

Introduzione

La percezione del colore

Dieci milioni! Questo è l'impressionante numero di colori che l'occhio umano può distinguere; ragion per cui è davvero umanamente impossibile memorizzarli tanto bene da poterli poi riconoscere singolarmente. D'altronde, in campo industriale, il colore acquista sempre più importanza come criterio di valutazione qualitativa. L'uniformità del colore di un prodotto influenza in modo determinante l'apprezzamento del cliente. Questo concetto assume particolare importanza quando un prodotto si compone di parti dello stesso colore, realizzate in diversi reparti produttivi della medesima azienda, ed è di difficile gestione, a maggior ragione, nel caso in cui, sullo stesso prodotto finale, è coinvolta la produzione di più fornitori. Ma, al di là di tutto, il colore, alla fine del processo produttivo, deve risultare uniforme. Il giudizio visivo del colore è influenzato dalla percezione individuale dei colori, differente da persona a persona (stato d'animo, età ecc.) e dipendente da numerosi fattori esterni, ad esempio, la luminosità dell'ambiente. E', inoltre, decisamente difficile descrivere e documentare a parole la percezione di un colore, o le differenze tra due colori!

Solo l'utilizzo di strumenti per la misura oggettiva del colore, basata su sistemi di lettura regolati da normative internazionali, può assicurarci risultati precisi.

In tal modo si assicura una descrizione obiettiva degli oggetti colorati. La percezione del colore dipende dall'interazione di tre elementi:

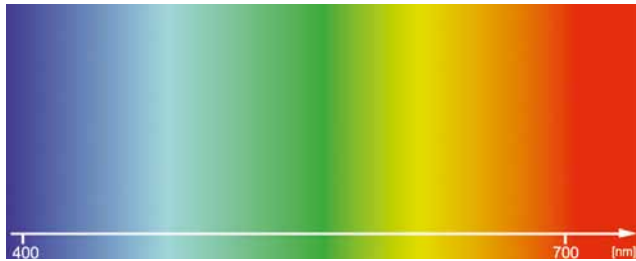


COLORI PASTELLO



Sorgente luminosa

I colori si modificano in relazione all'illuminazione. Pertanto è necessario definire le sorgenti luminose utilizzate. Una sorgente luminosa adatta alla misurazione del colore deve emettere continuamente energia su tutto lo spettro visibile (da 400 fino a 700 nm).



Luce bianca diurna scomposta nei colori dello spettro (ad es. arcobaleno)

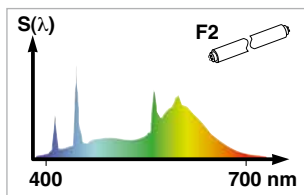
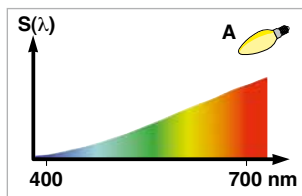
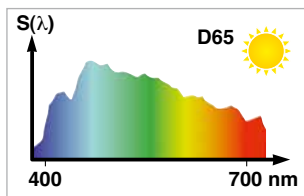
La CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) standardizzò le fonti luminose tramite la quantità di energia emessa per ogni lunghezza d'onda (= distribuzione relativa spettrale dell'energia).

Tra le illuminanti standard più importanti:

Luce diurna D65, C

Luce di lampada ad incandescenza A

Tubi fluorescenti F2, F11



Osservatore

Senza un osservatore non è possibile la percezione del colore. La luce riflessa da un oggetto colorato colpisce, attraverso "la lente" dell'occhio umano, la retina, dove sono situati tre tipi di ricettori sensibili alla luce: il primo reagisce alla luce rossa, il secondo alla luce verde, il terzo alla luce blu. L'insieme di tutte le percezioni provoca nel cervello l'impressione del colore.

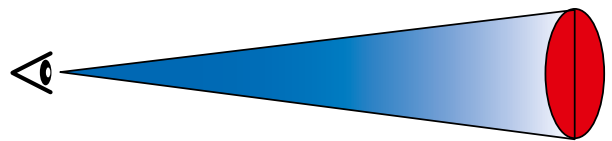
La CIE ha eseguito, nel 1931 e nel 1964, dei test sistematici per determinare la sensibilità dei ricettori. Sulla base dei risultati ottenuti, sono stati standardizzati gli osservatori a 2° e a 10°, che rappresentano rispettivamente un campo visivo stretto ed uno ampio.

Osservatori

Osservatore standard 2°



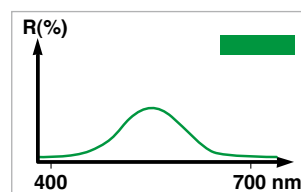
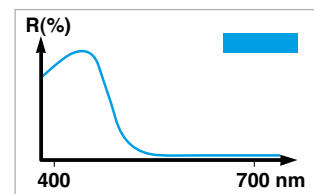
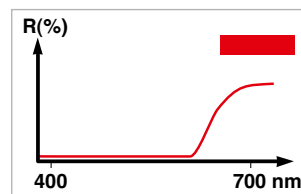
Osservatore standard 10°



L'occhio umano, quando osserva un oggetto, comprende nella sua visuale una superficie ampia, il che concorda con le caratteristiche dell'osservatore standard a 10°.

Oggetto

Sorgente luminosa e osservatore sono impostati secondo le norme della CIE e le funzioni spettrali sono memorizzate nello spettrofotometro. Le caratteristiche ottiche dell'oggetto sono le uniche variabili da determinarsi attraverso la misurazione. I moderni strumenti per la misura del colore leggono, in percentuale, la quantità di luce riflessa da un oggetto colorato ad ogni lunghezza d'onda e i valori risultanti sono denominati dati spettrali. Per esempio, un oggetto nero non rifletterà alcuna luce su tutto lo spettro (0% di riflessione), mentre una superficie di bianchezza ideale rifletterà quasi completamente la luce (100% di riflessione). Tutti gli altri colori riflettono la luce solo in determinate sezioni dello spettro. Quindi, ogni colore ha una propria curva spettrale – per così dire una specie di "impronta digitale" del colore. I grafici di seguito riportati rappresentano le curve spettrali tipiche per i colori rosso, blu e verde.

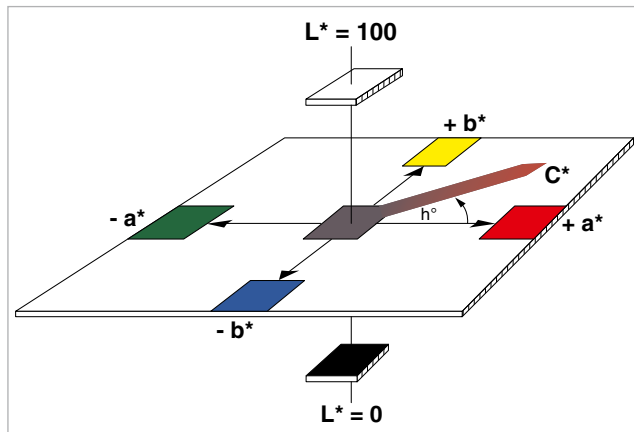


Sistemi colorimetrici

I sistemi colorimetrici combinano le informazioni di tre elementi:

- Fonte luminosa
- Osservatore
- Oggetto

Costituiscono lo strumento che ci permette di descrivere e di documentare i colori e le relative differenze cromatiche. Il sistema raccomandato dalla CIE, e attualmente più largamente utilizzato, è il CIELab.



Consiste in due assi a^* e b^* , che si incontrano perpendicolarmente e rappresentano la dimensione della tonalità di colore. Il terzo asse, perpendicolare al piano a^*b^* , indica la luminosità L^* . Nel suddetto sistema è possibile determinare ogni colore tramite le coordinate L^* , a^* , b^* . In alternativa si utilizzano i parametri L^* , C^* , h° . C^* (Chroma) rappresenta l'intensità, o saturazione del colore; l'angolo h° è un altro termine d'espressione del tono effettivo di colore.

Per offrire un colore sempre costante, si deve impostare uno standard, con il quale confrontare continuamente la produzione (tipica è la situazione cliente / fornitore). In tali circostanze perciò, il colore si comunica in termini di differenze, piuttosto che in valori assoluti.

Di norma, per rappresentare gli scostamenti di colore, si considera la differenza cromatica complessiva ΔE^* .

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

Due coppie di campioni possono avere lo stesso valore di ΔE^* ed apparire completamente diverse:



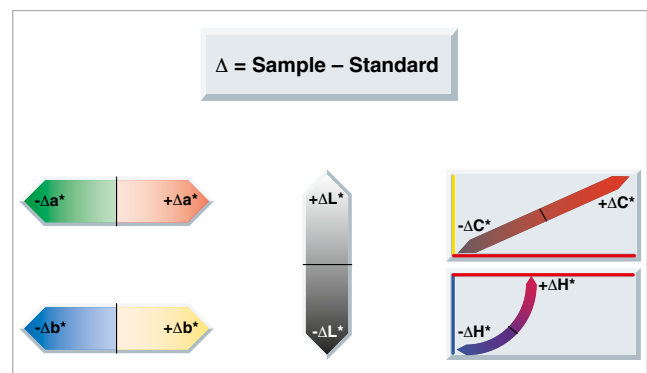
Coppia di campioni 1

Coppia di campioni 2

	Coppia di campioni 1	Coppia di campioni 2
ΔL^*	0,57	0,0
Δa^*	0,57	0,0
Δb^*	0,57	1,0
ΔE^*	1,0	1,0

Per stabilire lo scostamento di colore effettivo, si dovranno considerare singolarmente le componenti colorimetriche ΔL^* , Δa^* , Δb^* oppure ΔL^* , ΔC^* , ΔH^* .

Le differenze verranno calcolate e interpretate come di seguito riportato:



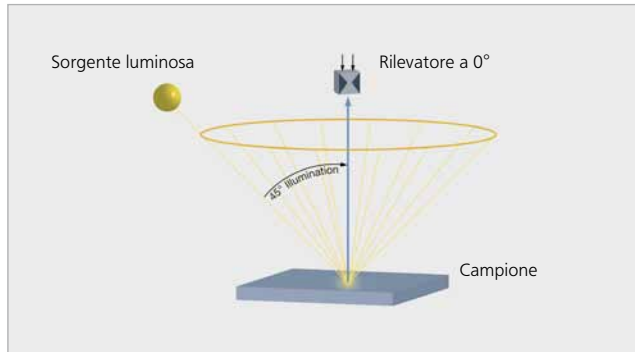
Il cliente ed il fornitore dovranno concordare le differenze cromatiche ammesse. Tali tolleranze dipenderanno dalle esigenze specifiche e dalle tecnologie disponibili.

Strumenti per la misura del colore

In campo industriale sono impiegate due classi di strumenti per la misurazione del colore: con geometria 45/0 e sfera.

Controlla il colore come lo vedi

La geometria 45/0 utilizza un'illuminazione circonferenziale, con angolo di 45°, e un rilevamento a 0° perpendicolare al piano del campione. L'illuminazione circonferenziale è essenziale per ottenere misure ripetibili su superfici direzionali o strutturate.



Tale geometria analizza il colore esattamente come nelle normali condizioni umane di valutazione. Ad esempio, quando leggiamo una rivista dalle pagine lucide, cerchiamo di mantenerla in una posizione tale da non farci abbagliare dal riflesso della carta. Quando confrontiamo un oggetto ad alto gloss con un campione che ha la stessa pigmentazione, ma è opaco o di superficie goffrata, il nostro occhio percepisce l'oggetto ad alto gloss come più scuro.

Questo è esattamente ciò che uno strumento a 45/0 misura:

differenze di gloss / struttura → differenze cromatiche

Su placchette di interni di automobili, si può avere una differenza tra le due parti strutturate anche di $\Delta E^* = 3$

Per le seguenti applicazioni la corrispondenza con la percezione visiva è particolarmente importante:

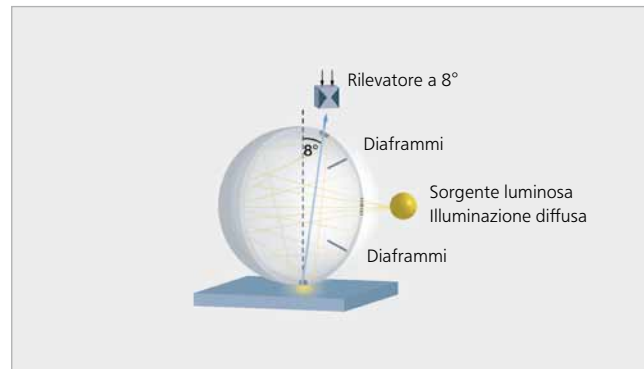
- Comparazione di diversi lotti di produzione
- Uniformità del colore di prodotti multi-componenti, anche di diverso materiale.



Esempio: placchetta per interni di automobili – un materiale con strutture diverse.

Controlla il tono

La geometria a sfera illumina il campione con luce diffusa all'interno di una sfera, rivestita con un particolare strato di materiale bianco. Dispositivi appositi all'interno della sfera impediscono alla luce di illuminare direttamente la superficie del campione. La misurazione è effettuata con angolo di lettura posto ad 8°.



Uno strumento di misurazione a sfera può operare in due differenti condizioni di misurazione:

Specularità inclusa (spin) e Specularità esclusa (spex)

In modalità "spin" viene misurata la totalità della luce riflessa: riflessione diffusa (colore) + riflessione speculare (gloss)

Il colore viene misurato indipendentemente dal gloss e dalla struttura della superficie del campione.

Differenze di gloss / struttura ✨ differenze cromatiche

Su placchette di interni di automobili, si avrà una differenza tra le due parti strutturate di $\Delta E^* = 0$

La modalità "spin" è particolarmente adatta per l'utilizzo nelle seguenti applicazioni:

- Quando l'intensità di colore dipende dal tempo di dispersione
- Quando agenti atmosferici e temperatura influenzano il colore
- Nella formulazione del colore

In modalità "spex", un dispositivo per la cattura del gloss assorbe la luce riflessa specularmente (gloss). Tale configurazione simula la geometria 45/0. Tuttavia, nel caso di superfici a medio gloss o opache, si presentano delle variazioni tra la geometria 45/0 e quella a sfera in modalità "spex", in quanto il dispositivo per l'assorbimento del gloss non esclude del tutto la componente speculare.

Riepilogo

Solo misurazioni effettuate alle stesse condizioni sono comparabili. Pertanto, è necessario che un report di misurazione del colore contenga le seguenti informazioni:

- Strumento di misurazione (geometria)
- Illuminante / osservatore
- Sistema colorimetrico
- Preparazione dei campioni

BYK-Gardner offre una gamma completa di soluzioni per la misura e il controllo oggettivi del colore – spettrofotometri da laboratorio e portatili.