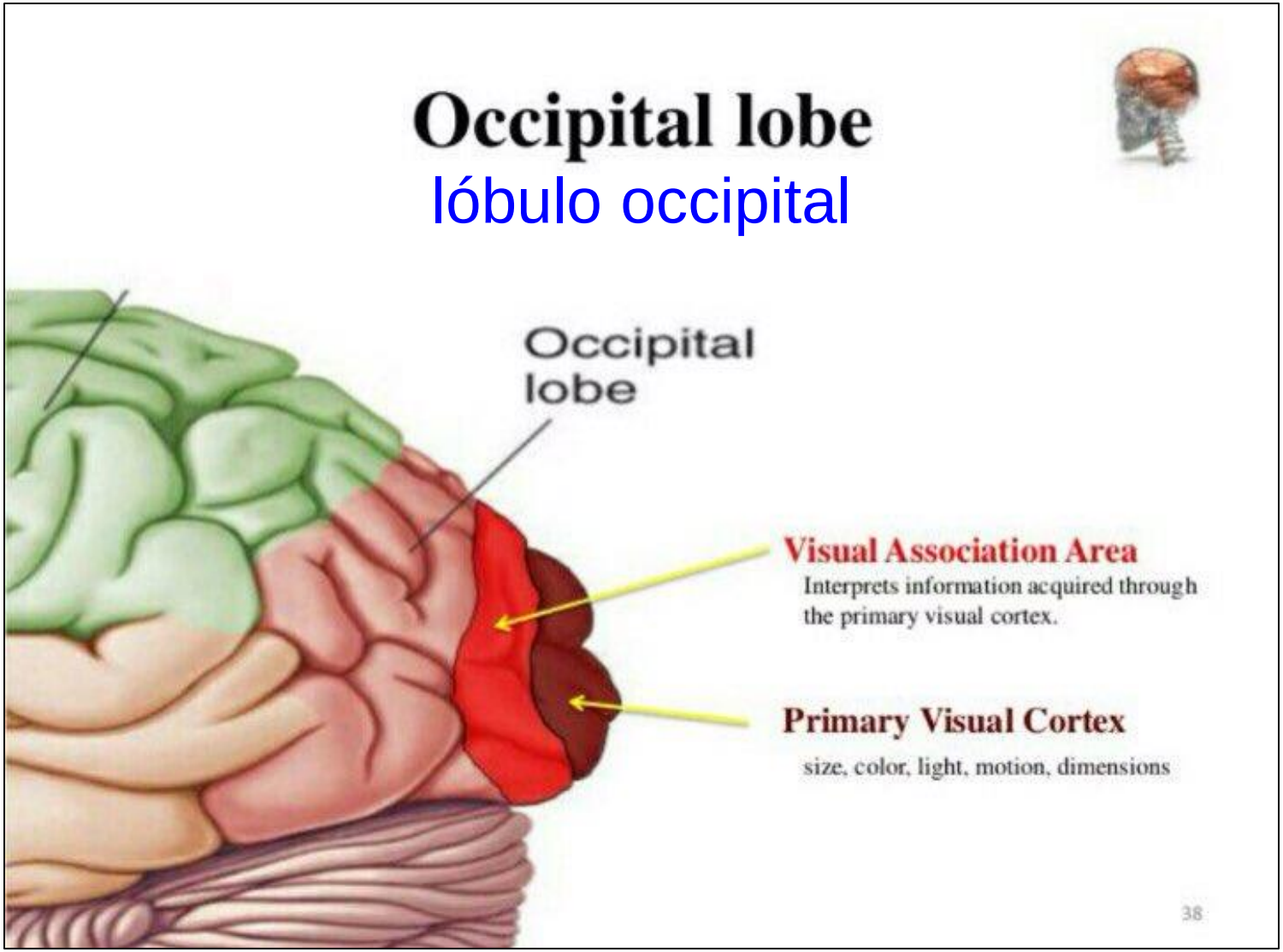
largo



rojo

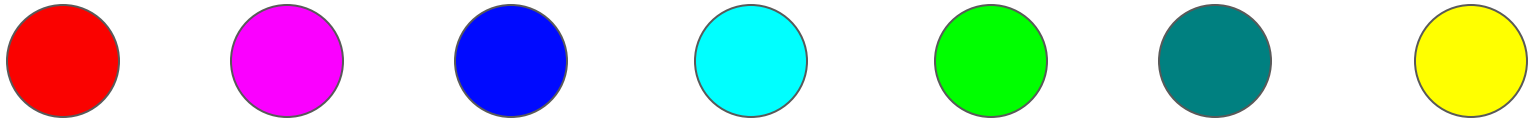
(r,g,b) o (a,v,r)

Interpretación fisiológica

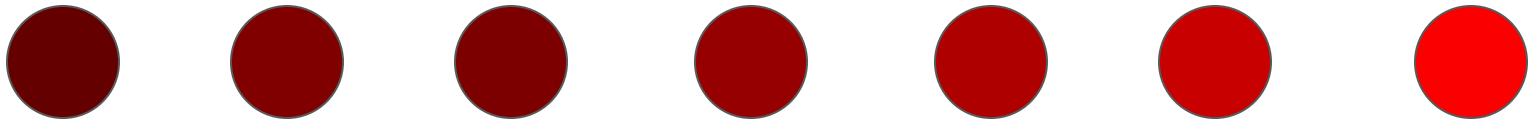


Identificación de atributos de color

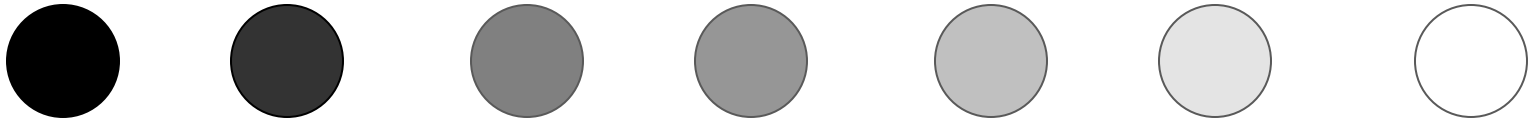
Matiz



Cromaticidad

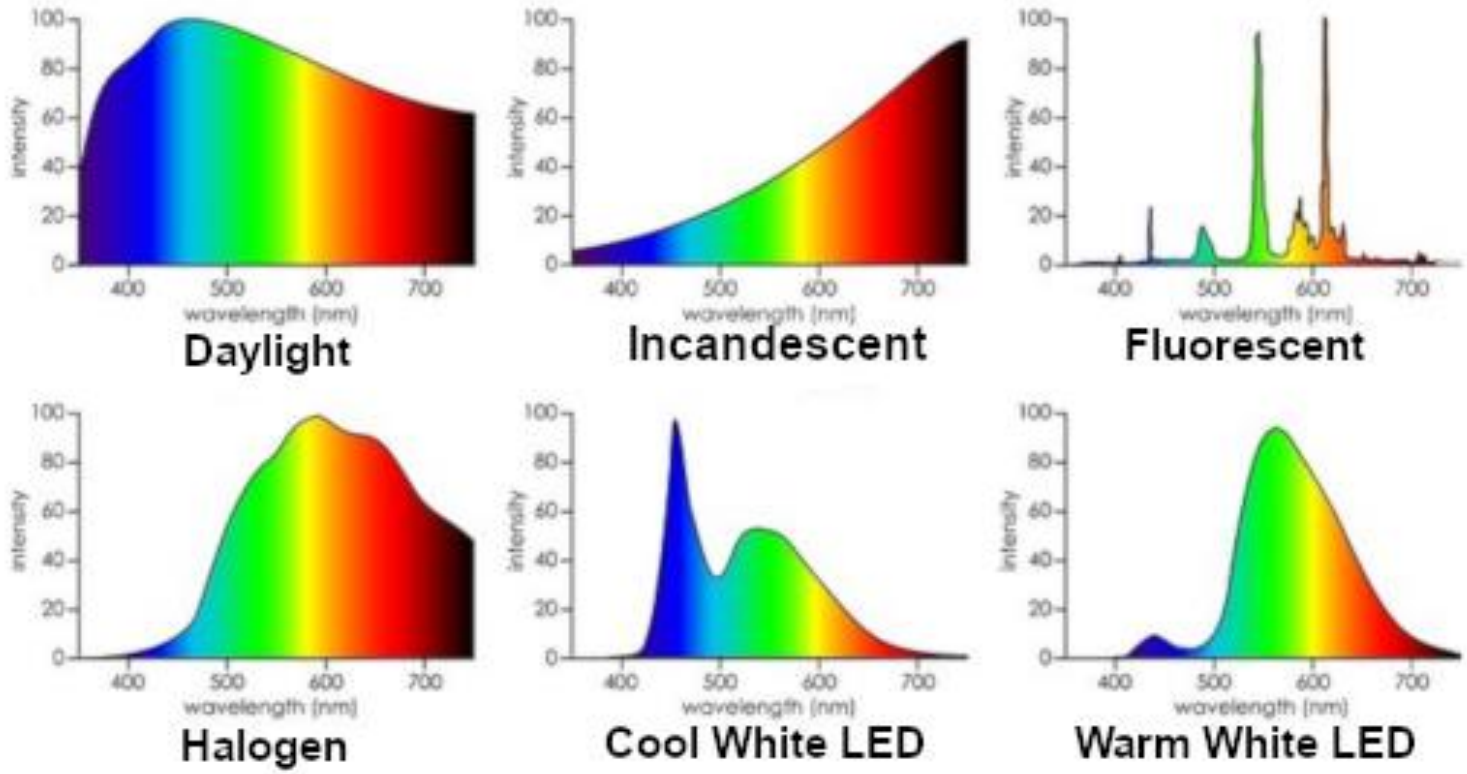


Valor o claridad / oscuridad



Fuente de luz

Spectral Power Distribución de energía espectral



https://www.paintingframesplus.com/painting-frames-plus-website-colors.php

Fuentes de luz

Name	CCT (K)	Note
A	2856	Incandescent / Tungsten
B	4874	{obsolete} Direct sunlight at noon
C	6774	{obsolete} Average / North sky Daylight
D50	5003	Horizon Light
D55	5503	Mid-morning / Mid-afternoon Daylight
D65	6504	Noon Daylight
D75	7504	North sky Daylight
E	5454	Equal energy
F1	6430	Daylight Fluorescent
F2	4230	Cool White Fluorescent
F3	3450	White Fluorescent
F4	2940	Warm White Fluorescent
F5	6350	Daylight Fluorescent
F6	4150	Lite White Fluorescent
F7	6500	D65 simulator, Daylight simulator
F8	5000	D50 simulator, Sylvania F40 Design 50
F9	4150	Cool White Deluxe Fluorescent
F10	5000	Philips TL85, Ultralume 50
F11	4000	Philips TL84, Ultralume 40
F12	3000	Philips TL83, Ultralume 30

Banda estrecha

Kelvin

Normalización de las cualidades de color

Billmeyer and Saltzman second addition

Seis niveles del lenguaje universal del color

32 **Principles of Color Technology**

The Six Levels of the Universal Color Language (Kelly 1976)

	Color name designations			Numeral and/or letter color designations		
Level of fineness of color designation	Level 1 (least precise)	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6 (most precise)
Number of divisions of color solid	13	29	267[a]	943–7056[a]	≃100,000	≃5,000,000
Type of color designation	Generic hue names and neutrals (see circled designations in diagram below)	All hue names and neutrals (see diagram below)	ISCC-NBS All hue names and neutrals with modifiers	Color-order systems (collections of color standards sampling the color solid systematically)	Visually interpolated Munsell Notation (From *Munsell Book of Color*)	CIE (x, y, Y) or instrumentally interpolated Munsell Notation
Examples of color designation	Brown	Yellowish brown	Light yellowish brown (centroid #76)	Munsell 10YR 6/4[b]	$9\frac{1}{2}$YR $6.4/4\frac{1}{4}$	$x = 0.395$ $y = 0.382$ $Y = 35.6$ or 9.6YR $6.4_5/4.3$[b]
General applicability	⟶ Increased fineness of color designation ⟶ ⟵ Statistical expression of color trends (roll-up method) ⟵					

[a] Figures indicate the number of color samples in each collection.
[b] The smallest unit used in the Hue, Value, and Chroma parts of the Munsell Notation in Levels 4 (1 Hue step, 1 Value step, and 2 Chroma steps), 5 ($\frac{1}{2}$ Hue step, 0.1 Value step, and $\frac{1}{4}$ Chroma step), and 6 (0.1 Hue step, 0.05 Value step, and 0.1 Chroma step) indicates the accuracy to which the parts of the Munsell Notation are specified in that level.

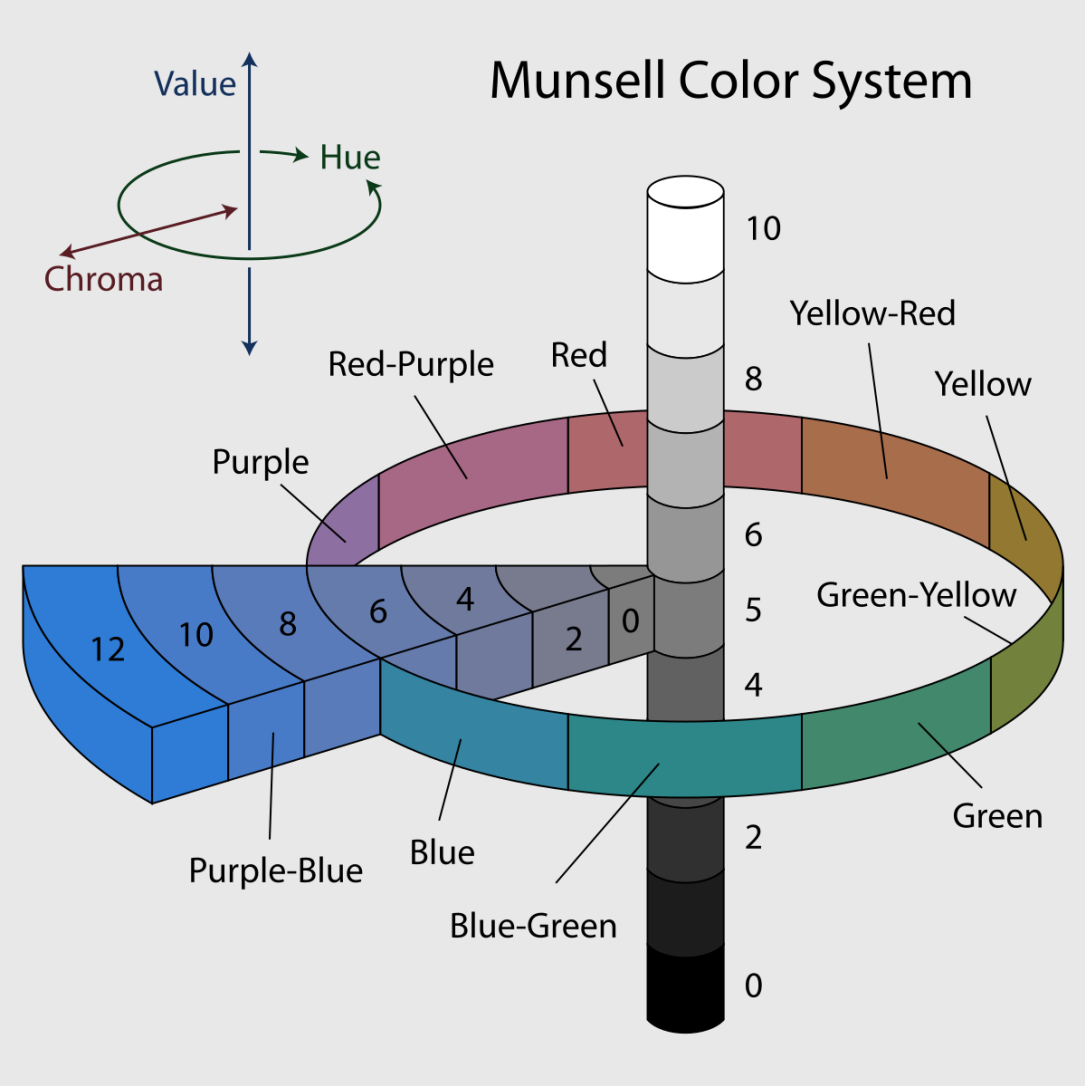
Principles of Color Technology Billmeyer and Saltzman second edition 1981

Sistema de orden de colores

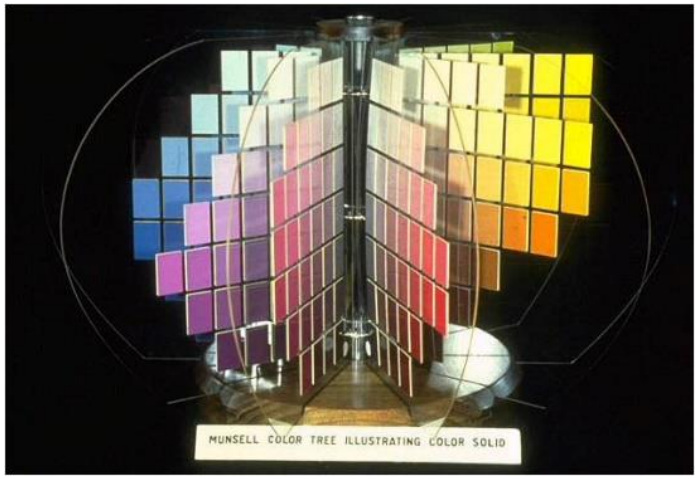
Libro de color Munsell

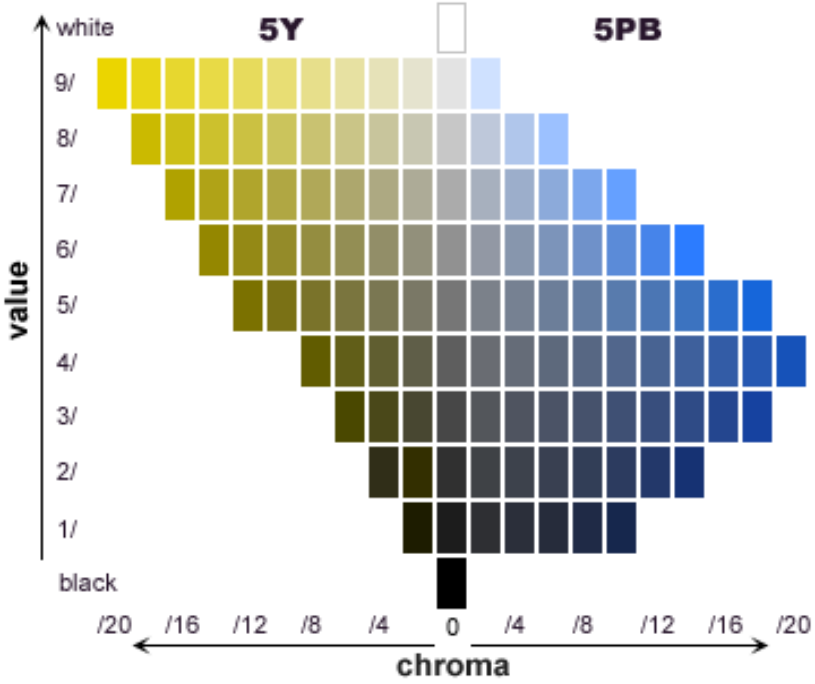
Sistema de orden de color basado en la percepción

Sistema de color Munsell



Sistema de color Munsell

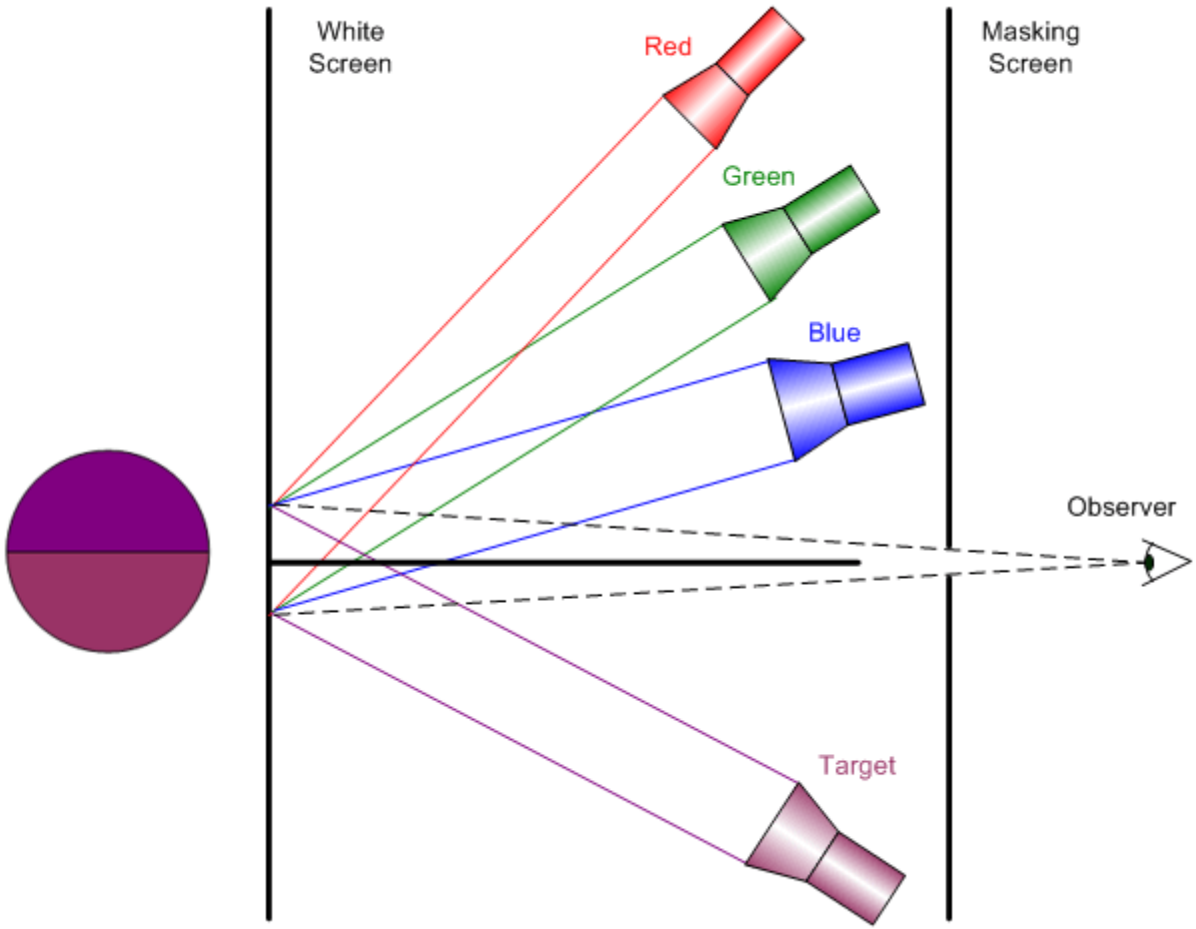




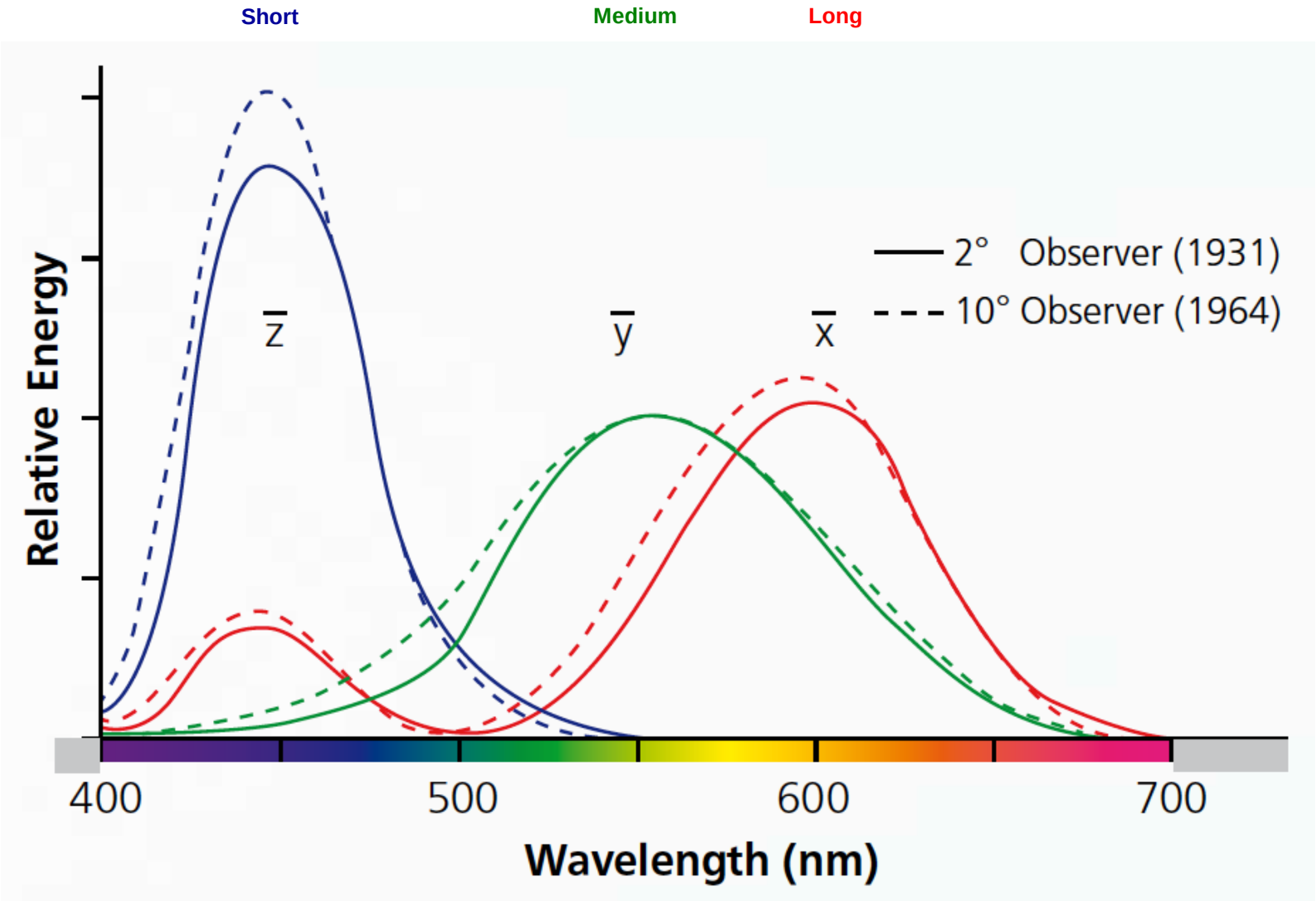
International Commission on Illumination
Commission Internationale de l'Eclairage
Internationale Beleuchtungskommission

División 1: Visión y color
División 2: Medición física de luz y radiación
División 3: Ambiente interior y diseño de iluminación
División 4: Transporte y aplicaciones exteriores
División 6: Fotobiología y Fotoquímica
División 8: Tecnología de imagen

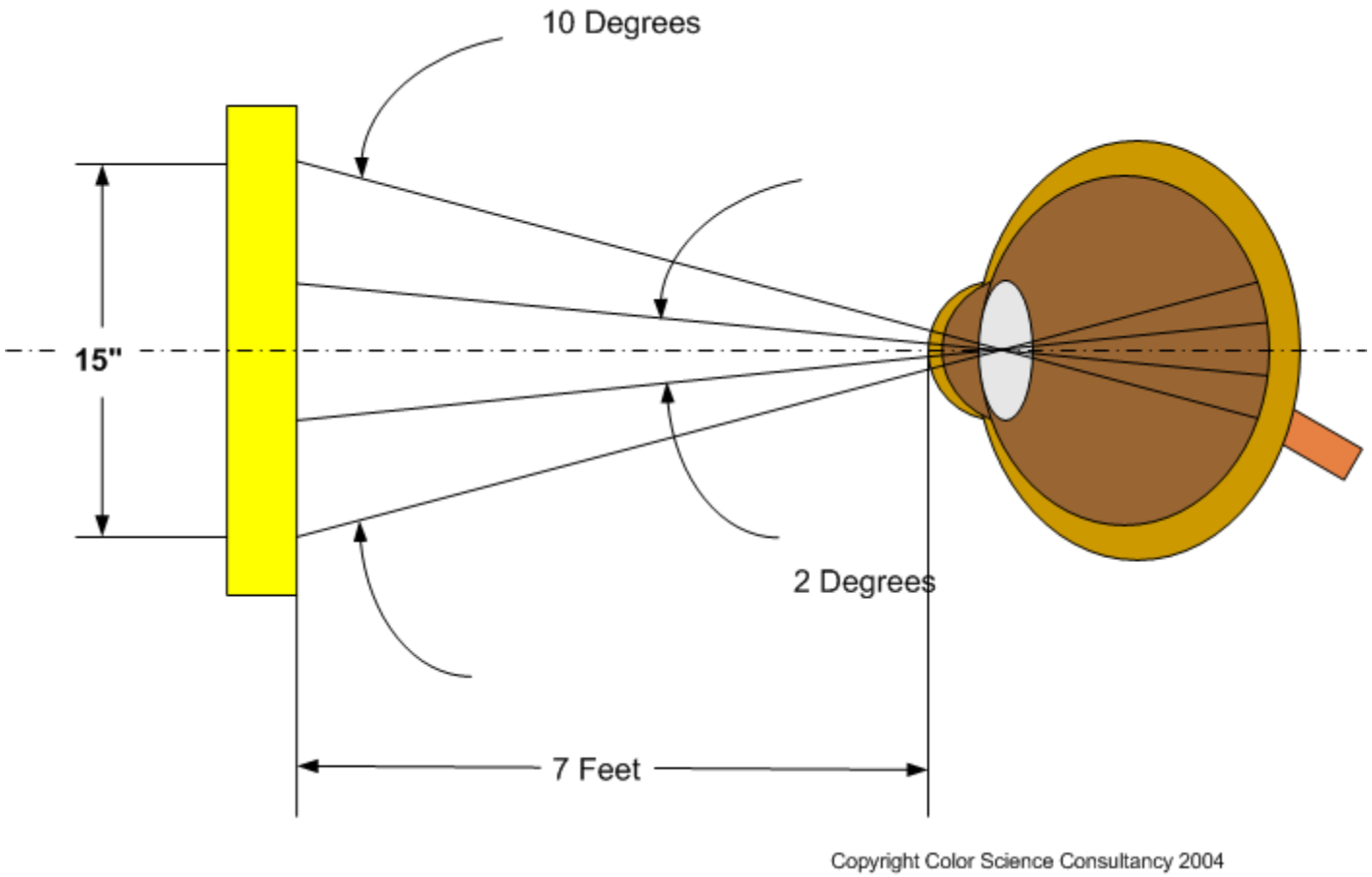
http://www.cie.co.at/



http://betterphotographytutorials.com



https://measurewhatyousee.com



1931 2º Observer
Field of View: ~ Ø 17mm @ 0.5M

1964 10º Observer
Field of View: ~ Ø 90mm @ 0.5M

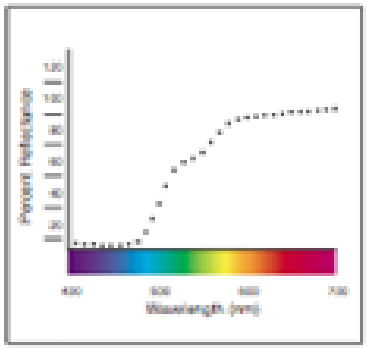
https://www.ledsmagazine.com/articles/print/volume-13/issue-8/features/packaged-leds/improving-color-consistency-in-led-based-general-lighting.html

Las funciones del observador

Wavelength λ (nm)	$\bar{x}(\lambda)$	$\bar{y}(\lambda)$	$\bar{z}(\lambda)$
380	0.0014	0.0000	0.0065
390	0.0042	0.0001	0.0201
400	0.0143	0.0004	0.0679
410	0.0435	0.0012	0.2074
420	0.1344	0.0040	0.6456
430	0.2839	0.0116	1.3856
440	0.3483	0.0230	1.7471
450	0.3362	0.0380	1.7721
460	0.2908	0.0600	1.6692
470	0.1954	0.0910	1.2876
480	0.0956	0.1390	0.8130
490	0.0320	0.2080	0.4652
500	0.0049	0.3230	0.2720
510	0.0093	0.5030	0.1582
520	0.0633	0.7100	0.0782
530	0.1655	0.8620	0.0422
540	0.2904	0.9540	0.0203
550	0.4334	0.9950	0.0087
560	0.5945	0.9950	0.0039
570	0.7621	0.9520	0.0021
580	0.9163	0.8700	0.0017
590	1.0263	0.7570	0.0011
600	1.0622	0.6310	0.0008
610	1.0026	0.5030	0.0003
620	0.8544	0.3810	0.0002
630	0.6424	0.2650	0.0000
640	0.4479	0.1750	0.0000
650	0.2835	0.1070	0.0000
660	0.1649	0.0610	0.0000
670	0.0874	0.0320	0.0000
680	0.0468	0.0170	0.0000
690	0.0227	0.0082	0.0000
700	0.0114	0.0041	0.0000
710	0.0058	0.0021	0.0000
720	0.0029	0.0010	0.0000
730	0.0014	0.0005	0.0000
740	0.0007	0.0002	0.0000
750	0.0003	0.0001	0.0000
760	0.0002	0.0001	0.0000
770	0.0001	0.0000	0.0000
780	0.0000	0.0000	0.0000

Curva de reflectancia

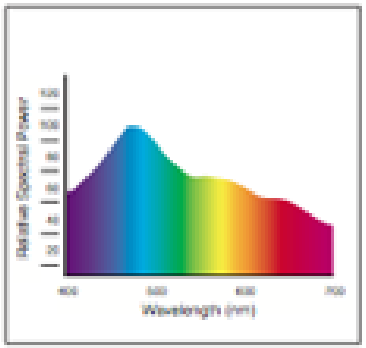
valores de triestímulo



Spectral Reflectance Curves

table values

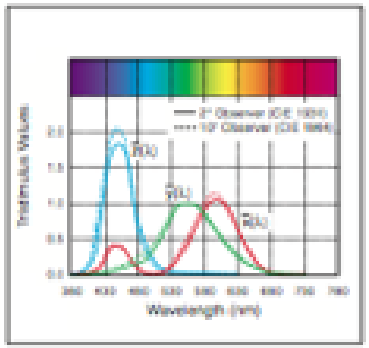
X



D65 Illuminant

table values

X



CIE Color Matching Functions

table values

=

X = 62.04
Y = 69.72
Z = 7.34

Tristimulus Values

Cálculo de los factores triestímulos

Las funciones de concordancia de color CIE se definen desde 360-830 nm en incrementos de 1 nm (ISO / CIE10527)

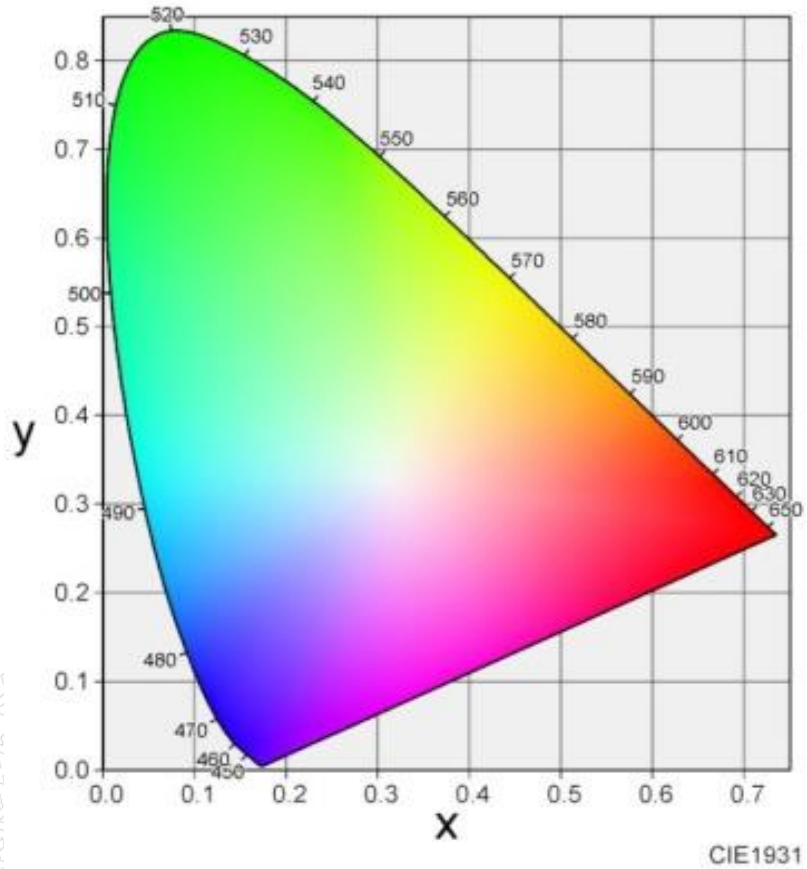
En la práctica, las computadoras en color están configuradas para medir entre 400 y 700 nm.

Las ecuaciones ASTM E 308 utilizadas para calcular los valores de triestímulo se adaptan a estas regiones exteriores mediante el uso de valores ponderados de triestímulo precalculados

Por convención, para un objeto reflectante, el valor asignado de Y = 100 como máximo se utiliza para un blanco no fluorescente. No hay valores máximos restrictivos para X y Z.

1931 CIE Chomaticity Diagram

1931 CIE digram de cromaticidad



$$X = \frac{xY}{y}$$

$$Y = Y$$

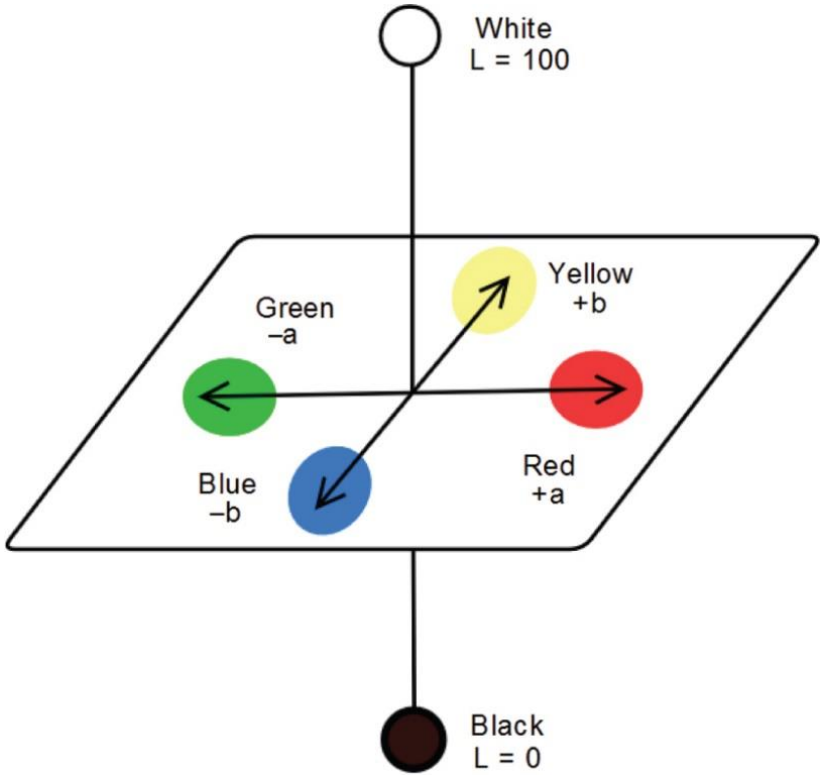
$$Z = \frac{(1-x-y)Y}{y}$$

mplementation Notes:

1. Watch out for the case where $y = 0$. In that case, you may want to set $X = Y = Z = 0$.
2. The output (X, Y, Z) values are in the same nominal range as the input Y (typically, [0.0, 1.0], [0.0, 100.0] or physical units).

HUNTER Escala de colores

Evolucionó durante las décadas de 1950 y 1960.
Escala de color visualmente más uniforme que la escala de color XYZ (x, y, Y)
El espacio de color Hunter L, a, b está organizado en forma de cubo



Coordenadas rectangulares
L - Ligereza
a - Rojo-Verde
b - Amarillo-Azul

HUNTER ecuaciones

$$L = 100\sqrt{\frac{Y}{Y_n}}$$

$$a = K_a\left(\frac{X/X_n - Y/Y_n}{\sqrt{Y/Y_n}}\right)$$

$$b = K_b\left(\frac{Y/Y_n - Z/Z_n}{\sqrt{Y/Y_n}}\right)$$

Diferencia total o Delta

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

Diferencias o deltas estándar de muestra

L - Ligereza
a - Rojo-Verde
b - Amarillo-Azul

$$\Delta L = L_{sample} - L_{standard}$$

$$\Delta a = a_{sample} - a_{standard}$$

$$\Delta b = b_{sample} - b_{standard}$$

+L	lighter	-L	darker
+a	redder	-a	greener
+b	yellower	-b	bluer

CIE Cálculos (1976)

$$L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16$$
$$a^* = 500[(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}]$$
$$b^* = 200[(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3})]$$

cartesiano
o
coordenadas
rectangulares

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$$
$$h^o = \arctan (b^*/a^*)$$

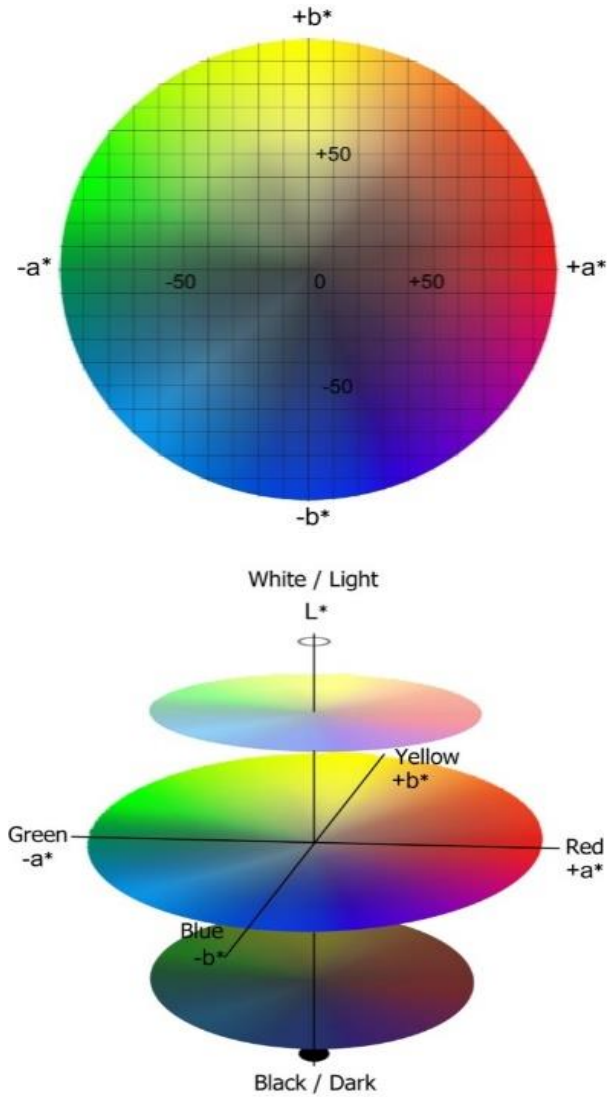
Coordenadas
polares

Use L-a-b cuando croma <10 descripción de forma uniforme
Use L-C-h cuando el croma >10 números de tono métrico se acerquen a cero

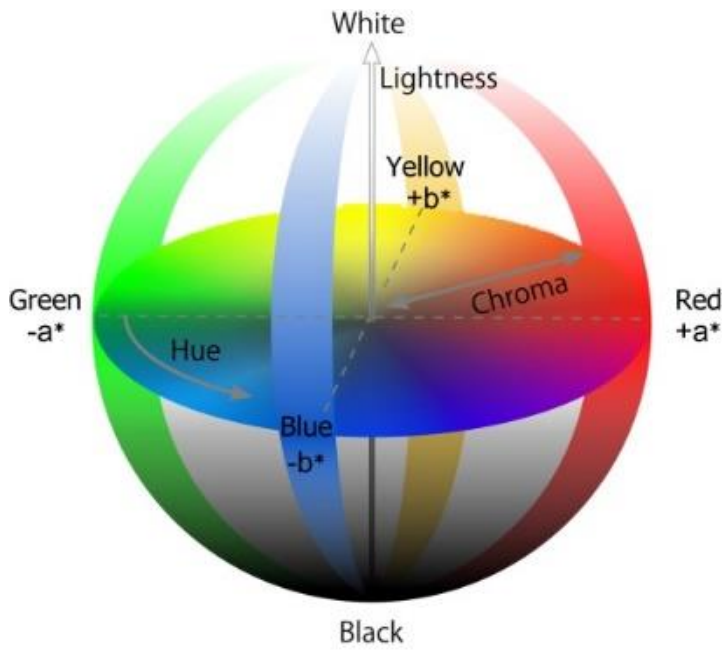
The asterisk (*) after L, a and b are pronounced star and are part of the full name, since they represent L*, a* and b*, to distinguish them from Hunter's L, a, and b

Sección I - Ciencia del color

The Image Descriptions of CIELAB

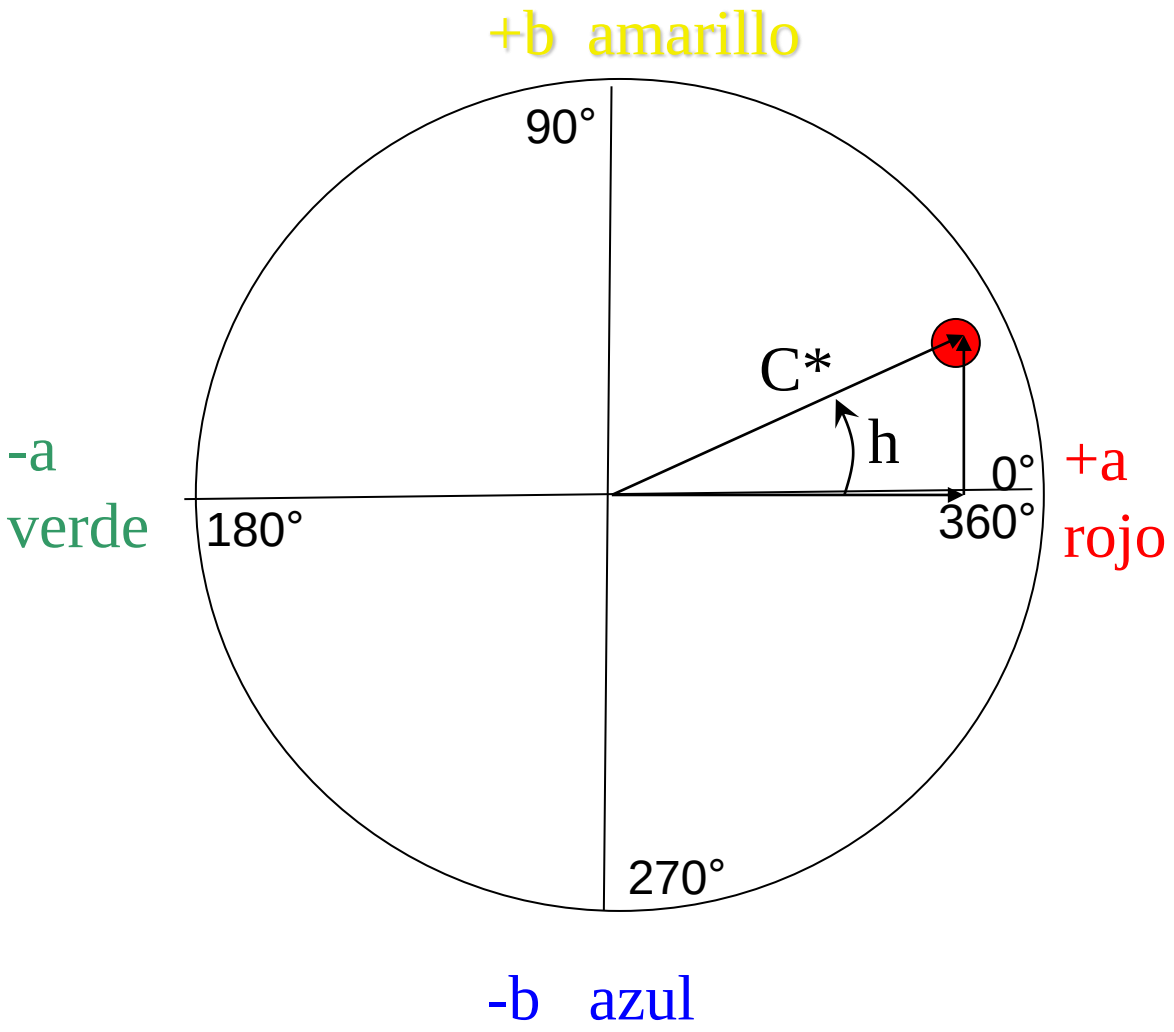


The Image Description of CIELCh



Color Guide by Ladson, Jack; and Kita, Hideo published by: SUGA Test Instruments Co., Ltd., Tokyo, Japan. "

Espacio de color CIELAB



Coordenadas cilíndricas

L * - Ligereza

C * - Croma

h * - Ángulo de tono

Ecuaciones de diferencia de color CIELab (Delta)

$$DL^* = L^*_{sample} - L^*_{standard}$$
$$Da^* = a^*_{sample} - a^*_{standard}$$
$$Db^* = b^*_{sample} - b^*_{standard}$$

$$DC^* = C^*_{sample} - C^*_{standard}$$
$$DH_{ab}^* = [(DE_{ab*})^2 - (DL^*)^2 - (DC_{ab*})^2]^{1/2}$$

Placa estándar

Placa de muestra

L*a*b* Color Difference

ΔL* = +4.03
Δa* = -3.05
Δb* = +1.04
ΔE* = 5.16

L* = 43.31
a* = 47.63
b* = 14.12

Absolute color values
L-a-b

L* = 47.34
a* = 44.58
b* = 15.16

Absolute color values
L-a-b

Deltas (diferencia de color total)

Los valores de resistencia incluyen, por ejemplo, 85% de resistencia (K / S)

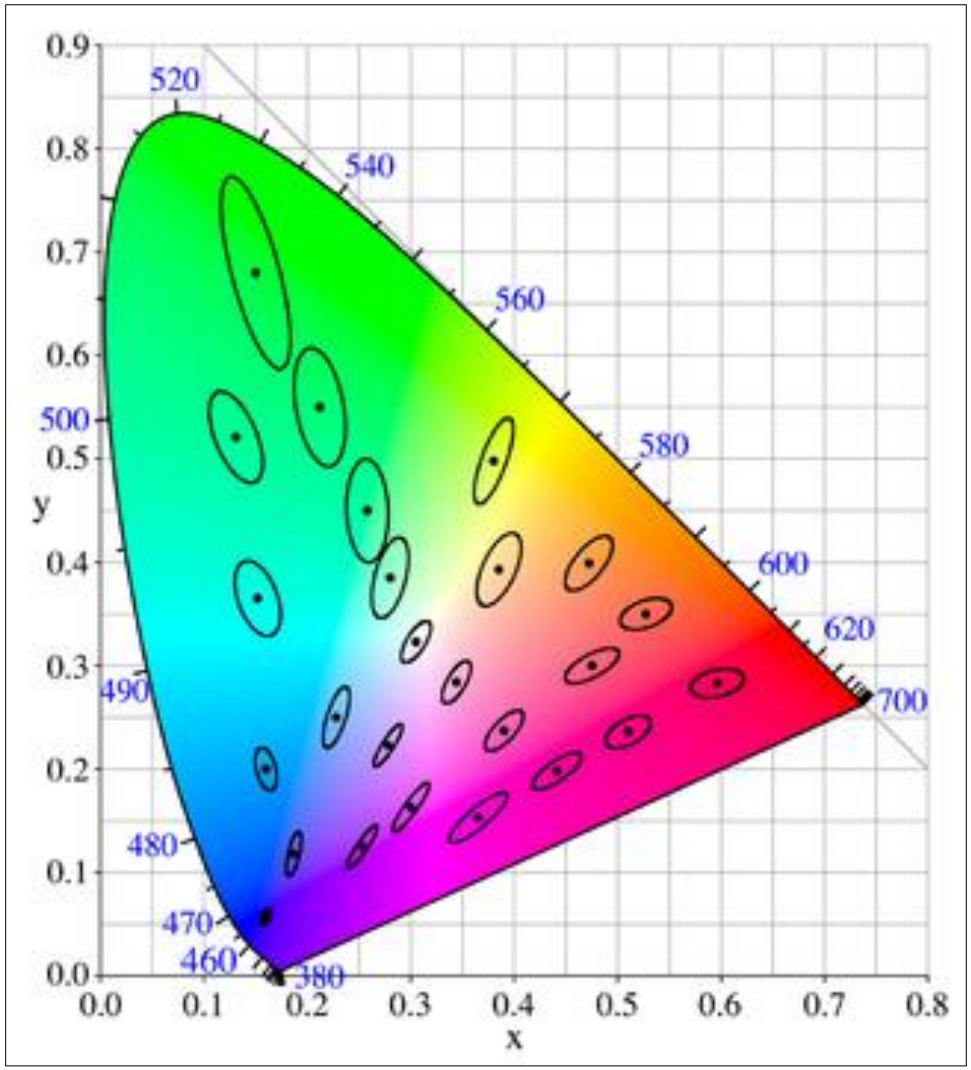
Diferencia de color total DE

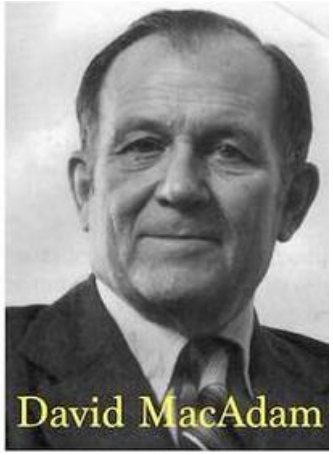
DE CIE 1976 Método estándar de diferencia de color CIE, que es simplemente el distancia entre los dos colores, calculada en tres espacio de color dimensional CIELAB.

$$DE^* = [(DL^*)^2 + (Da^*)^2 + (Db^*)^2]^{1/2}$$

$$DE^* = [(DL^*)^2 + (DC^*_{ab})^2 + (DH_{ab}^*)^2]^{1/2}$$

Elipses de McAdams





Ecuación de tolerancia de color

Color Measurement Committee (CMC)
UK Society of Dyers and Colourists → C.I. Numbers

DE CMC Norma ISO 105-J03, utiliza un peso ligero "l" y un peso cromático "c" para usar con datos de perceptibilidad.

Originado en la industria textil para diferentes texturas de superficie

<u>l:c ratios por ejemplo</u>
1.3:1 para superficies brillantes
2:1 para superficies mate

$$DE_{CMC(l:c)} = \left[\left[\frac{DL^*}{lS_L}\right]^2 + \left[\frac{DC^*}{cS_C}\right]^2 + \left[\frac{DH^*}{S_H}\right]^2 \right]^{1/2}$$

Ecuación de tolerancia de color

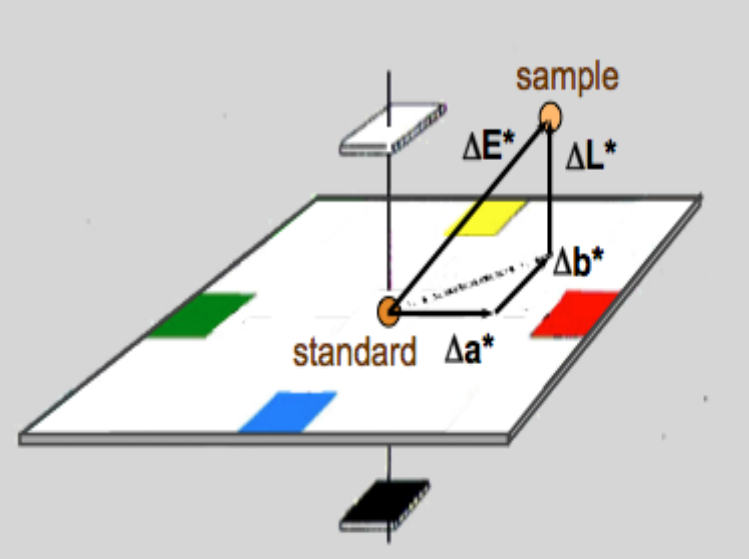
DE CIE 2000 Modificación a la DE CIE 1976 con implementaciones $k_L = k_C = k_H = 1.0$

$$DE^*_{00} = \left[\left[\frac{DL'}{k_L S_L} \right]^2 + \left[\frac{DC'}{k_C S_C} \right]^2 + \left[\frac{DH'}{k_H S_H} \right]^2 + R_T \frac{DC'}{k_C S_C} \frac{DH'}{k_H S_H} \right]^{1/2}$$

Diferencia de color total

Delta E* 1976

- DE* = 1
  - la mayoría de los observadores pueden comenzar a detectar una ligera diferencia
- DE* = 2
  - Diferencias obvias para la mayoría de los observadores



https://measurewhatyousee.com/tag/tolerances/

Ecuaciones de tolerancia de color

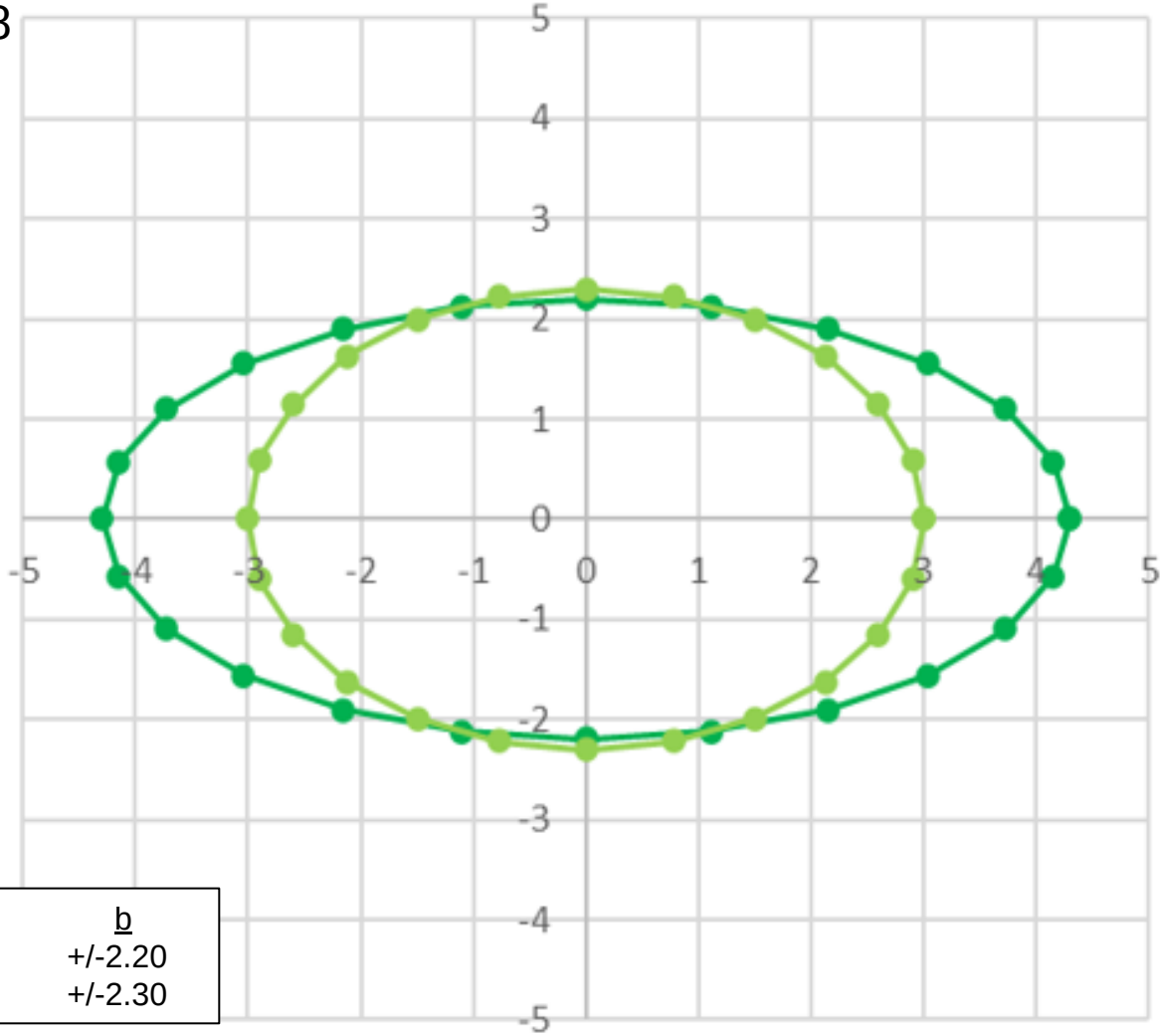
- CMC $DE_{cmc} = 1$ (*Color Measurement Committee*)
  - Desarrollado para la industria textil

- CIELab $DE^*_{2000} = 1$
  - Ecuación de tolerancia actual recomendada por CIE
  - El 50% de los inspectores de color capacitados observan visualmente las diferencias de color

especificación de forma elíptica

L = 90
a = -70
b = 8

verde



	a	b
DE2000	+/-4.30	+/-2.20
DEcmc	+/-3.00	+/-2.30

Estandarización

Fuente de luz
Distribución de energía espectral
Temperatura del color

Observador estándar
Dimensiones psicológicas del color (tono, saturación, brillo)

Espacio de color inferior
Comisión Internacional de Iluminación (CIELab)

Compare y comunique las diferencias de color

Fin
Sección I - Ciencia del color

Descargo de responsabilidad

La información de esta presentación se proporciona de buena fe con base en la tecnología, la experiencia y los conocimientos actuales que se consideran verdaderos. La División de Color y Apariencia (CAD) de la Society of Plastics Engineers (SPE) no ofrece garantía ni asume responsabilidad de ningún tipo, expresa o implícita, con respecto a esta información. CAD y / o SPE no asumen ninguna responsabilidad por ningún procesamiento o combinación posterior de ningún recurso o material con el fin de producir compuesto (s) o artículo (s) terminado. CAD o SPE tampoco implican que esta información pueda sugerir ninguna garantía legalmente vinculante de ciertas propiedades o idoneidad para un propósito específico. Es responsabilidad de quienes usan esta información asegurarse de que sus acciones cumplan con los derechos de propiedad y / o las leyes o leyes existentes.

Créditos

Presidentes / colaboradores anteriores

Robert Charvat, Colorants – Pigments and Dyes

Steve Goldstein, Inorganic - Organic Pigment Particles

Jack Ladson, Color Science Consultancy

Betty Puckerin, Ampacet Corporation

Comité de educación

- Earl Balthazar, Datacolor
- Breeze Briggs, BASF Colors and Effects
- Steve Esker, Paramount
- Jack Ladson, Color Science Consultancy
- Bruce Mulholland, Celanese
- Alex Prosapio, Sudarshan
- Betty Puckerin, Ampacet Corporation
- Elizabeth Serdar, Omya
- Mark Tyler, Silberline
- Brian West, Techmer PM
- Kimberly Williamson, Techmer PM
- Michael Willis, Sun Chemical, ***Education Committee Chair***