

1. Introduzione

La definizione del colore della superficie di un prodotto finito di una lega d'oro è in genere molto difficile, ed ha senso solo se riferita ad una serie di campioni presi come termine di paragone. L'organizzazione svizzera "Normes Industrielles de l'Horlogerie Suisse" per prima stabilì nel 1966 una serie di composizioni standard di oro legato 18 K denominate con i codici 2N, 3N, 4N, 5N. Di seguito anche l'industria orafa francese e tedesca (con qualche modifica) si sono adeguate a questi standard fino alla produzione della Normativa Europea EN 28654. Tale normativa è l'adozione della ISO 8654.

2. Breve descrizione Normativa EN 28654

Scopo e campo di applicazione

La normativa in esame ha lo scopo di definire dei colori in un numero limitato facendo riferimento alle denominazioni date senza dover riferirsi ad un campione del colore desiderato. Tale normativa è applicabile all'oreficeria, alle casse per orologi ed accessori fabbricati in lega d'oro, così come alle casse di orologi ed accessori rivestiti in lega d'oro.

Nella pratica comune è molto recepita nella produzione di casse per orologi ed accessori ed affini piuttosto che in oreficeria.

Definizione

Colore della lega d'oro: spazio cromatico tridimensionale rappresentato dalle coordinate cromatiche x ed y e dalla riflessione ρ , in accordo con CIE pubblicazione n°15.

Il modello colorimetrico CIE è stato proposto nel 1931 dalla Commissione Internazionale d'Eclairage. Tale modello rappresenta tutti e soli i colori che l'occhio umano può vedere ed è illustrato nella figura seguente

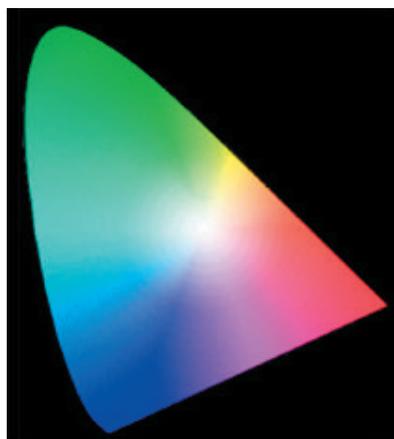


Figura 1 - Diagramma di cromaticità CIE 1931

Questo diagramma di cromaticità è bidimensionale: al centro c'è il bianco e lungo la parte curva del perimetro ci sono i colori saturi dello spettro luminoso (in senso antiorario rosso, giallo, verde, blu, viola). I colori centrali sono insaturi (il bianco il più insaturo di tutti) e i colori periferici sono saturi. Il diagramma rappresenta quindi le tinte (lungo il perimetro) e le saturazioni (dal perimetro verso il centro). Ogni colore è rappresentato da un punto all'interno dell'area a ferro di cavallo. L'intera area è compresa in un sistema di coordinate cartesiane x, y come indicato in figura 2.

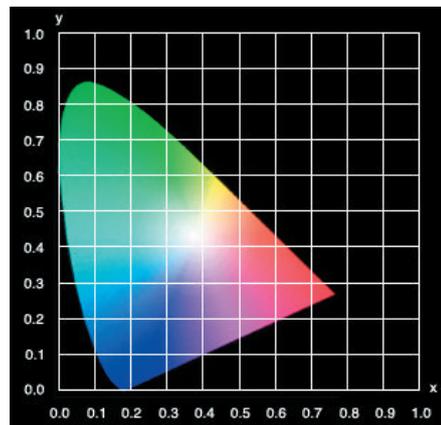


Figura 2-Coordinate x, y nello spazio cromatico CIE 1931

Entrambe le coordinate x e y assumono valori da 0 a 1. Non a tutte le coppie di coordinate in questo intervallo corrisponde un colore, ma ad ogni colore corrisponde una coppia di coordinate x e y. Non è ancora stata considerata la luminosità dei colori, che può essere introdotta aggiungendo una terza dimensione al diagramma appena visto. Infatti il diagramma di cromaticità CIE 1931 è solo una “fetta” di uno spazio più completo, lo spazio dei colori CIE 1931 al quale si assegnano le coordinate XYZ. Questo spazio ha la forma indicata in fig.3

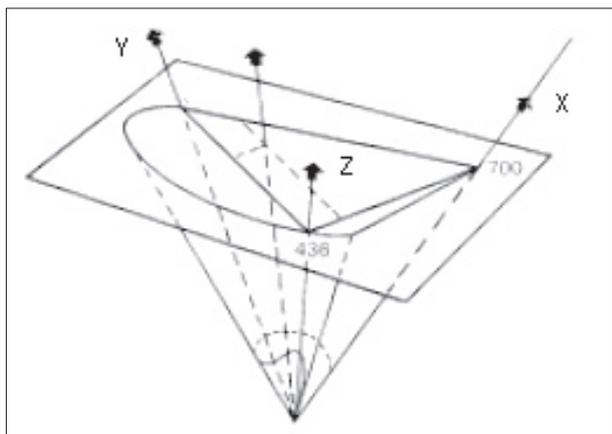


Figura 3-Lo spazio XYZ. La sua proiezione su un piano è un diagramma di cromaticità xy

La coordinata Y dello spazio XYZ, per come questo spazio è costruito, esprime la luminosità del colore considerato.

E' possibile inoltre considerare un altro sistema di coordinate: lo spazio xyY, ottenuto aggiungendo la terza dimensione al diagramma xy, cioè la coordinata Y.

Un'importante proprietà del diagramma di cromaticità CIE 1931 è che mescolando additivamente 2 colori (rappresentati sul diagramma da 2 punti) si ottengono, variando le proporzioni dei 2 colori iniziali, tutti i colori che stanno sul segmento che unisce i 2 punti. In altre parole le mescolanze additive di 2 colori stanno su un segmento retto. Da questo deriva che mescolando additivamente 3 colori, rappresentati dal diagramma da 3 punti, si ottengono tutti i colori che stanno all'interno del triangolo di cui i 3 punti sono i vertici.

Disponendo i 3 vertici equidistanti sul perimetro, è evidente che con 3 colori ben sistemati si possono generare, anche se non tutti, gran parte degli altri colori. Questo è il principio tricromatico.

3. Gamma dei colori e designazione

I campioni devono essere preparati in modo tale che il colore della superficie di ciascun campione sia in accordo con le coordinate cromatiche della tabella 1

Tabella 1

Designazione del colore	x	Nominale y	p	x	Tolleranze y	p
0N	0,3383	0,3662	0,90	0,3345	0,3644	0,90
(giallo verde)				0,3404	0,3740	+0,01
				0,3456	0,3725	-0,08
				0,3386	0,3633	
1N	0,3526	0,3700	0,82	0,3486	0,3685	0,82
(giallo pallido)				0,3527	0,3730	+0,01
				0,3557	0,3717	-0,08
				0,3513	0,3674	
2N	0,3590	0,3766	0,82	0,3558	0,3764	0,82
(giallo chiaro)				0,3600	0,3810	+0,01
				0,3635	0,3795	-0,08
				0,3590	0,3750	
3N	0,3601	0,3729	0,79	0,3578	0,3724	0,79
(giallo)				0,3623	0,3767	+0,01
				0,3663	0,3748	-0,05
				0,3614	0,3707	
4N	0,3612	0,3659	0,76	0,3577	0,3660	0,76
(rosa)				0,3626	0,3701	+0,01
				0,3663	0,3682	-0,05
				0,3610	0,3644	
5N	0,3591	0,3604	0,74	0,3555	0,3591	0,74
(rosso)				0,3621	0,3638	+0,01
				0,3660	0,3616	-0,05
				0,3589	0,3572	

Da notare che la norma prevede la designazione del colore mediante coordinate cromatiche e non mediante la composizione chimica della lega

E' da notare in un'appendice (dove si specifica che non è parte integrante della norma) ed a titolo esclusivamente informativo viene riportato un prospetto delle composizioni chimiche approssimative delle leghe che dovrebbero essere utilizzati come campioni di colore di riferimento

Tabella 2

Designazione del colore	Composizione chimica [%]		
	Au	Ag	Cu
0N	585	300 a 340	
1N	585	240 a 265	Parte
2N	750	150 a 160	
3N	750	120 a 130	Rimanente
4N	750	85 a 95	
5N	750	45 a 55	

La norma stabilisce il principio che la designazione del colore risulta essere definita dalle coordinate cromatiche e non dalla composizione della lega. Ciò è corretto in quanto è il colore della superficie che si osserva.

Infatti in un prodotto finito sono molte le variabili che vanno a determinarne il colore superficiale:

- trattamenti di finitura superficiale, che possono essere svariati, sia di natura chimica (elettrodeposizione di vari tipi (flask, a spessore, a colore ecc...)), che fisica (lucidato, satinato, sabbato ecc...);

- trattamenti metallurgici per ottenere l'oggetto (ricotture eseguite in varie condizioni seguite o meno da trattamenti di decapaggio), stato finale

ricotto o incrudito, oppure oggetti da microfusione;

Infatti, almeno per alcune leghe, il colore cambia con la deformazione applicata. Ad esempio le leghe binarie Oro-Argento (con contenuto di Oro dal 58,5 al 75%) presentano un colore bianco verdastro dopo ricottura, mentre dopo essere stata deformata risulta avere un colore giallo, giallo-verde. Mentre per le leghe ternarie Oro-Argento-Rame apparentemente non si ha questo fenomeno di variazione del colore dopo aver subito una deformazione plastica, se non per particolari composizioni. Ad esempio la lega con 52Au-22Ag-26Cu passa da un bianco rossastro a un bianco giallognolo dopo deformazione, la lega 55Au-28Ag-17Cu da un bianco ad un giallo-verde, la lega 58Au-32Ag-10Cu da un verde sbiadito ad un verde giallognolo.

-trattamenti chimici di vuotatura;

-corrosione nel tempo (tarnishing, sudore,ecc...)

per cui non è possibile definire il colore di una lega mediante la composizione chimica se non nei campioni utilizzati come standard

4. Apparecchiatura

Si deve utilizzare uno spettrofotometro con sfera d'Ulbricht. La fonte luminosa deve fornire una distribuzione spettrale simile a quelle della luce normalizzata D 65 (luce diurna, una delle sorgenti luminose standard della serie "D", introdotta nel 1963 da CIE) secondo CIE pubblicazione n°15. La standardizzazione delle sorgenti luminose è stata effettuata per consentire di definire le sorgenti luminose di luce artificiale usate nell'industria per valutare i colori.

Infatti il colore di un oggetto dipende da 3 fattori:

1. La sorgente di luce (illuminazione)
2. L'oggetto stesso (la sua riflessione)
3. L'osservatore dell'oggetto (metodo di acquisizione)

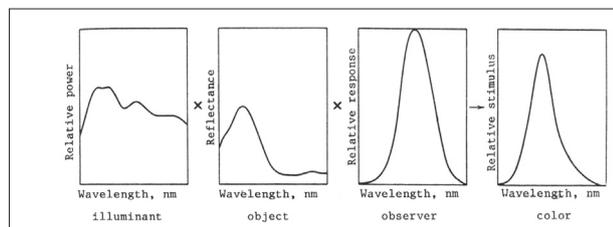


Figura 4-Fattori che determinano il colore

Per capire l'importanza della sorgente della luce basta pensare che al buio un oggetto non ha colore. Sappiamo pure che la luce naturale del sole produce i colori dell'arcobaleno, ma se noi variamo la distribuzione spettrale (intensità di colore) di questa sorgente di luce il colore dell'oggetto os-

servato cambia.

Il colore di un oggetto è indipendente dalla sua forma ma dipende fortemente dallo stato della sua superficie, come già visto precedentemente.

Normalmente il modo con cui vediamo un colore viene influenzato da diversi fattori, che possono essere raggruppati in fattori psicologici/emozionali, fisiologici e ambientali.

I fattori psicologici/emozionali riguardano il modo in cui una persona reagisce, o meglio interpreta un certo colore (ad esempio è risaputo che il verde e il blu hanno un effetto rilassante).

I fattori fisiologici riguardano il modo in cui i recettori presenti nei nostri occhi (i coni) producono i segnali che, giunti al cervello, determinano le sensazioni ai colori. Il comportamento di tali sensori varia da individuo a individuo; tal volta possono esserci dei malfunzionamenti che portano all'incapacità di distinguere alcuni colori.

I fattori ambientali sono legati alla luce e ai colori del luogo in cui un colore viene visto.

Pertanto si capisce perché la normativa specifici nei minimi particolari il tipo di apparecchiatura da utilizzare.

5. Conclusioni

L'industria orafa ha a disposizione una vasta gamma di leghe d'oro che permettono di ottenere un'elevata varietà di colori del prodotto finito. Senza contare che per tipologie di lavorazione sono utilizzate leghe per poter ottenere un prodotto finale della migliore qualità possibile. Questo per dire che il colore del prodotto è una caratteristica importante ma attualmente una troppo elevata varietà di colori della superficie finita è offerta al pubblico, ed alcuni di questi colori differiscono solo leggermente l'uno dall'altro.

E' da tener presente inoltre che non è possibile standardizzare il gusto. Basta tenere in considerazione la variazione del gradimento del colore in funzione delle aree geografiche.

(es.: Rosso in Russia, Giallo carico/caldo paesi asiatici, tendente al puro, in Italia giallo chiaro, brillante, senza entrare nei dettagli).

Una prassi comune è di richiedere lo stesso colore di un campione.

Se tale campione è una lastra lucida si può sufficientemente riprodurre determinandone la composizione.

Per oggetto finito a volte può non essere sufficiente determinare la composizione ma influisce molto lo stato superficiale.

Molto spesso viene chiesto lo stesso colore per diverse carature. Se si passa da basse carature (9-10k) a un 14 K è possibile avvicinarsi di molto al colore richiesto. Anche il passaggio 14 a 18 K è fattibile anche se la differenza tra i colori è già

più marcata. La cosa che risulta molto difficile è riprodurre il colore dell'oro puro (o a titolo molto elevato) con un 18k.

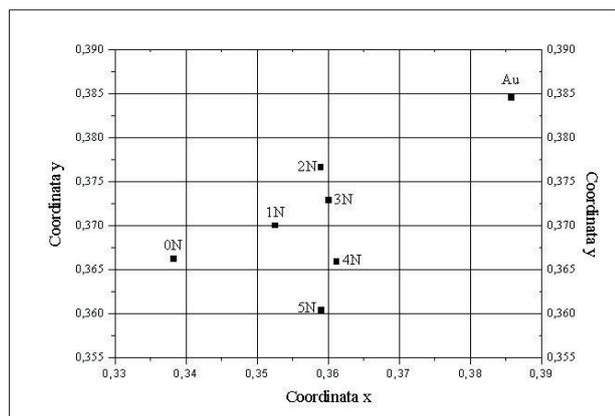


Figura 5-Valori delle coordinate CIE x e y degli standard di riferimento

E' necessario precisare che in natura solo 2 metalli sono dotati di colore: l'oro e il rame, e il colore delle leghe d'oro è il risultato della modifica dei colori di base di questi 2 metalli.

6. Altri lavori in merito

Un altro spazio colore che, come lo spazio XYZ, rappresenta tutti i colori che l'occhio umano può vedere è lo spazio CIELab. CIELab è un sistema matematico che usa 3 variabili, L^* , a^* e b^* . La variabile L^* rappresenta la luminosità (quando L^* è 0 rappresenta il nero, quando L^* vale 100 rappresenta il bianco). La variabile a^* rappresenta la componente di colore che va dal rosso al verde (completamente rosso quando $a^*=100$, completamente verde quando $a^*=-100$). La variabile b^* rappresenta la componente di colore che va dal giallo al blu ($b^*=100$ rappresenta il giallo, $b^*=-100$ il blu).

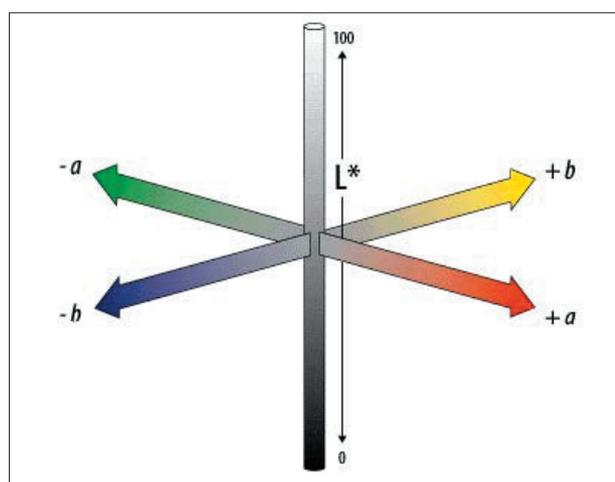


Figura 6-Lo spazio colore CIELab

Questo sistema facilita la misura della differenza tra 2 colori (risulta essere più intuitivo). Siano

L_1^* , a_1^* , b_1^* le coordinate cromatiche del primo colore e L_2^* , a_2^* , b_2^* le coordinate cromatiche del secondo colore. La differenza tra questi due colori può essere calcolata come $DE^*=[(L_2^*-L_1^*)^2+(a_2^*-a_1^*)^2+(b_2^*-b_1^*)^2]^{1/2}$ cioè come distanza tra i due punti corrispondenti.

Il primo lavoro di misura del colore con il sistema CIELab è stato fatto da German e collaboratori nel 1980. Nel loro lavoro hanno determinato (e disegnato) le curve con i valori costanti da L^* , a^* e b^* di un sistema ternario Au-Ag-Cu. Purtroppo questo lavoro copre una parte molto piccola di composizioni utilizzate nell'industria del gioiello (viene usato molto anche lo Zn insieme a Cu ed Ag). Tale lavoro è stato pertanto ampliato da Raykhtsaum analizzando un sistema Au-Ag-Cu-Zn, considerando però solo il titolo 14 carati. L'autore ha correlato l'effetto della composizione chimica sul colore, costruendosi un diagramma del colore per il titolo 14k.

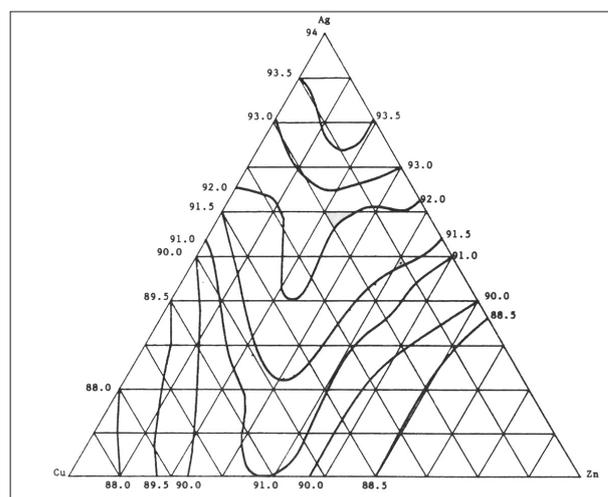


Figura 7-Andamento della coordinata L^* con la composizione di una lega 14 k

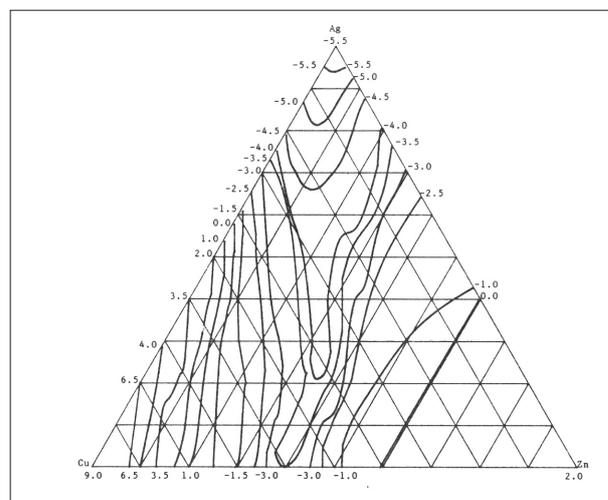


Figura 8-Andamento della coordinata a^* con la composizione di una lega 14 k

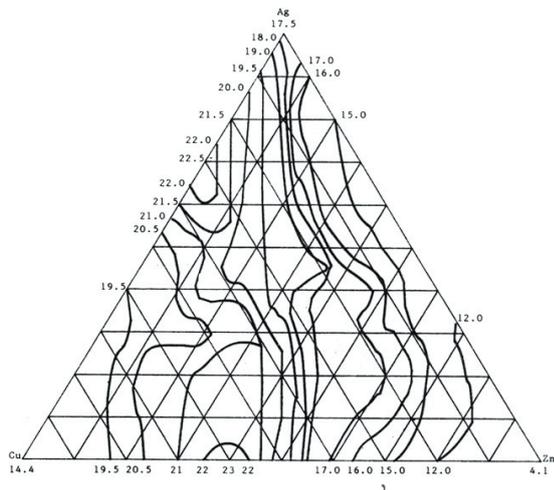


Figura 9-Andamento della coordinata b* con la composizione epr una lega 14 k

Questi diagrammi forniscono anche i limiti di colore (delle coordinate CIELab) ottenibili con un 14 K. Per spiegare l'utilizzo di questi diagrammi si procede con un esempio:

si vuole riprodurre il colore di un anello a 8 k in un titolo 14 k. Si ricavano le coordinate CIELab dell'anello del colore desiderato (es. di composizione 33% Au, 14% Ag, 53% Cu).

Si entra nei diagrammi che i valori delle coordinate e si determina che la composizione del 14 k che presenta colore vicino è: 58,33% Au, 6-8% Ag, parte rimanente Cu. Si preparano 3 campioni a 14 K con il 6, 7 e 8% di Ag e si misurano le loro coordinate ottenendo:

Lega	L*	a*	b*	DE*
Riferimento	85,4	7,7	16,4	
14 k/6% Ag	85,3	8,0	16,0	0,5
14 k/7% Ag	85,3	7,8	16,0	0,3
14 k/8% Ag	85,5	7,4	16,0	0,6

Il campione che si avvicina di più come colore risulta essere la lega con il 7% di Ag.

7. Bibliografia

“Colori delle leghe d’oro- Definizione, gamma dei colori e designazione”, Norma Europea UNI EN 28654.

“Coloured Gold Alloys”, Cristian Cretu, Elme van de Ligen, Gold Bulletin 1999.

“Color Technology for Jewelry Alloy Applications”, D.P. Agarwal, G. Raykhtsaum, The SantaFe Symposium on Jewelry Manufacturing Technology 1988.