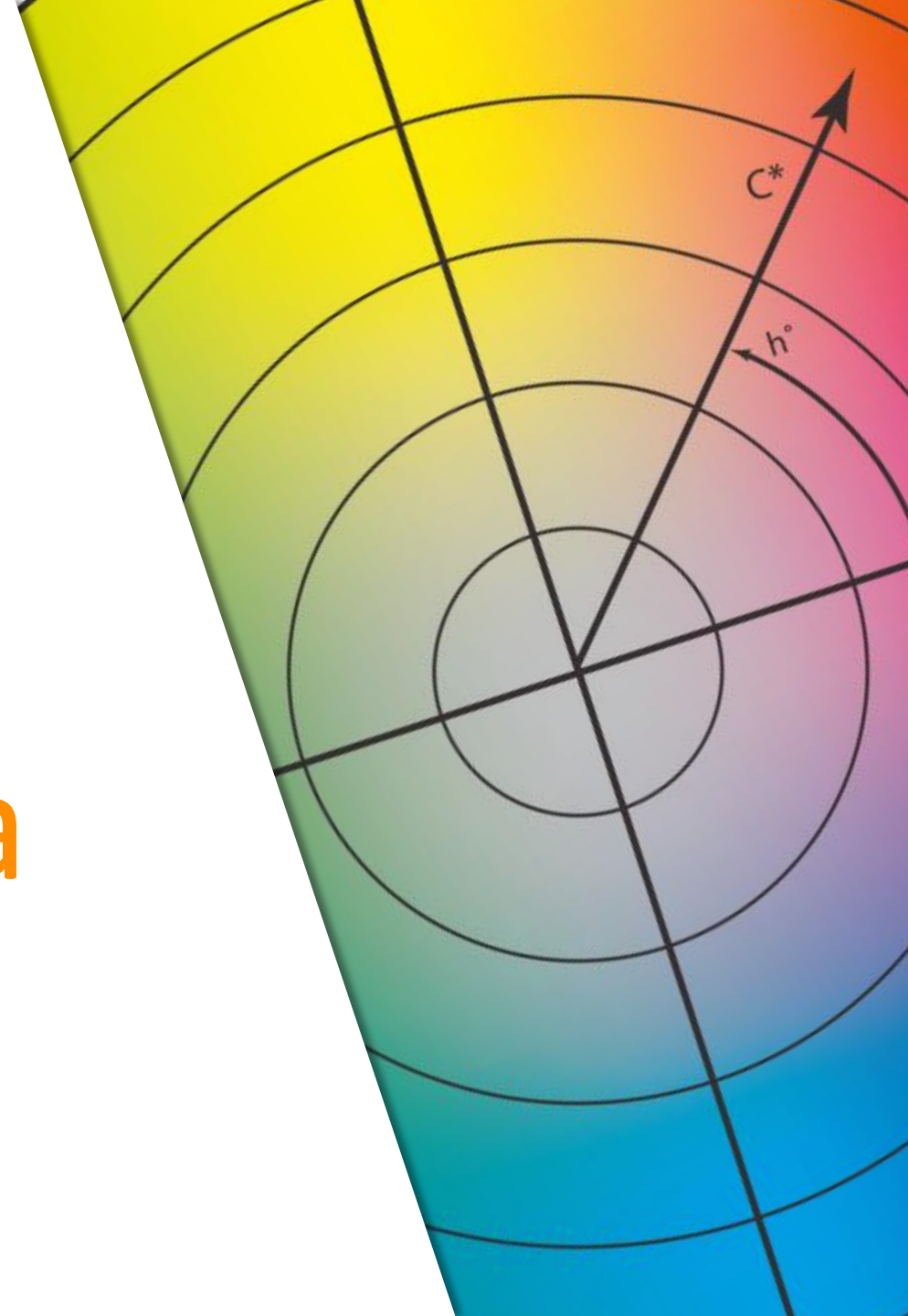




Curso

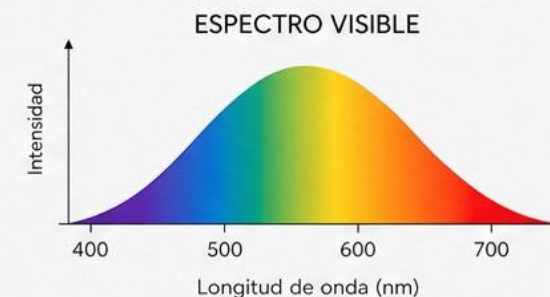
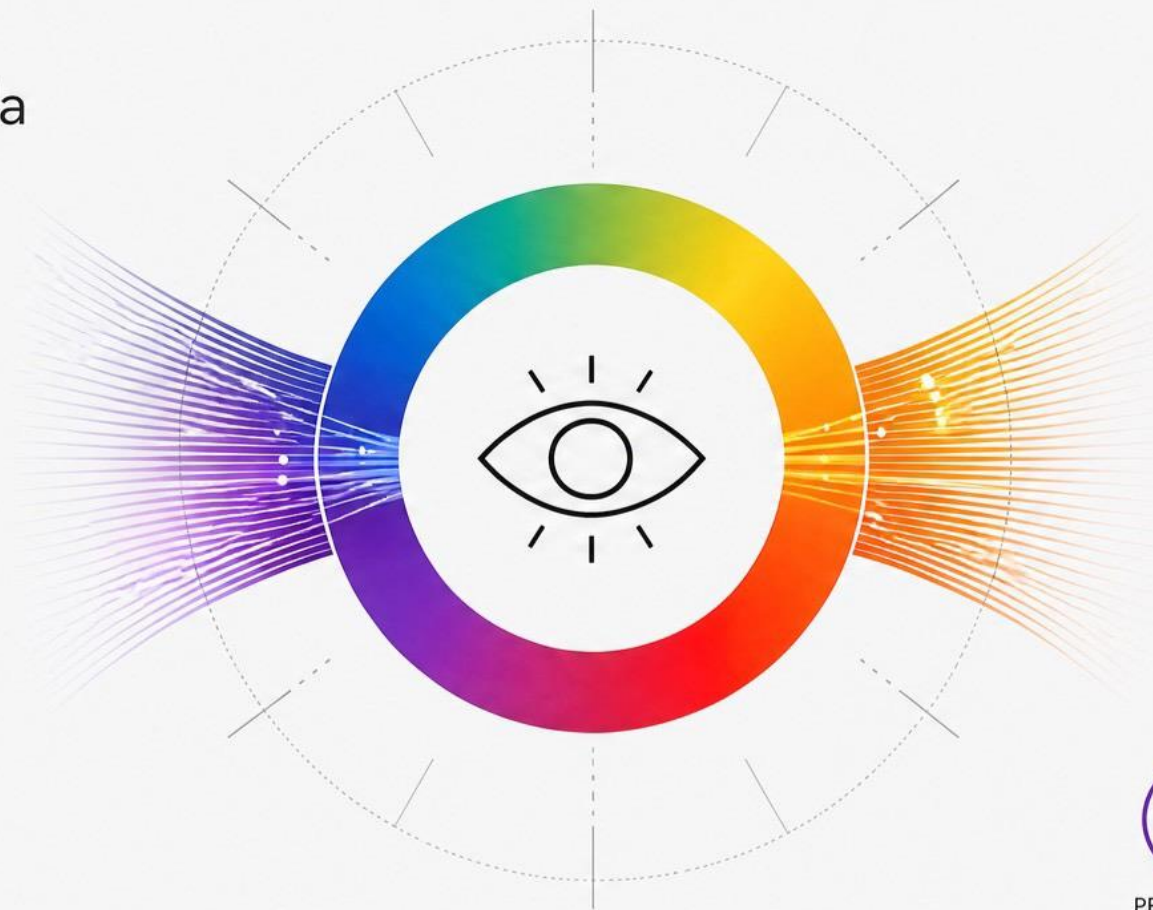
# Colorimetría básica



# Introducción a la Colorimetría

## Ciencia del color aplicada a la industria gráfica

Comprendemos cómo se percibe el color, cómo se mide con precisión y cómo se controla para lograr resultados consistentes en medios impresos y digitales.



### DEL PERCEPTO AL CONTROL



# Objetivo de la presentación

01



Proporcionar los conocimientos fundamentales de la colorimetría aplicada a las artes gráficas

02



Comprender cómo se percibe, describe y mide el color

03

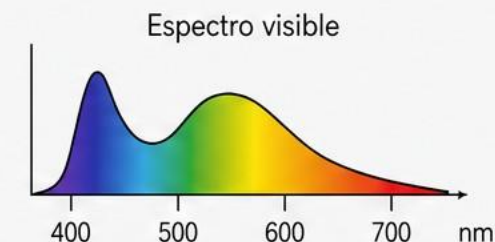
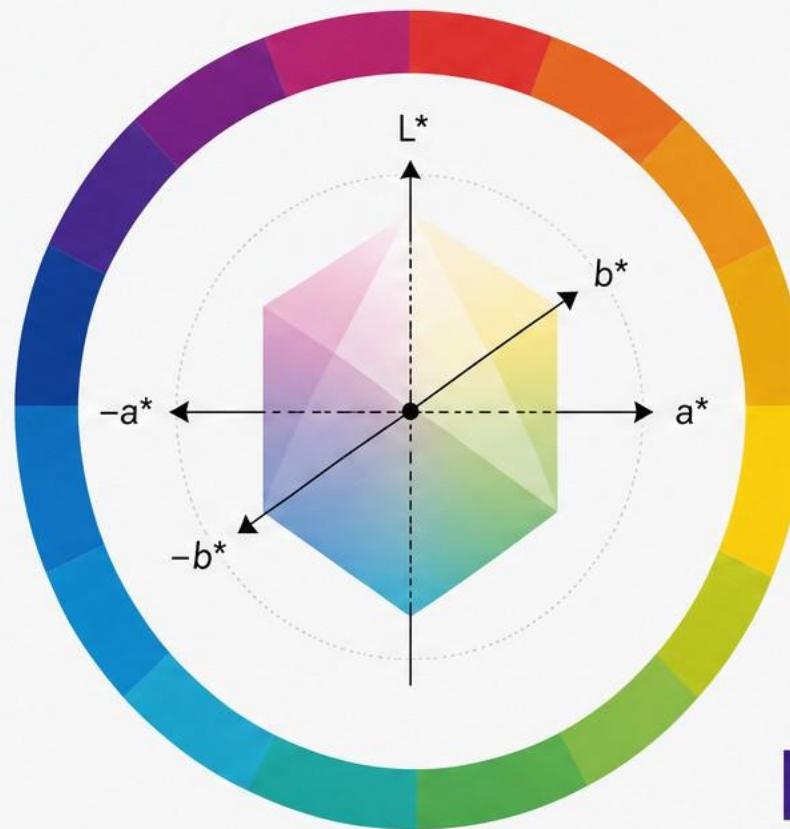


Identificar los principales espacios colorimétricos

04



Conocer los criterios para evaluar y controlar la reproducción del color en procesos gráficos

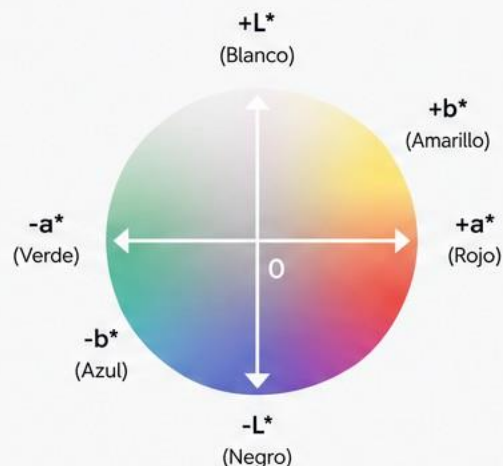


# ¿Qué es la colorimetría y por qué es importante?



## DEFINICIÓN

La colorimetría es la ciencia que estudia la **medición y especificación numérica del color** para describirlo de manera objetiva y reproducible.



## IMPORTANCIA EN LAS ARTES GRÁFICAS

El control de color permite asegurar **consistencia visual** en todo el proceso de producción, desde el diseño hasta el producto impreso final.



### DISEÑO

Color definido en pantalla



### PRUEBA

Simulación controlada



### IMPRESIÓN

Proceso estable y controlado



### RESULTADO

Salida consistente y repetible



## ¿QUÉ SUCEDE CUANDO EL COLOR SE DESVÍA?



### RECHAZOS

Pérdida de tiempo, material y recursos.



### REIMPRESIONES

Aumento de costos y retrasos en entrega.



### INCONSISTENCIAS

Variaciones visibles entre tirajes o lotes.

## EJEMPLOS PRÁCTICOS: VARIACIÓN DEL COLOR EN IMPRESIÓN

Mismo diseño, diferentes resultados entre lotes de producción.



### LOGOTIPO CORPORATIVO

Variación en saturación y tono.

#### LOTE 1



#### LOTE 2



#### LOTE 3



### FOTOGRAFÍA IMPRESA

Variación en luminosidad y contraste.



### EMPAQUE COMERCIAL

Variación en color de marca y fondo.

#### LOTE 1



#### LOTE 2



#### LOTE 3



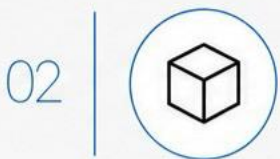
# La luz y el espectro visible

EL COLOR NACE DE LA  
INTERACCIÓN ENTRE  
LUZ, OBJETO Y OBSERVADOR



## LUZ

La luz blanca contiene todas las longitudes de onda del espectro visible.



## OBJETO

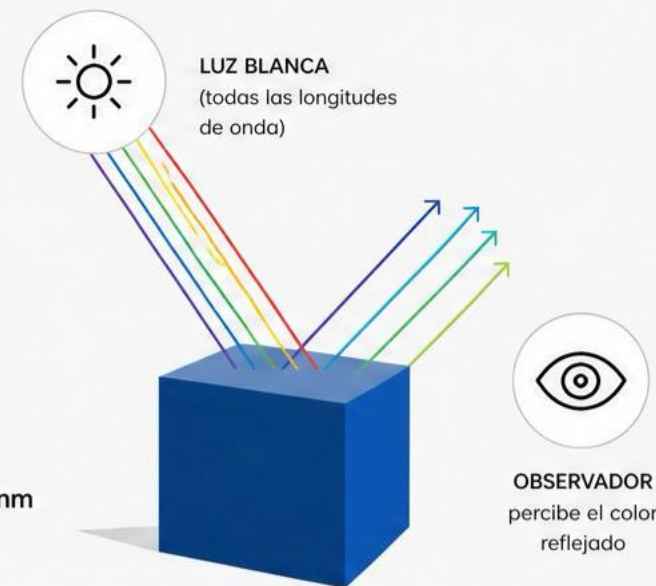
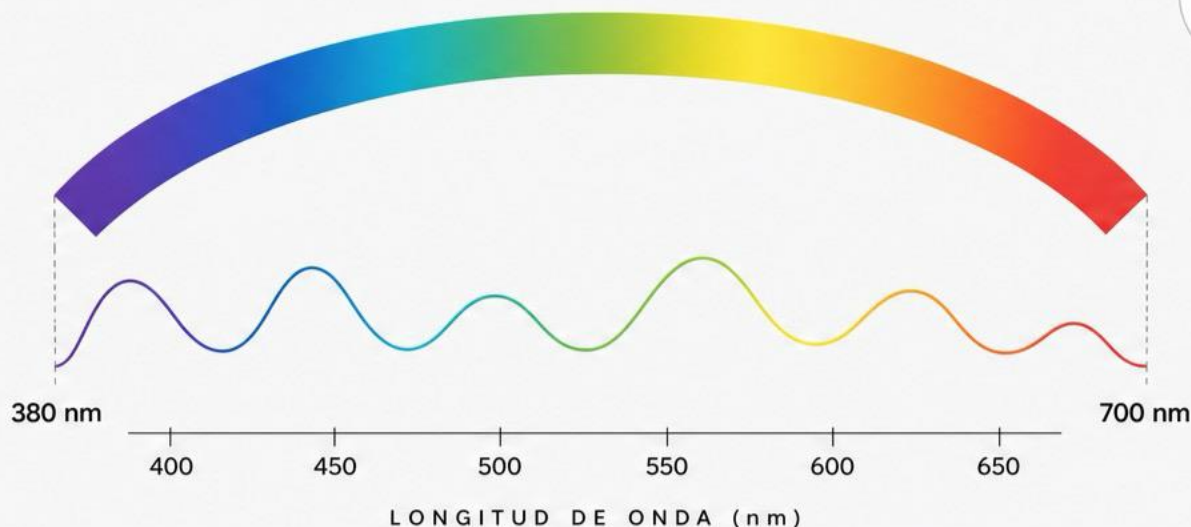
El objeto absorbe unas longitudes de onda y refleja otras.



## OBSERVADOR

El observador percibe las longitudes reflejadas e interpreta el color.

EL ESPECTRO VISIBLE ABARCA APROXIMADAMENTE  
DE 380 A 700 NANÓMETROS



CADA LONGITUD DE ONDA SE PERCIBE COMO UN COLOR DISTINTO

VIOLETA



AZUL



CIAN



VERDE



AMARILLO



NARANJA



ROJO



# El observador estándar y la percepción visual

01



**El ojo humano percibe el color mediante conos y bastones en la retina.**

La luz se enfoca en la retina, donde los fotorreceptores convierten la luz en señales que el cerebro interpreta como color.

02



**Los conos responden a distintas longitudes de onda (rojo, verde, azul).**

Cada tipo de cono tiene sensibilidad máxima en una región diferente del espectro visible.

03



**Los bastones son responsables de la visión en condiciones de poca luz, sin distinguir color.**

Son muy sensibles a la luz, pero no a la longitud de onda.

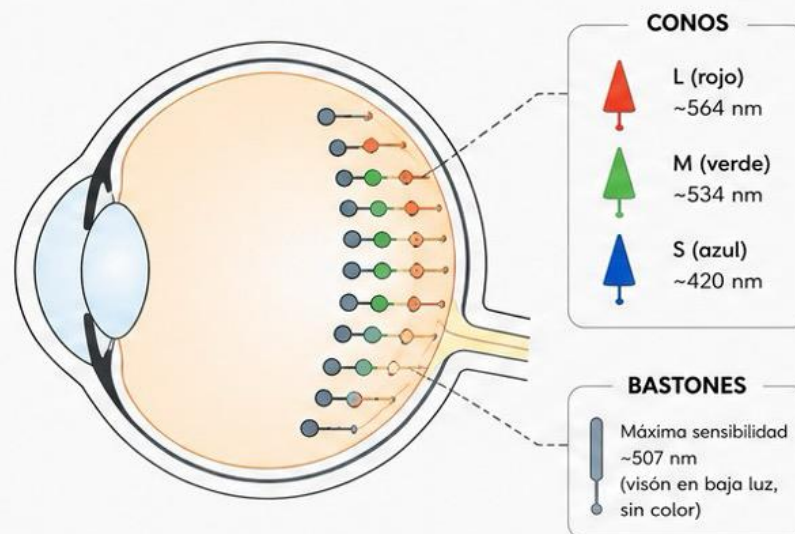
04



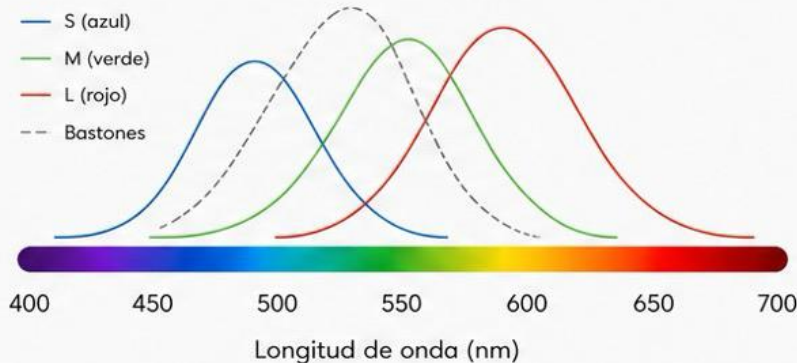
**La CIE definió un observador estándar para estandarizar la percepción del color.**

Permite que diferentes personas y sistemas hablen el mismo lenguaje del color.

## FOTORRECEPTORES EN LA RETINA



## SENSIBILIDAD ESPECTRAL RELATIVA



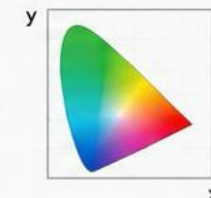
## RELACIÓN FUNDAMENTAL DEL COLOR

El color percibido depende de tres elementos:



**La CIE definió un observador estándar para estandarizar la percepción del color.**

Modelos como el Observador Estándar de 2° y 10° representan la respuesta promedio de la población a todo el espectro visible, bajo condiciones controladas.



**Un lenguaje común para el color, sin importar quién mide.**

# Observador de 2° y 10°: ¿por qué importa el ángulo de visión?

2°

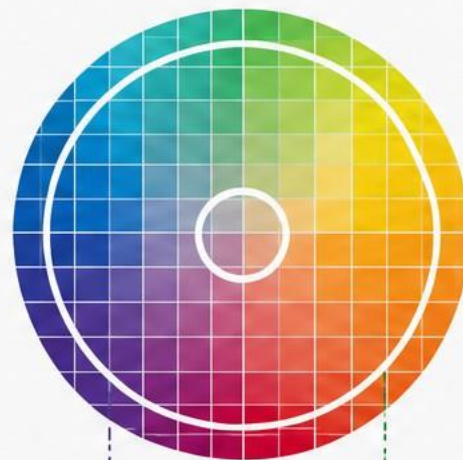
**OBSERVADOR 2°**  
(1931)

Representa la visión central,  
típico de **campos visuales pequeños**.



**Enfocado en el detalle.**  
Útil para evaluar colores en  
muestras pequeñas o detalles finos.

COMPARACIÓN DEL CAMPO VISUAL



2°

Campo visual  
pequeño (visión  
central)

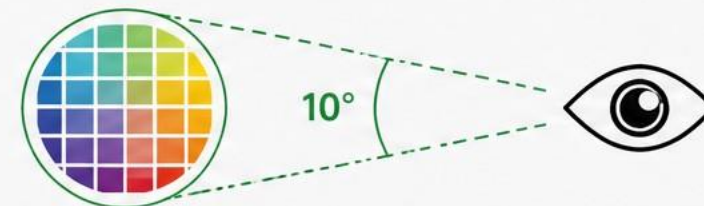
10°

Campo visual  
amplio (visión  
periférica)

10°

**OBSERVADOR 10°**  
(1964)

Representa un campo visual más amplio,  
más cercano a cómo percibimos  
**superficies grandes**.



**Considera el contexto.**  
Ideal para evaluar colores en  
superficies grandes o a distancia.



**¿POR QUÉ IMPORTA?**

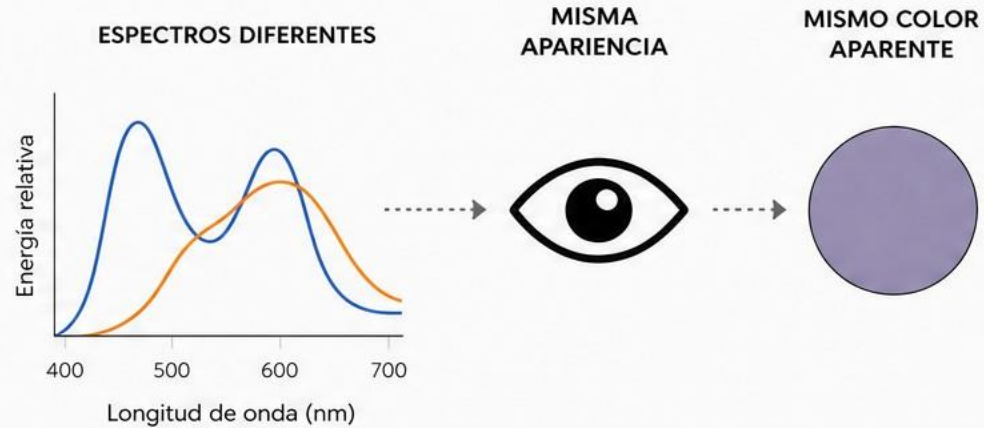
El ángulo de observación cambia  
la **mezcla espacial** de los colores  
y, por tanto, los resultados.

Usar el observador adecuado asegura  
mediciones **consistentes y comparables**  
entre industrias y estándares.

La elección del ángulo **afecta la  
medición e interpretación** del color  
en muestras grandes o pequeñas.

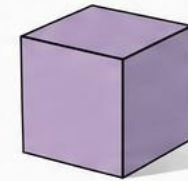
# Metamerismo: cuando dos colores se ven iguales... o no

El metamerismo ocurre cuando dos colores tienen distinta composición espectral pero producen la **misma apariencia** bajo una condición específica.

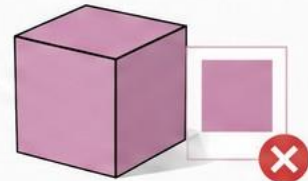


## IMPACTO DIRECTO EN ARTES GRÁFICAS Y EMPAQUES

MUESTRA APROBADA (LUZ DÍA)



MISMO EMPAQUE (OTRA ILUMINACIÓN)

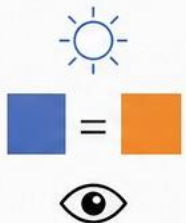


El empaque puede no coincidir con la muestra aprobada cuando cambia la iluminación, el observador o el ángulo de visión.

## 01 METAMERISMO DE ILUMINANTE

Los colores coinciden bajo una fuente de luz, pero cambian bajo otra.

LUZ DÍA (D65)



Coinciden

LUZ ARTIFICIAL (A)



No coinciden

## 02 METAMERISMO DE OBSERVADOR

Distintas personas perciben el mismo color de forma diferente.

OBSERVADOR 1



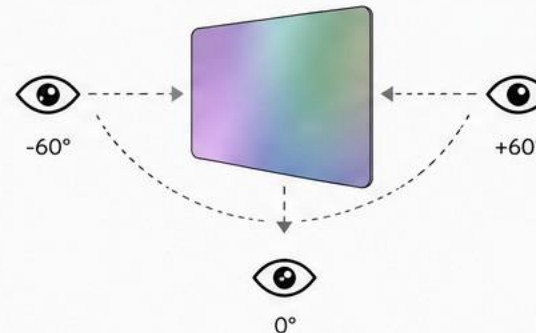
OBSERVADOR 2



Mismo objeto, diferentes percepciones

## 03 METAMERISMO GEOMÉTRICO

El color cambia según el ángulo de observación.



## 04 ¿POR QUÉ IMPORTA?



Asegura consistencia de color en diferentes condiciones.



Evita reprocesos, aprobaciones fallidas y costos innecesarios.



Garantiza que el producto final y el empaque cumplan expectativas del cliente.



Clave en control de calidad, pruebas de impresión y cadenas de suministro globales.

# Las tres propiedades básicas del color

01



## TONO (HUE)

La cualidad que identificamos como "rojo", "azul", "verde", etc.

02



## SATURACIÓN O CROMATICIDAD

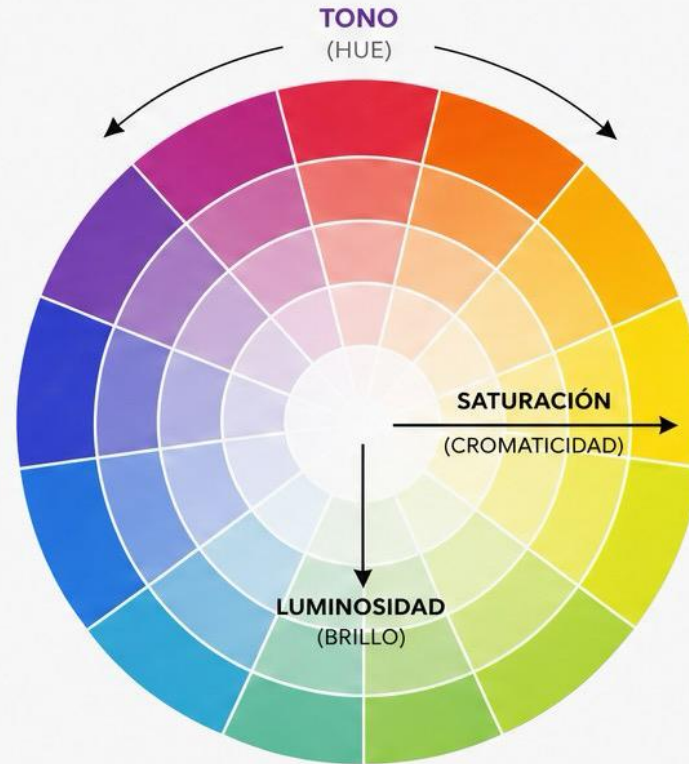
La pureza o intensidad de un color.

03



## LUMINOSIDAD O BRILLO

Qué tan claro u oscuro es un color.



## DE LO VISUAL A LO NUMÉRICO

Estas propiedades visuales se traducen en valores numéricos para su descripción objetiva.



H (tono) = 0° 30° 120° 240° 300°



C (cromaticidad) = 100 75 25 0

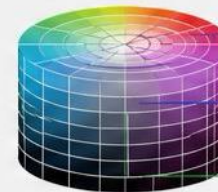


L (luminosidad) = 0 25 75 100



## MODELO TRIDIMENSIONAL DEL COLOR

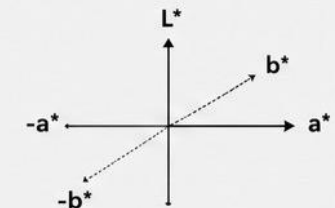
Tono, saturación y luminosidad conforman un espacio tridimensional. Cada color puede ubicarse y comunicarse con precisión numérica.



Tono (Hue)

Saturación (Cromaticidad)

Luminosidad (Brillo)



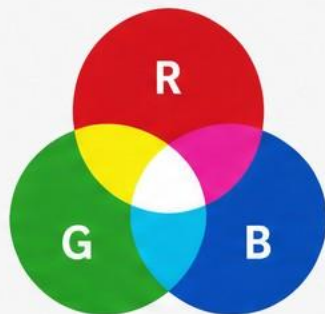
# MODELOS DE COLOR DEPENDIENTES DEL DISPOSITIVO

01

## RGB

Modelo aditivo usado en pantallas.

Basado en luz: rojo, verde y azul.



Emisión de luz  
(pantallas, proyectores)

02

## CMYK

Modelo sustractivo usado en impresión.

Las tintas restan luz: cian, magenta, amarillo y negro (clave).

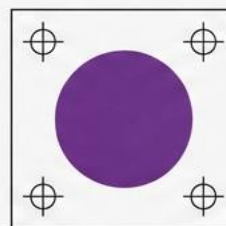


Reflexión de luz  
(impresión en papel)

03

## TINTAS DIRECTAS Y COLORES ESPECIALES (PANTONE®)

Colores premezclados para lograr tonos específicos, mayor precisión y consistencia de marca.

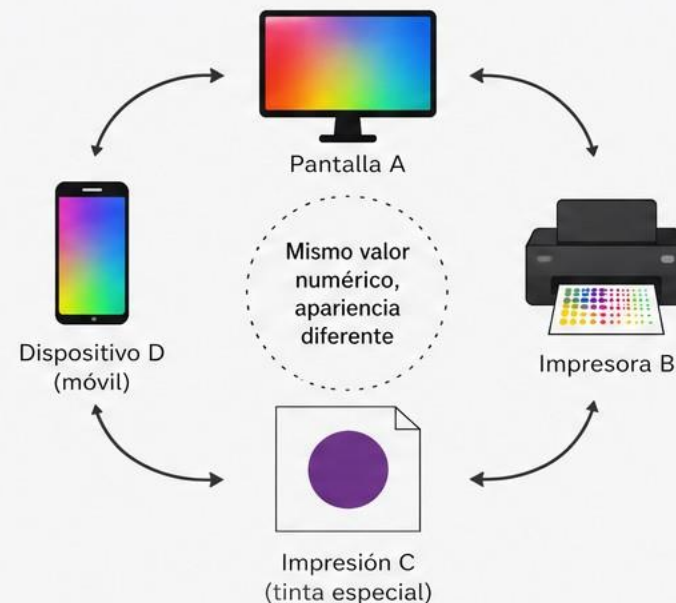


Tinta directa  
(impresión especial)



## ESTOS MODELOS DEPENDEN DEL DISPOSITIVO O PROCESO QUE LOS REPRODUCE

El mismo color numérico puede verse diferente según el equipo, la tinta, el papel o las condiciones de reproducción.

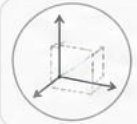
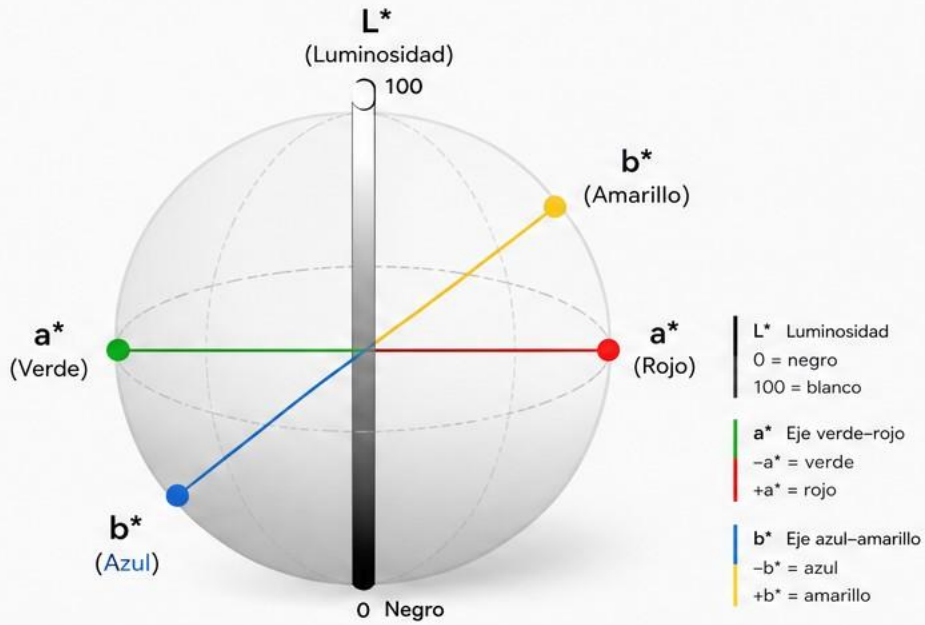


Por eso, estos modelos se consideran **DEPENDIENTES DEL DISPOSITIVO**. En las siguientes secciones conoceremos los modelos independientes de dispositivo (CIE Lab).

# Espacios de color independientes del dispositivo: CIE Lab\* y Lch°

## 01 | CIE Lab\*

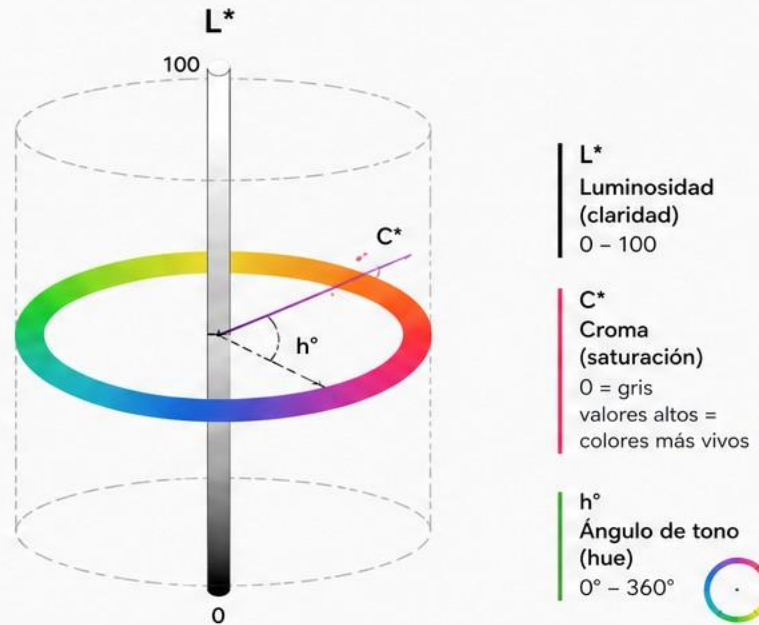
Espacio tridimensional



CIE Lab\* es un espacio de color cartesiano tridimensional diseñado para aproximarse a la percepción visual humana de forma uniforme.

## 02 | CIE Lch°

Luminosidad, croma y ángulo de tono



CIE Lch° transforma Lab\* en coordenadas cilíndricas: facilita comprender la saturación (C\*) y el tono (h°) manteniendo la luminosidad (L\*).

## 03 | Espacios objetivos e independientes del dispositivo



**Independientes del dispositivo**  
Describen el color de forma objetiva, sin depender de un dispositivo específico.



**Comunicación universal del color**  
Permiten un lenguaje común entre diseñadores, pre prensa, impresión y control de calidad.



**Consistencia a lo largo del flujo de trabajo**  
Aseguran decisiones de color coherentes en todas las etapas.



**Base de la gestión del color**  
Fundamento de los perfiles ICC y de la medición y tolerancia de color.



Lab\* y Lch° permiten representar el color de manera uniforme, precisa y universal, más allá de cualquier tecnología o medio de reproducción.



Diseño



Preprensa



Impresión



Control de calidad



Color consistente en todo el flujo



# Modelos vs. espacios de color: la diferencia clave

## MODELOS DEPENDIENTES DEL DISPOSITIVO (RGB, CMYK)

Varían según la pantalla o impresora

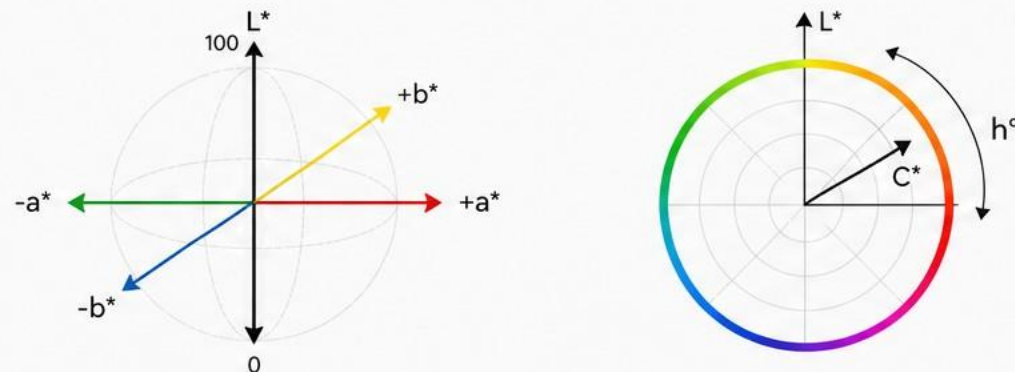


El mismo color numérico se ve diferente en cada dispositivo, perfil o condición de impresión.

VS.

## ESPACIOS INDEPENDIENTES DEL DISPOSITIVO (CIE LAB, LCH)

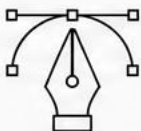
Ofrecen comunicación objetiva del color



Definen el color por cómo lo percibimos, no por cómo lo produce un dispositivo. Son estables y comparables.

## APLICACIONES CLAVE

01



### DISEÑO GRÁFICO

Elección y armonía del color independiente del dispositivo.

02



### PREPrensa

Conversión y gestión de color entre espacios/modelos.

03



### CONTROL DE CALIDAD

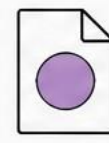
Medición y tolerancias basadas en percepción.

## SIN UN LENGUAJE COMÚN,

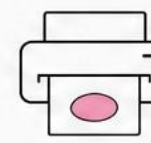
el mismo color puede verse distinto en cada etapa del proceso gráfico.



DISEÑO  
(RGB)



PREPrensa  
(CMYK)



IMPRESIÓN



VISUALIZACIÓN  
(CONDICIONES REALES)

DISTINTA APARIENCIA, MISMO VALOR NUMÉRICO

# Medición instrumental del color



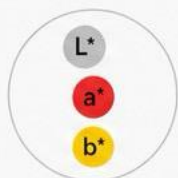
01

La medición instrumental convierte la percepción visual en **datos numéricos objetivos**.



02

Las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  permiten ubicar cualquier color en un espacio tridimensional.



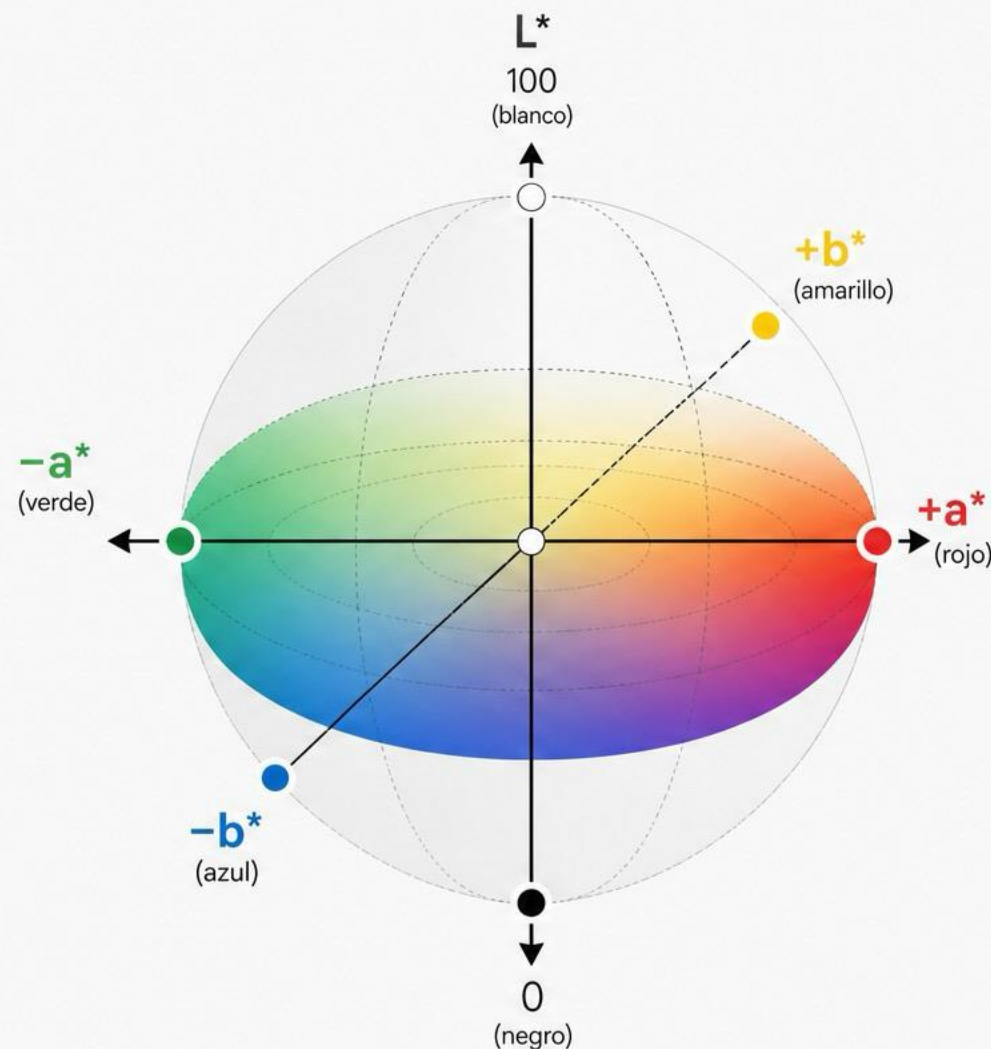
03

$L^*$  representa **luminosidad** (0=negro, 100=blanco)  
 $a^*$  representa el eje **verde-rojo**  
 $b^*$  representa el eje **azul-amarillo**



04

Esta interpretación práctica de los ejes cromáticos es la **base del control de calidad del color**.



## INTERPRETACIÓN PRÁCTICA



# TOLERANCIAS COLORIMÉTRICAS: LOS LÍMITES DE ACEPTACIÓN

01



Una tolerancia de color define el rango aceptable de variación respecto a un color de referencia.

02

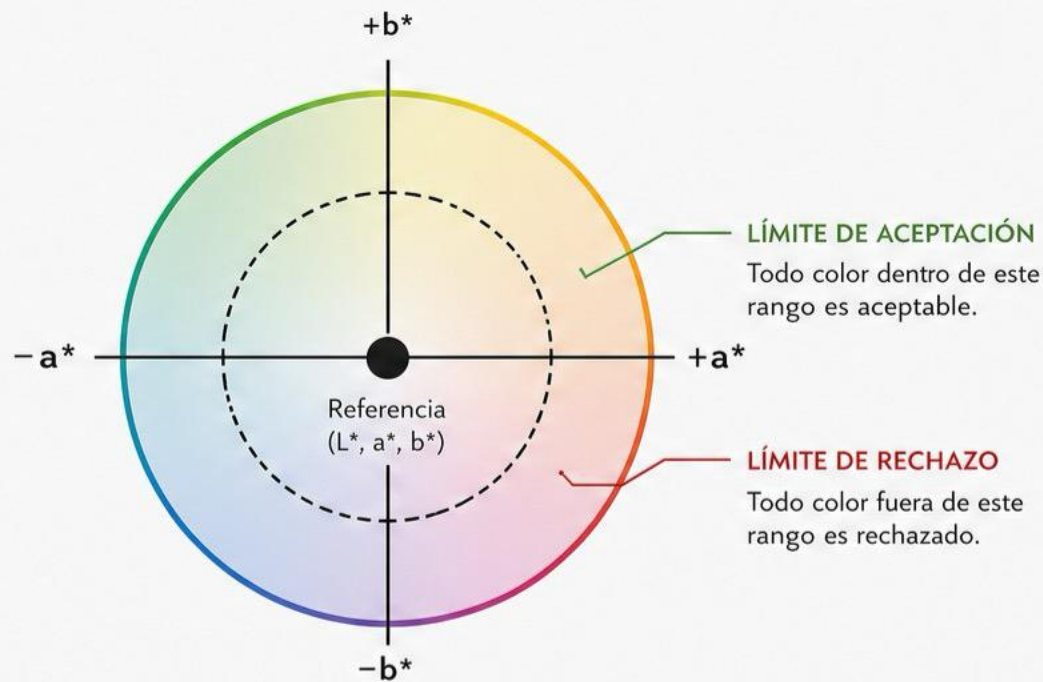


Se establecen límites de aceptación y rechazo para cada trabajo de impresión.

03



Las tolerancias son esenciales para mantener consistencia en producción y calidad entre tirajes.



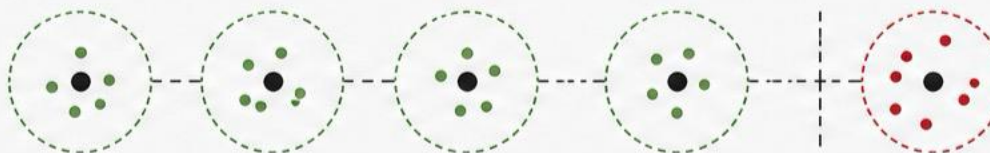
ZONA ACEPTABLE



ZONA DE RECHAZO



CONSISTENCIA ENTRE TIRAJES = CALIDAD CONFIABLE



# Delta E ( $\Delta E$ ): la métrica de la diferencia de color

01



**$\Delta E$  representa la distancia numérica** entre dos colores en un espacio colorimétrico.

02

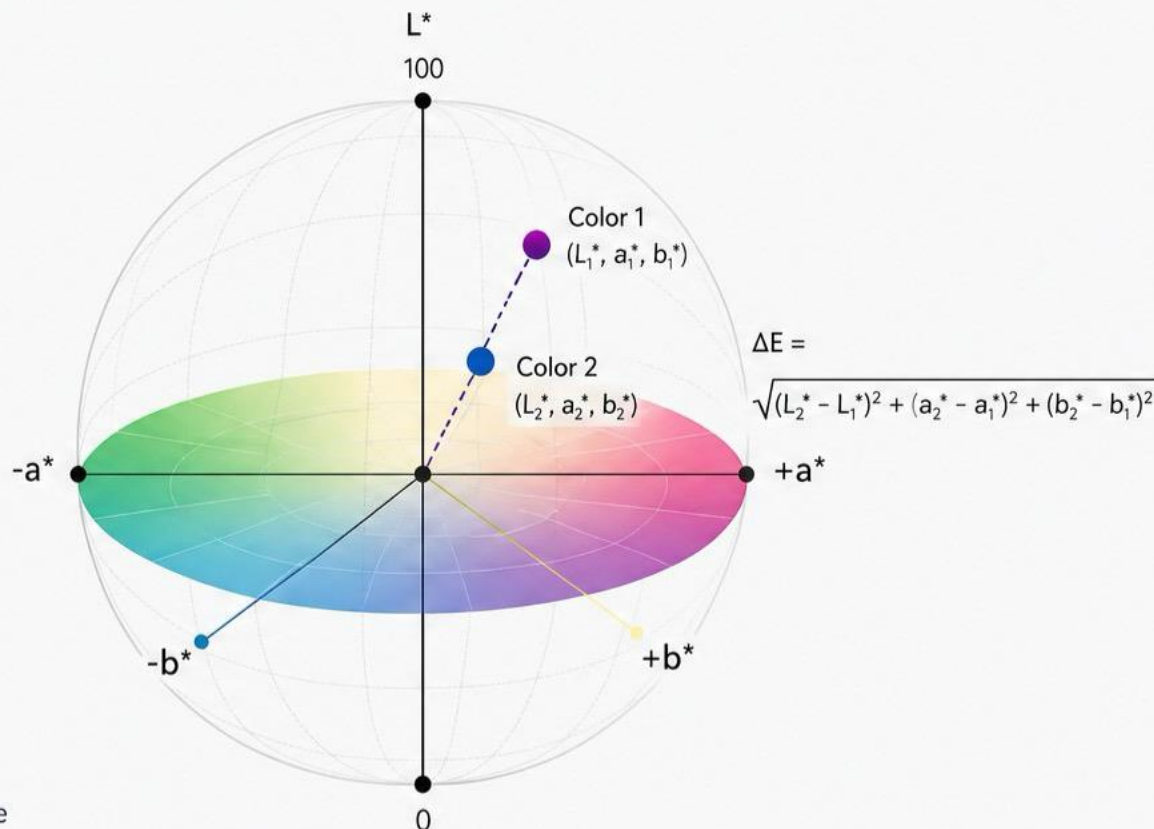


**Cuanto mayor el valor de  $\Delta E$ , mayor la diferencia** perceptible entre los colores.

03



**Valores bajos de  $\Delta E$**  indican colores prácticamente indistinguibles al ojo humano; **valores altos** indican diferencias evidentes.



## Escala de interpretación



**$\Delta E < 1$**   
Diferencia imperceptible



**$1 \leq \Delta E < 2$**   
Diferencia apenas perceptible



**$2 \leq \Delta E < 3.5$**   
Diferencia perceptible



**$3.5 \leq \Delta E < 6$**   
Diferencia claramente visible



**$\Delta E \geq 6$**   
Diferencia muy evidente

Menor  
diferencia

Mayor  
diferencia



$\Delta E$  es la métrica estándar en la gestión del color para evaluar tolerancias, control de calidad y comunicación visual en las artes gráficas.

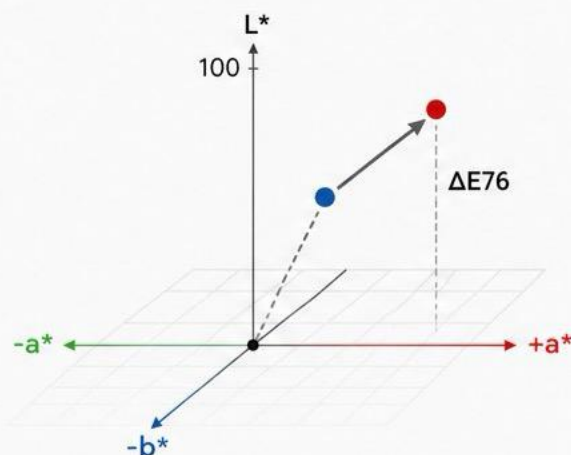


Según el contexto y el observador, el umbral de aceptación puede variar.

# Evolución de las fórmulas de diferencia de color

## 01 | $\Delta E_{76}$ LA PRIMERA FÓRMULA

Basada en la distancia euclidiana simple en el espacio CIE  $L^*a^*b^*$ .

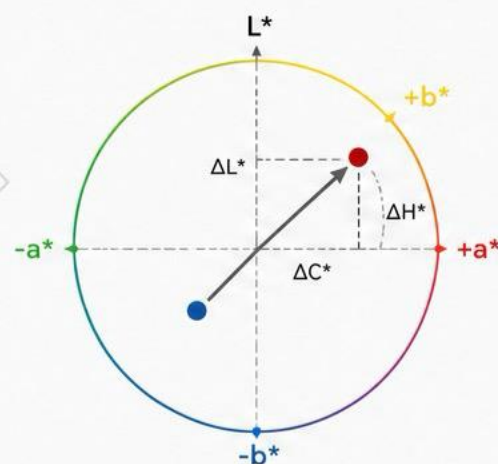


### CLAVE

Geométrica, simple y directa.  
No considera la percepción visual humana.

## 02 | $\Delta E_{CMC}$ INCORPORA PONDERACIONES

Introduce factores de ponderación para el tono y el croma, mejor correlación con la evaluación visual.

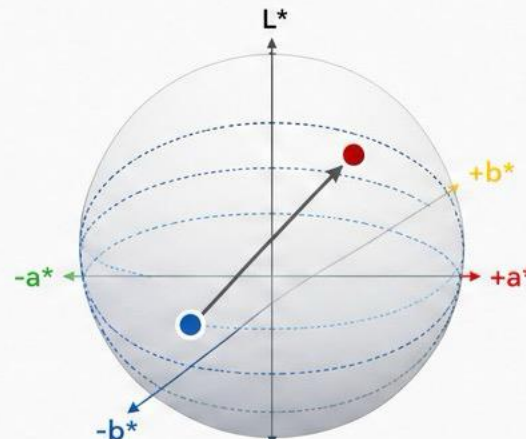


### USO TÍPICO

Textiles e impresión.  
Considera diferencias en importancia del tono y croma.

## 03 | $\Delta E_{94}$ MEJORA LA PONDERACIÓN

Ajusta los factores de ponderación en función de la posición del color en el espacio Lab.

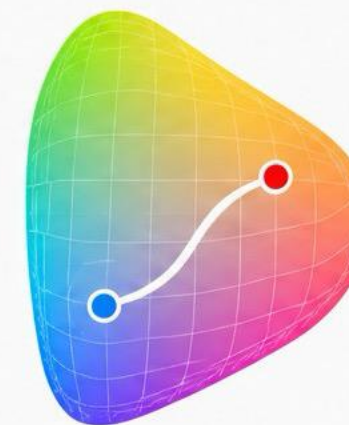


### MEJORA CLAVE

Ponderación dependiente de la posición del color.  
Más precisa que  $\Delta E_{76}$ .

## 04 | $\Delta E_{00}$ CIEDE2000

La fórmula más avanzada y precisa, ajustada a la percepción visual humana.



### ESTÁNDAR ACTUAL

CIEDE2000: el estándar de referencia para control de calidad del color.  
Máxima correlación con la evaluación visual.



Percepción visual humana



Efectos de interacción



Correcciones para tono, croma y gris



Mayor precisión en todo el rango de colores

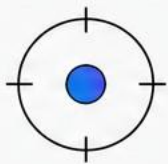
# Comparación entre fórmulas de $\Delta E$ : ventajas y aplicaciones

01



**Cada fórmula tiene ventajas y limitaciones según el contexto de uso.**  
No existe una única métrica ideal para todas las aplicaciones.

02



**$\Delta E76$  es simple pero menos precisa perceptualmente.**  
Útil para evaluaciones rápidas o control interno cuando se requiere simplicidad.

03



**$\Delta E00$  es la más utilizada actualmente en artes gráficas y empaques**  
por su alta correlación con la percepción visual.

04



**La elección de la fórmula impacta directamente en la aceptación o rechazo**  
de un trabajo de impresión.

| ASPECTO                                                                                                                             | $\Delta E76$<br>(CIE1976)                                           | $\Delta E94$<br>(CIE1994)                                                   | $\Delta E00$<br>(CIEDE2000)                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  ENFOQUE                                           | Distancia euclidiana en espacio $L^*a^*b^*$ .                       | Introduce ponderaciones para luz, cromaticidad y matiz.                     | Modelo avanzado que ajusta interacciones y condiciones de observación.             |
|  CORRELACIÓN CON PERCEPCIÓN VISUAL                 | ★☆☆☆☆                                                               | ★★★☆☆                                                                       | ★★★★★                                                                              |
|  COMPLEJIDAD                                       | Baja                                                                | Media                                                                       | Alta                                                                               |
|  APLICACIONES TÍPICAS EN ARTES GRÁFICAS Y EMPAQUES | Pruebas rápidas, validaciones internas, educación.                  | Textiles, plásticos, algunas industrias con tolerancias medias.             | Impresión comercial, empaques, etiquetas, branding, pruebas de color críticas.     |
|  LIMITACIONES                                      | No refleja bien diferencias en azules, grises y saturaciones altas. | Mejora frente a $\Delta E76$ , pero aún presenta desviaciones perceptuales. | Más compleja de calcular, pero ofrece la mejor predicción de la percepción humana. |

## El impacto en la aceptación del trabajo

La métrica elegida define el criterio de tolerancia.



$\Delta E$  dentro de tolerancia (según la fórmula elegida)

ACEPTADO

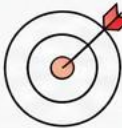


Decisión basada en la percepción del observador y en el estándar aplicado.



$\Delta E$  fuera de tolerancia (según la fórmula elegida)

RECHAZADO



Elegir la fórmula correcta es asegurar consistencia, calidad y satisfacción del cliente.

# Conclusiones

01



**La medición objetiva del color es esencial para garantizar calidad y consistencia en artes gráficas.**

Permite cuantificar, controlar y reproducir el color de manera confiable a lo largo de toda la cadena de producción.

02



**La percepción visual y la medición instrumental deben complementarse, no sustituirse.**

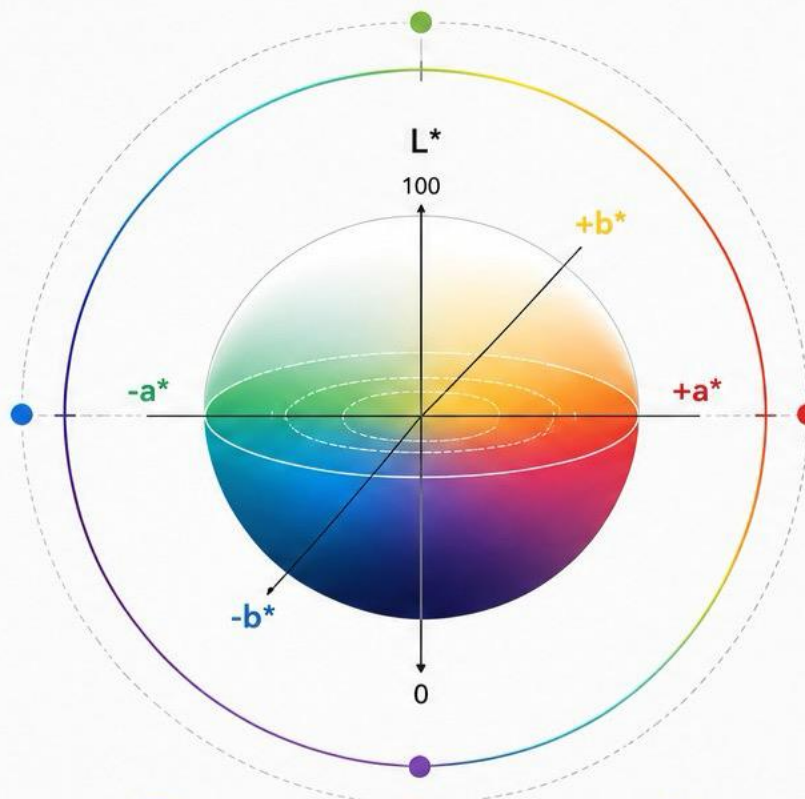
La visión humana interpreta el contexto, la apariencia y las preferencias; la medición aporta precisión, trazabilidad y objetividad.

03



**Los espacios colorimétricos y las tolerancias son herramientas clave en el control de calidad de la industria gráfica.**

Definen, comunican y verifican rangos aceptables para lograr uniformidad y cumplir especificaciones.



Apariencia  
(Percepción)

+



Interpretación  
Visual

=



Decisiones de  
Calidad Confiables

## NORMAS DE REFERENCIA



### ISO 12647-2:2013

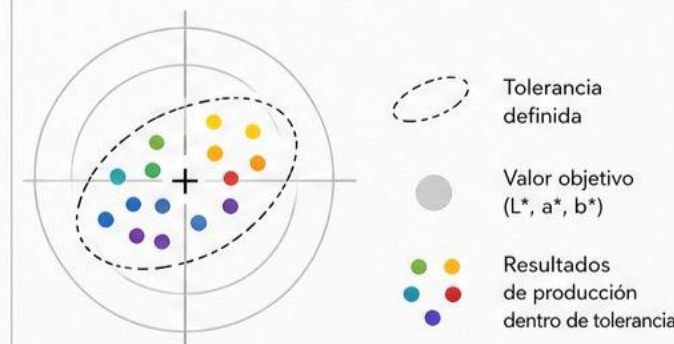
Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints.



### ISO 12647-6:2020

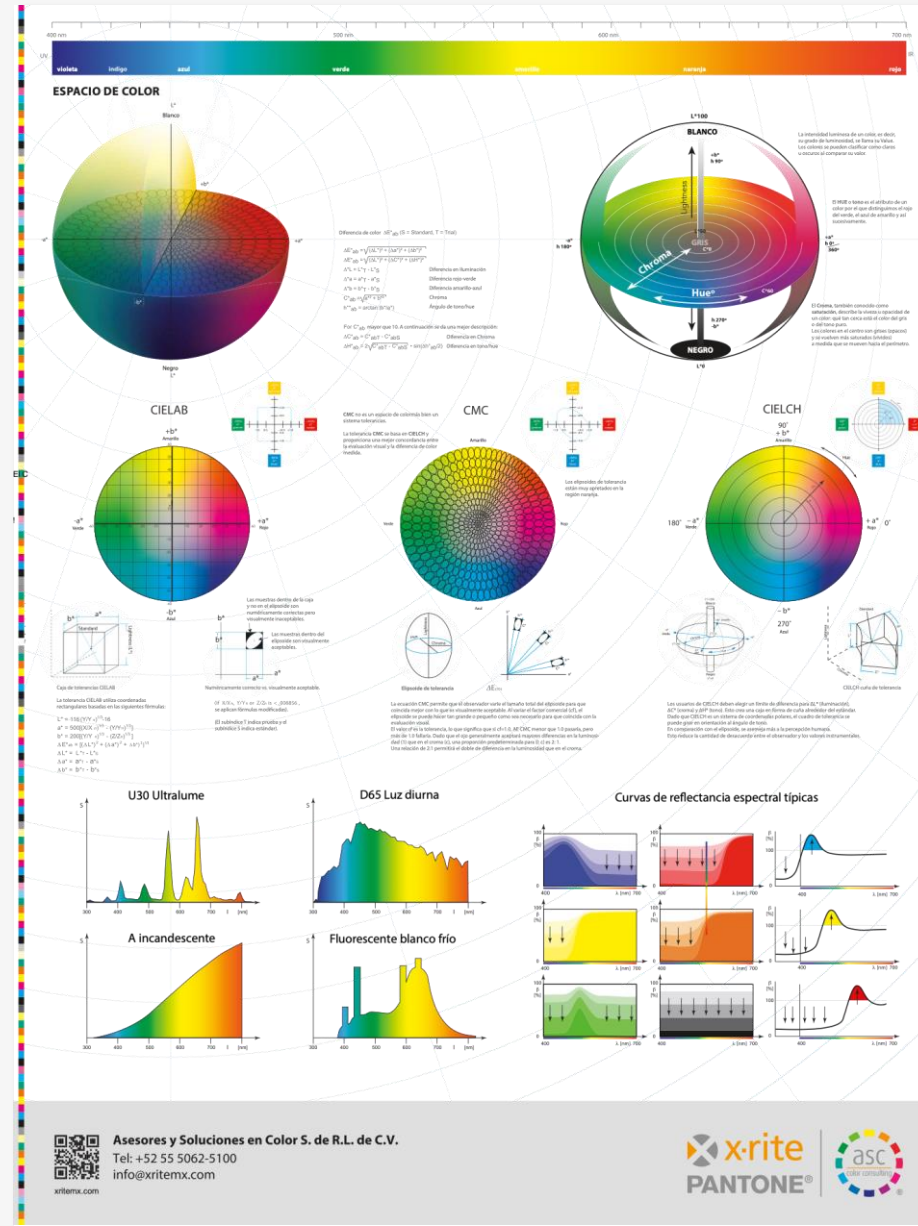
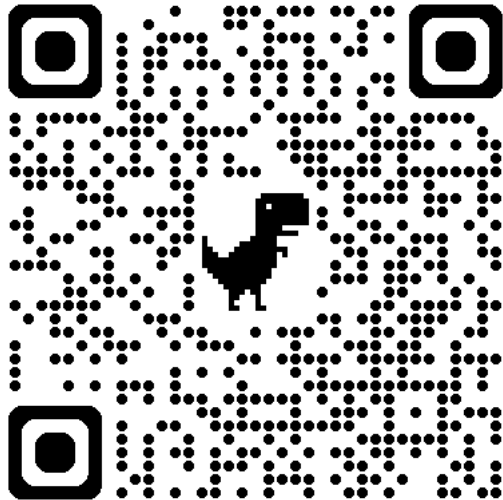
Process control for the production of half-tone colour separations and prints — Flexographic process.

## TOLERANCIAS = CONSISTENCIA



# Una herramienta útil

## Poster de color ¡Descárgalo!



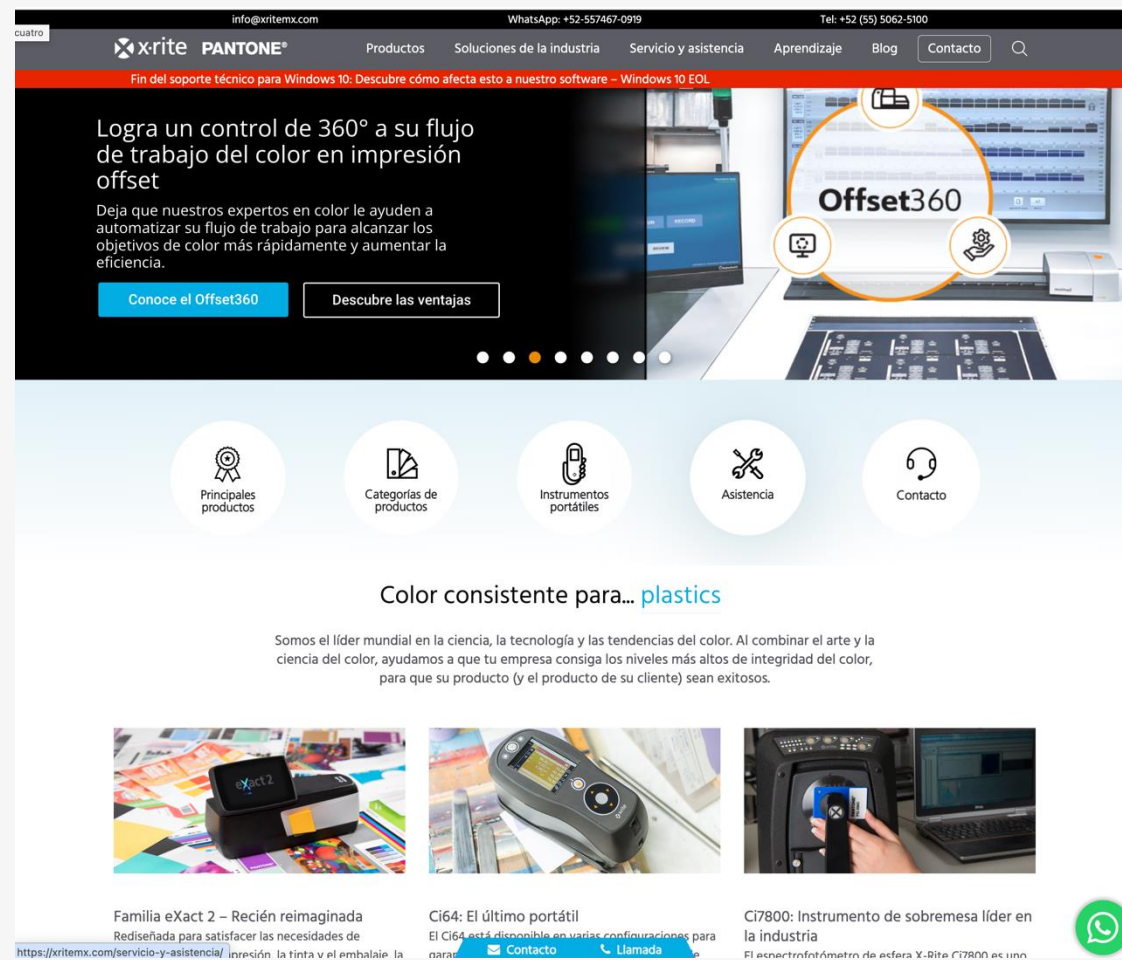
Más en...

[asc-colorconsulting.com](http://asc-colorconsulting.com)

[xritemx.com](http://xritemx.com)

[pantonemx.com](http://pantonemx.com)

[youtube.com/@XRitePantoneASC](https://youtube.com/@XRitePantoneASC)



The screenshot shows the x-rite PANTONE website. The header includes contact information (info@xritemx.com, WhatsApp: +52-557467-0919, Tel: +52 (55) 5062-5100) and navigation links (Productos, Soluciones de la industria, Servicio y asistencia, Aprendizaje, Blog, Contacto). A red banner announces the end of technical support for Windows 10. The main hero section features a large image of a printer and a monitor, with the headline 'Logra un control de 360° a su flujo de trabajo del color en impresión offset' and a sub-headline about automating the workflow. Below this are two buttons: 'Conoce el Offset360' and 'Descubre las ventajas'. A row of five circular icons represents different product categories: Principales productos, Categorías de productos, Instrumentos portátiles, Asistencia, and Contacto. The 'Color consistente para... plastics' section follows, with a paragraph about being a global leader in color science. Below this are three product highlights: 'Familia eXact 2 - Recién reimaginada', 'Ci64: El último portátil', and 'Ci7800: Instrumento de sobremesa líder en la industria'. Each highlight includes a small image and a brief description. A WhatsApp chat icon is visible in the bottom right corner.

info@xritemx.com WhatsApp: +52-557467-0919 Tel: +52 (55) 5062-5100

x-rite PANTONE® Productos Soluciones de la industria Servicio y asistencia Aprendizaje Blog Contacto

Fin del soporte técnico para Windows 10: Descubre cómo afecta esto a nuestro software – Windows 10 EOL

Logra un control de 360° a su flujo de trabajo del color en impresión offset

Deja que nuestros expertos en color le ayuden a automatizar su flujo de trabajo para alcanzar los objetivos de color más rápidamente y aumentar la eficiencia.

Conoce el Offset360 Descubre las ventajas

Offset360

Principales productos Categorías de productos Instrumentos portátiles Asistencia Contacto

Color consistente para... plastics

Somos el líder mundial en la ciencia, la tecnología y las tendencias del color. Al combinar el arte y la ciencia del color, ayudamos a que tu empresa consiga los niveles más altos de integridad del color, para que su producto (y el producto de su cliente) sean exitosos.

Familia eXact 2 - Recién reimaginada  
Rediseñada para satisfacer las necesidades de impresión, la tinta y el embalaje la

Ci64: El último portátil  
El Ci64 está disponible en varias configuraciones para

Ci7800: Instrumento de sobremesa líder en la industria  
El espectrofotómetro de escritorio X-Rite Ci7800 es un

<https://xritemx.com/servicio-y-asistencia/> Contacto Llamada

# Preguntas y discusión



## ESPACIO ABIERTO PARA PREGUNTAS

Este es el momento para resolver dudas, compartir inquietudes y profundizar juntos los temas vistos.



## DISCUTAMOS CASOS PRÁCTICOS

Compartamos experiencias y enfoques sobre el control de color en la industria gráfica. Cada caso nos enriquece.



## DIÁLOGO QUE GENERA VALOR

El intercambio de ideas fortalece nuestro criterio y mejora nuestros resultados en proyectos reales.

