

COLORE

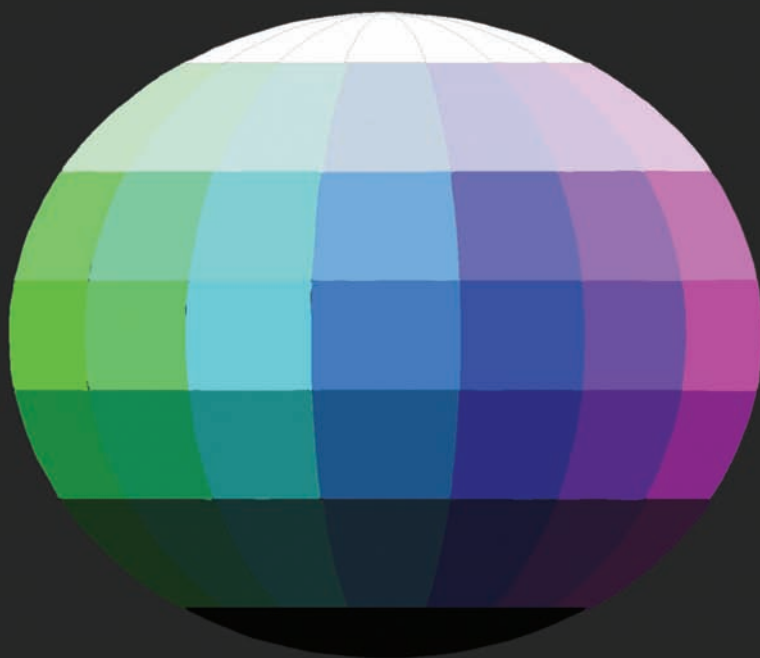
Colorimetria

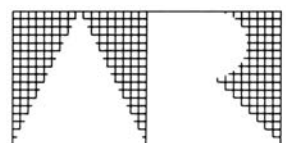
Sistema di colore Carlieri-Bianco



NARDINI EDITORE

Maria Bianco





ARTE E RESTAURO

@nteprima

COLORE

Colorimetria
Sistema di colore Carlieri-Bianco

Maria Bianco



Nel pdf è possibile attivare le funzioni di ricerca di parole, frasi ecc. (dal menu Modifica o dall'apposito pulsante o tramite tastiera) e l'indice interattivo dal menu Vista; il pdf non è modificabile. Il documento è stampabile e il suo uso è regolato dalle leggi sul diritto d'autore. Ogni pubblicazione ha un proprio codice ISBN e viene inserita nella catalogazione internazionale.

ARTE E RESTAURO - @NTEPRIMA

@nteprima è una collana di dialogo, interscambio dei risultati, competenze, ricerche, esperienze disciplinari e professionali, dei saperi.

La consistenza materica digitale/pdf permette alle sue pubblicazioni di muoversi rapidamente, senza ostacolo di confini nazionali, lungo la rete Internet – la collana è distribuita per e-mail – e lungo il circuito delle idee, della cultura in divenire. E, grazie alle funzionalità del digitale, con una comoda ed utile interfaccia con il lettore.

Direttamente e con tempi brevi dall'autore al lettore interessato all'argomento: editoria nella sua funzione fondamentale di portare contenuti dal privato al pubblico; diffondere la cultura contribuendo con ciò al suo sviluppo. Le caratteristiche di edizione di ciascuna pubblicazione di @nteprima sono curate dall'estensore stesso – l'autore – del testo. L'opera non viene strutturata e definita nella sua forma comunicativa dalla redazione editoriale, è anche anteprima di un possibile libro edito su carta.

@nteprima editoriale e @nteprima delle idee: la velocità e il tipo di costi di produzione permettono la pubblicazione di contributi che non abbiano un sufficiente progetto commerciale o che ancora non abbiano maturato il vaglio della comunità, ma che anzi con l'atto stesso della pubblicazione si presentano alla discussione pubblica. Anteprima, ci auguriamo, della cultura che domani sarà in atto – non più solo @nteprima –, grazie a voi insieme autori e lettori.



collana diretta da
Andrea Galeazzi

ISBN 978-88-404-4194-8

Copertina

Maria Adele Trande

Redazione digitale

Andrea Angeloni

© 2011 Nardini Editore

www.nardinieditore.it

Questa pubblicazione è protetta dalle leggi sul copyright e pertanto ne è vietato qualsiasi uso improprio.

NARDINI EDITORE
www.nardinieditore.it

NARDINI BOOKSTORE
nardinibookstore.it

*“Se desideri vedere le valli,
sali sulla cima della montagna;
se vuoi vedere la cima della montagna,
sollevati fin sopra le nuvole,
ma se cerchi di capire le nuvole,
chiudi gli occhi e pensa”*

Kahlil Gibran

a Chi è sopra le nuvole

*“La notte è avanzata, il giorno è vicino.
Perciò gettiamo via le opere delle tenebre e
indossiamo le armi della luce”*

S. Paolo



INDICE

<i>Prefazioni</i>	1
Introduzione	2
Colori cromatici e acromatici	4
Colori reali e non-reali	5
Colori spettrali e non-spettrali	6
Colori saturi, insaturi e ipersaturi	8
Colori primari, secondari e terziari	10
Sintesi additiva - sintesi sottrattiva	11
Sintesi additiva o sintesi RGB	14
Sintesi sottrattiva o sintesi CMY	16
Confronto tra sintesi additiva e sintesi sottrattiva	18
Colori complementari	19
Tonalità H, saturazione S e luminosità L	21
Quantizzazione dei livelli di colore	24
Quantizzazione dell'immagine	26
Sistemi di colore	27
Sistema di Carlieri-Bianco	27
Confronto fra sistema di Carlieri-Bianco e sistemi preesistenti	40
Confronto fra sistema di Carlieri-Bianco e sistema di Itten	40
Confronto fra sistema di Carlieri-Bianco e sistema HLS	42
Confronto fra sistema di Carlieri-Bianco e sistema CIELAB 1976	43
E-tavolozza	44
Colori naturali – colori sintetici – colori <i>ecofriendly</i>	46
Pigmenti – coloranti	49
Industria degli antociani	62
Esempi di progetti <i>ecofriendly</i>	63
Spettro elettromagnetico	65
Conclusioni	66
Bibliografia	67
Link	70
Illustrazioni - foto	71
Johannes Itten - Biografia	72
Luigi Campanella - Curriculum vitae	75
Massimo Carlieri - Curriculum vitae	78
Maria Bianco - Curriculum vitae	80
Ringraziamenti	81

Prefazioni

Il colore ha sempre attratto, anche la Chimica e la Fisica lo hanno spesso utilizzato come strumento di messaggio e di richiamo. In effetti, il colore dei composti naturali estratti dalle loro matrici o quello delle reazioni oscillanti, o ancora quello dei materiali sotto irraggiamento o quello delle foglie sotto fotosintesi hanno qualcosa di affascinante e al tempo stesso stimolante: come si formano, quali le cause e gli effetti, perché le tonalità risentono delle condizioni ambientali non sempre controllabili, perché la riproduzione sintetica di questi colori non sempre è in grado di ottenere lo stesso risultato dei processi naturali? Sono domande che spesso si sentono o ci facciamo. Probabilmente sono innanzitutto dettate dall'ignoranza di come i colori si producono, si dimentica spesso che il processo primario è l'assorbimento differenziale da parte dei materiali colorati delle diverse lunghezze d'onda dello spettro solare. Ma poi intervengono altri elementi, altri indici per caratterizzare le colorazioni prodotte. Questo testo di Maria Bianco ci aiuta a capire tutto ciò in modo chiaro e, tutto sommato, semplice.

Luigi Campanella

“Io so che nulla mi appartiene al mondo, fuorché il pensiero” scriveva Johann Wolfgang Goethe, e pubblicò i suoi pensieri sui colori nella *“Teoria dei colori”* (1810), superando le barriere tra Letteratura e Scienza.

“Ciò che si apprende dai libri o dai propri maestri è un veicolo. Un veicolo che serve però a percorrere le strade battute; chi arriva al termine di quelle strade deve abbandonarlo e proseguire a piedi”, leggeva Johannes Itten in un passo dei *“Veda”*, e pubblicò *“Arte del colore”* (1961), superando le barriere tra Arte e Scienza.

Giunti al termine di quelle strade, pubblichiamo i nostri pensieri in *“Colore”*.

Questo testo introduce e illustra il Sistema di Carlieri-Bianco: un nuovo Sistema di Colore, un nuovo Mondo di Colore rappresentato come un Globo, analogo alla nostra Terra, in cui i colori si distribuiscono con ordine e armonia. I lettori impareranno a orientarsi in questo nuovo Mondo.

Questo testo accenna alla storia dei colori nei diversi secoli, sottolineando la conversione da colore naturale, a colore di sintesi e da colore di sintesi a un nuovo colore naturale: *colore ecofriendly*.

Maria Bianco

Introduzione

Un colore può essere identificato, in modo sommario, con un nome es. Rosso; anche le diverse sfumature di un colore possono essere identificate con dei nomi es. rosso cardinale, rubino, fragola, carminio, ciliegia, Bordeaux, Tiziano, Robbia, etc. ma uno stesso colore può essere chiamato in modo diverso secondo il sistema di nomenclatura adottato.

In questo testo saranno utilizzati nomi appartenenti al **Sistema di Carlieri-Bianco**, ogni colore sarà riportato con il proprio nome italiano, il proprio simbolo, e il corrispondente nome inglese tra parentesi tonde, es. Ciano C(*Cyan*); talvolta saranno riportati anche nomi di altri sistemi di nomenclatura tra parentesi quadre, es. Magenta M(*Magenta*) [Porpora (*Purple*)].

Un colore può essere identificato, in modo rigoroso, con tre parametri, ossia tre numeri.

La colorimetria è la scienza che ci permette di identificare, in modo rigoroso, un colore con tre parametri, ossia tre numeri.

La colorimetria ci permette di specificare un colore, ciò vuol dire definire un colore senza ambiguità; questa scienza si occupa della misura e della rappresentazione del colore.

La misura del colore può essere assoluta o relativa: la prima specifica il singolo colore, la seconda specifica le differenze tra due colori.

La rappresentazione del colore utilizza i Sistemi di colore.

Un Sistema di colore è uno strumento che permette di specificare un colore e permette anche di visualizzare o addirittura creare un colore.

Un Sistema di colore è uno spazio tridimensionale in cui, fissato un sistema di riferimento, ogni colore è un punto individuato da tre coordinate colorimetriche, ossia tre numeri.

In questo testo saranno utilizzati principalmente le tre coordinate colorimetriche:

- (Tonalità H, Saturazione S e Luminosità L) $\equiv$ (H, S, L)
- (Componente Rossa, Componente Verde, Componente Blu) $\equiv$ (R, G, B)

Ad esempio il color Glicine Wi (*Wistaria*), ossia il colore dei fiori della liana, chiamata comunemente Glicine, il cui nome scientifico è *Wistaria sinensis*, ha i seguenti valori delle coordinate colorimetriche (H=204, S=239, L=224) o (R=242, G=195, B=253).

es. Coordinate colorimetriche del color Glicine Wi (*Wistaria*) [*Wistaria sinensis*]



Glicine
(*Wistaria sinensis*)

Glicine	
Wi	
(Wistaria)	
H=204	R=242
S=239	G=195
L=224	B=253

Tonalità=H R=Componente Rossa (*Red*)
 S=Saturazione=S G=Componente Verde (*Green*)
 Luminosità=L B=Componente Blu (*Blue*)

Tutti i colori possibili possono essere suddivisi in colori cromatici e colori acromatici, colori reali e non-reali, colori spettrali e non-spettrali, colori saturi o insaturi, colori primari I, secondari II, terziari III, etc. colori complementari.

Tutti i colori possibili possono essere ottenuti per sintesi additiva o per sintesi sottrattiva, possono essere definiti senza ambiguità in un Sistema di colore, che permette anche di individuarli, visualizzarli o trovarne di nuovi.

Il Sistema di colore descritto in questo testo è il **Sistema di Carlieri-Bianco**; questo sistema potrebbe metter fine al caos creato dai numerosi Sistemi di Colore utilizzati attualmente.

L'**e-tavolozza** è una tabella che propone 41 colori campione di riferimento.

Negli “Sviluppi recenti” è accennata la storia dei colori nei diversi secoli, sottolineando la conversione da colore naturale a colore di sintesi, e da colore di sintesi a un nuovo colore naturale, detto ***colore ecofriendly***.

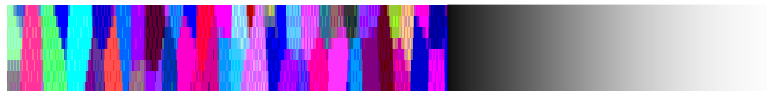
Colori cromatici e acromatici

Tutti i colori possibili possono essere suddivisi in colori cromatici e colori acromatici.

I **colori cromatici** sono Rosso R(*Red*), Verde G(*Green*), Blu B(*Blue*), Ciano C(*Cyan*), Magenta M(*Magenta*), Giallo Y(*Yellow*), Arancio o Arancione O(*Orange*), Viola o Violetto V(*Violet*).

I **colori acromatici** sono Bianco W(*White*), Nero K(*Black*) e Grigio N(*Gray o Grey*).

Colori cromatici e acromatici



Curiosità sui nomi dei colori - La parola “Arancio” o “Arancione” deriva dal persiano “nārang”, ossia dal sanscrito “nāgarangja” che vuol dire “gusto degli elefanti”, la parola “Ciano” deriva dal latino “cyānus” che significa “fiordaliso”, ossia dal greco “κύανος” che vuol dire “fiordaliso, acqua del mare, etc.”; la parola “Rosso” deriva dal latino “rūssus”, “Verde” dal latino “vīridis”, “Viola” dal latino “viōla”, “Violetto” dal latino “violaceus”, Nero da “nīger”; “Giallo” dal francese antico “jalne”, ossia dal latino “galbīnus” e “galbus”, “Blu” o “Blé” dal francese “bleu”, “Bianco” dal germanico “blank”, Grigio dal germanico “gris”, “Magenta” deriva dal nome della piccola città di Magenta (Milano), come sarà spiegato nelle ultime pagine.

In Botanica il nome scientifico dell’Arancio è *Citrus aurantium*, della Viola o Violetta è *Viola odorata*, del Fiordaliso è *Centaurea cyanus*.



Fiordaliso
(*Centaurea cyanus*)



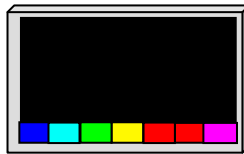
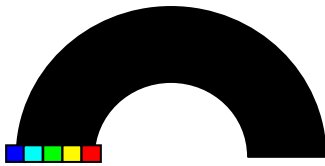
Viola o Violetta
(*Viola odorata*)

Colori reali e non-reali

Tutti i colori possibili possono essere suddivisi in colori reali e non-reali.

I **colori reali** sono i colori realmente osservabili, esistenti in natura, (es. arcobaleno), e/o ottenibili artificialmente, (es. schermo di un computer); i colori reali sono sensazioni psicofisiche che dipendono dalle proprietà fisiche dell'energia luminosa (che si propaga con le radiazioni elettromagnetiche) e dalle proprietà percettive (fisiologiche e psichiche) dell'osservatore.

I **colori non-reali** o **immaginari** sono i colori non osservabili realmente, inesistenti in natura e non ottenibili artificialmente, come il blu ipersaturo Z (*hypersaturated Blue*); i colori non-reali o immaginari sono numeri necessari ai calcoli teorici della colorimetria.



Colori reali:
arcobaleno, schermo di un pc

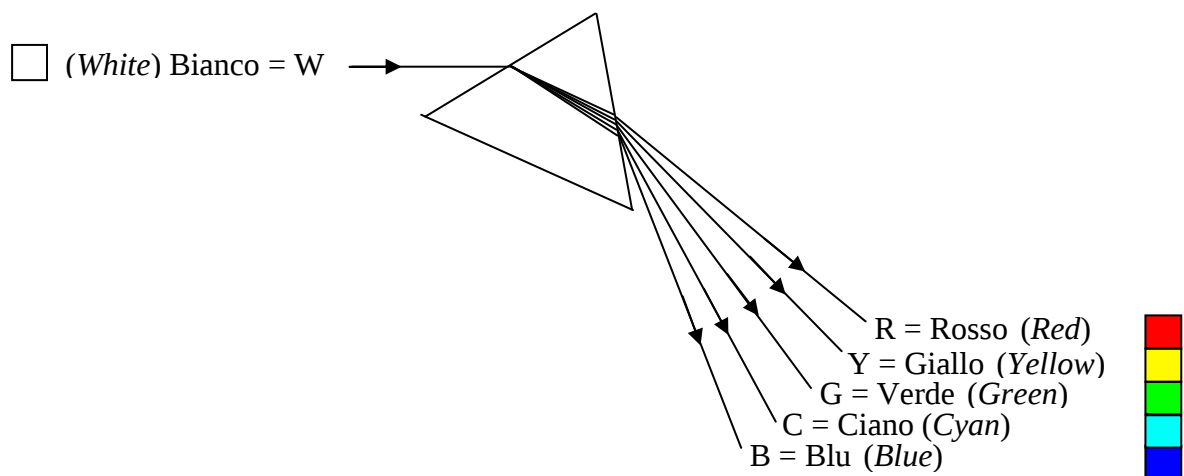
Colori non-reali o immaginari:
schermo di un pc

Colori spettrali e non-spettrali

I colori reali si dividono in colori spettrali e non-spettrali.

I **colori spettrali** sono i colori presenti nello spettro della luce solare, esistono in natura. Sono i colori presenti nell'arcobaleno generato dalla luce solare, o più in generale sono i colori presenti nello spettro visibile generato da luce bianca W(*White*) che incide su un prisma (dispersione della luce bianca di un prisma). I colori spettrali possono essere suddivisi in cinque colori: Rosso R(*Red*), Giallo Y(*Yellow*), Verde G(*Green*), Ciano C(*Cyan*) e Blu B(*Blue*), bisogna notare che il Magenta M(*Magenta*) è assente poiché si tratta di un colore non-spettrale, mentre il Rosso R(*Red*) può essere un colore sia spettrale sia non-spettrale, come è descritto in seguito, vedi figura.

Spettro visibile a 5 colori spettrali, generato da luce bianca che incide su un prisma:



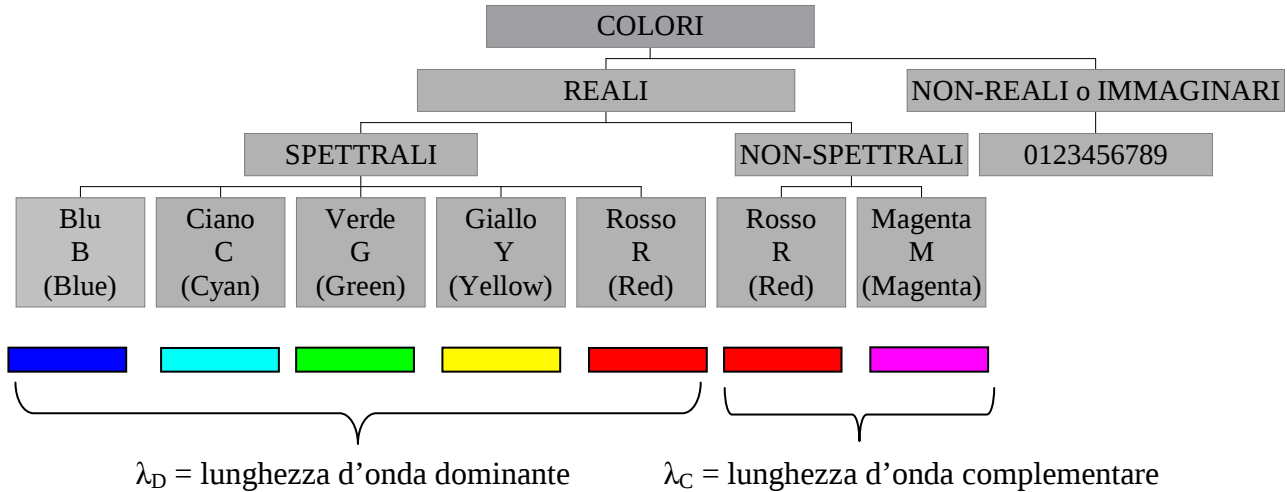
Quindi la suddivisione dello spettro visibile nei sette colori dell'iride è ormai superata e ambigua, i colori riportati nei diversi testi sono Rosso R(*Red*), Arancio o Arancione O(*Orange*), Giallo Y(*Yellow*), Verde G(*Green*), Ciano C(*Cyan*) e Blu B(*Blue*), Azzurro A(*Azure*), Indaco I(*Indigo*), Viola o Violetto V(*Violet*), etc. che, infatti, risultano più di sette.

I **colori non-spettrali** sono i colori assenti dallo spettro della luce solare, non esistono in natura ma sono ottenibili artificialmente (es. schermo di un computer). Sono i colori assenti nell'arcobaleno generato dalla luce bianca W (*White*) che incide su un prisma. I colori non-spettrali sono Rosso R(*Red*) e Magenta M(*Magenta*) [detto anche Porpora (*Purple*)]. Occorre notare che il Rosso può essere un colore spettrale e non-spettrale.

Lo spettro visibile, compreso nell'intervallo di lunghezze d'onda λ tra 380 e 760 nm circa, può essere suddiviso in cinque colori spettrali e due non-spettrali, quindi in sette intervalli. I colori spettrali sono Rosso R(*Red*), Giallo Y(*Yellow*), Verde G(*Green*), Ciano C(*Cyan*) e Blu B(*Blue*), i colori non-spettrali sono Rosso R(*Red*) e Magenta M(*Magenta*); perciò il Rosso può essere un colore spettrale e non-spettrale. Per individuare i colori spettrali si utilizza la lunghezza d'onda dominante λ_D (*dominant wavelength*), per i colori non-spettrali la lunghezza d'onda complementare λ_C (*complementary wavelength*); le lunghezze d'onda λ sono espresse in nanometri [nm; 1 nm=10⁻⁹m].

La classificazione dei colori in colori reali e non-reali o immaginari, spettrali e non-spettrali, è riassunta nello schema seguente.

Classificazione dei colori: reali (5 colori spettrali, 2 colori non-spettrali), non-reali o immaginari



λ_D = Lunghezza d'onda dominante (dominant wavelength) =

= lunghezza d'onda di luce monocromatica spettrale equivalente alla luce di una sorgente policromatica.

λ_C = Lunghezza d'onda complementare (complementary wavelength) =

= lunghezza d'onda di luce monocromatica non-spettrale equivalente alla luce di una sorgente policromatica.

Colori saturi, insaturi e ipersaturi

I colori reali possono essere saturi o insaturi.

I **colori saturi** sono colori puri, dovuti a radiazione monocromatica, (es. luce laser); sono raramente osservabili in natura.

I colori saturi hanno uno spettro costituito da un'unica lunghezza d'onda λ , che li rappresenta.

Nel 1931 la Commissione Internazionale per l'Illuminazione CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*), organismo internazionale che ha sede a Ginevra e stabilisce le norme universalmente adottate in colorimetria, ha fissato tre lunghezze d'onda di riferimento per radiazioni monocromatiche dei colori Rosso R (*Red*), Verde G (*Green*), Blu B (*Blue*):

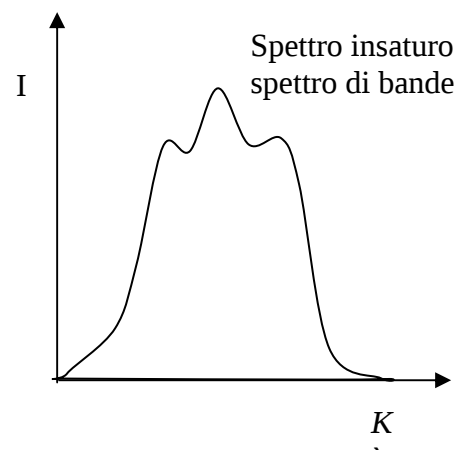
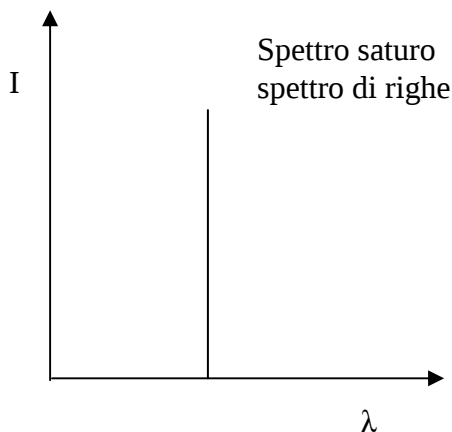
$\lambda_R = 700.0 \text{ nm}$	$\lambda_R =$ lunghezza d'onda di riferimento CIE per il Rosso R (<i>Red</i>),
$\lambda_G = 546.1 \text{ nm}$	$\lambda_G =$ lunghezza d'onda di riferimento CIE per il Verde G (<i>Green</i>),
$\lambda_B = 435.8 \text{ nm}$	$\lambda_B =$ lunghezza d'onda di riferimento CIE per il Blu B (<i>Blue</i>).

Un colore saturo si desatura per unione con un Bianco W (*White*), con un Nero K (*Black*) o con un Grigio N (*Gray o Grey*) e diventa insaturo, ossia sbiancato, annerito o ingrigito.

I **colori insaturi** sono colori impuri, dovuti a radiazione policromatica, (es. luce solare); sono frequentemente osservabili in natura, quindi sono i colori sbiancati, anneriti o ingrigiti. I colori insaturi hanno uno spettro costituito da diverse lunghezze d'onda λ , ma un'unica lunghezza d'onda che li rappresenta: la lunghezza d'onda dominante λ_D per i colori spettrali, la lunghezza d'onda complementare λ_C per i colori non-spettrali.

I colori non-reali o immaginari possono essere solamente ipersaturi.

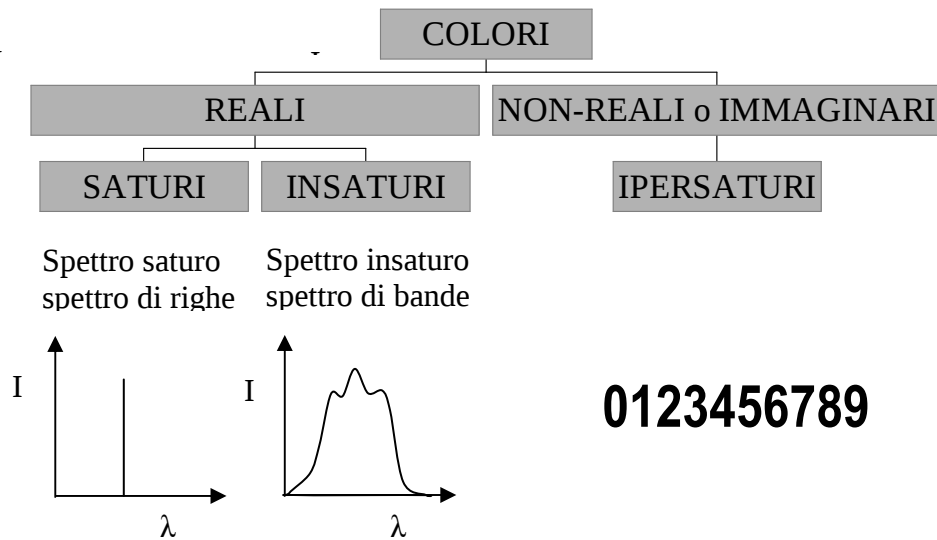
I **colori ipersaturi** sono colori con saturazione, ovvero "purezza", superiore a qualsiasi colore reale; sono colori non osservabili realmente, non esistono in natura e non sono ottenibili artificialmente, [es. Blu ipersaturo Z (*hypersaturated Blue*)].



I = intensità di luce es. emessa da una sorgente
 λ = lunghezza d'onda

La classificazione dei colori in colori reali e non-reali o immaginari, spettrali e non-spettrali, saturi, insaturi e ipersaturi è riassunta nello schema seguente

Classificazione dei colori: saturi, insaturi, ipersaturi



I = intensità di luce es. emessa da una sorgente
 λ = lunghezza d'onda

Colori primari, secondari e terziari

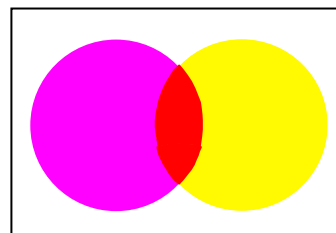
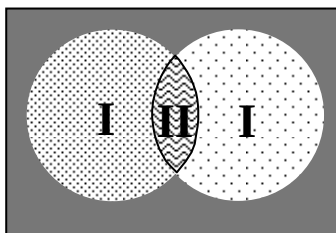
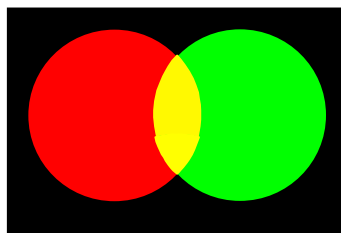
Tutti i colori possono essere suddivisi in colori primari I, secondari II, terziari III, etc.

I **colori primari I** sono colori, che uniti tra loro, danno origine ai colori secondari II, terziari III, etc. ossia a tutti i colori possibili.

I **colori secondari II** sono colori ottenuti dall'unione di colori primari I.

I **colori terziari III** sono colori ottenuti dall'unione di colori primari I e secondari II.

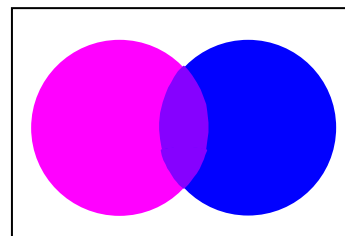
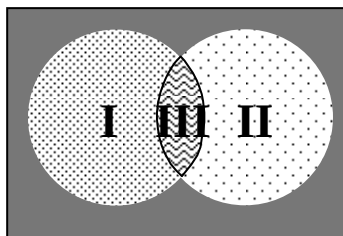
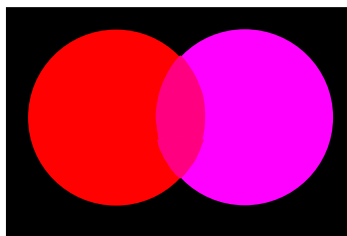
Colori secondari II da colori primari I.



I = colori primari = colori, che uniti tra loro, danno origine ai colori secondari II, terziari III, etc., ovvero a tutti i colori possibili.

II = colori secondari = colori ottenuti dall'unione di colori primari I

Colori secondari III da colori primari I e secondari II



I = colori primari = colori, che uniti tra loro, danno origine ai colori secondari II, terziari III, cioè a tutti i colori possibili.

II = colori secondari = colori ottenuti dall'unione di colori primari I

III = colori terziari = colori ottenuti dall'unione di colori primari I e secondari II

Sintesi additiva - sintesi sottrattiva

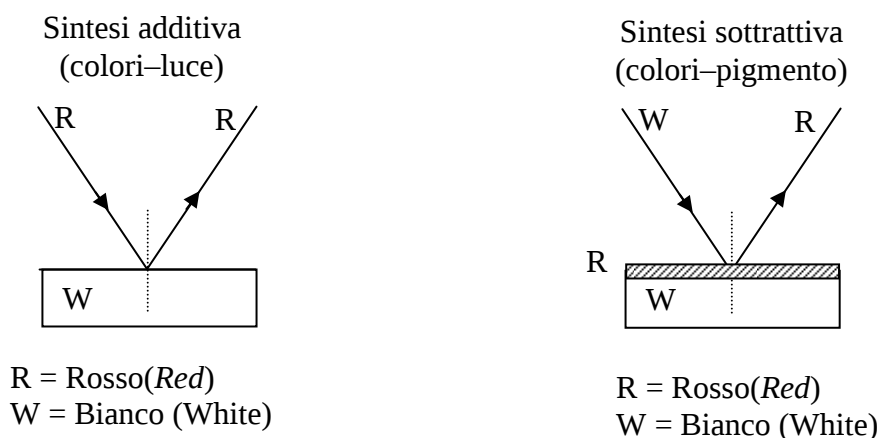
Tutti i colori possibili possono essere ottenuti per sintesi additiva o per sintesi sottrattiva, ad esempio un foglio bianco può essere colorato/ illuminandolo con luce di quel colore (colore-luce), o ricoprendolo di una sostanza colorata di quel colore (colore-pigmento) e contemporaneamente illuminandolo con luce bianca.

Con i colori-luce si osserva la sintesi additiva, con i colori-pigmento si osserva la sintesi sottrattiva.

Ad esempio un foglio bianco (che riflette tutto) si può colorare di rosso in due modi:

- [Sintesi additiva (colori-luce)] per luce rossa incidente e riflessa
- [Sintesi sottrattiva (colori-pigmento)] per luce bianca incidente e luce rossa riflessa, dopo aver dipinto la superficie superiore del foglio con un pigmento rosso (che riflette il rosso e assorbe il resto) es. tempera

Confronto tra sintesi additiva e sintesi sottrattiva



La sintesi additiva è la mescolanza di colori-luce e si ottiene per unione di fasci luminosi. Si osserva ad esempio per i fasci luminosi emessi dallo schermo di un computer o di un televisore, o fasci luminosi riflessi dallo schermo bianco di un cinema o da quadri di divisionisti o puntinisti.

Si ricorda che il divisionismo (da divisione dei colori) e il puntinismo (pointillisme da pointiller = punteggiare con colori) sono movimenti pittorici, sviluppati, intorno al 1880, in Italia da Gaetano Previati e Giovanni Segantini e in Francia da Georges Seurat, Paul Signac, etc. Questi pittori svilupparono una particolare tecnica di stesura del colore, ossia una divisione cromatica: i colori venivano accostati puri sulla tela senza impastarli, stesi uno accanto all'altro con pennellate regolari piccole o addirittura puntiformi.

La sintesi sottrattiva è la mescolanza di colori-pigmento e si ottiene per unione di pigmenti. Si osserva ad esempio per i fasci luminosi riflessi dalle soluzioni colorate o miscele di vernici, da stampe, disegni, quadri ad eccezione dei divisionisti o puntinisti.

Esiste un'equivalenza tra tratto usato nel divisionismo e puntinismo e tratto tradizionale:

- i tratti divisionisti rosso e verde equivalgono a un tratto tradizionale giallo
- i tratti divisionisti verde e blu equivalgono a un tratto tradizionale ciano
- i tratti divisionisti blu e rosso equivalgono a un tratto tradizionale magenta
- i tratti divisionisti ciano e giallo equivalgono a un tratto tradizionale verde
- i tratti divisionisti magenta e ciano equivalgono a un tratto tradizionale blu
- i tratti divisionisti giallo e magenta equivalgono a un tratto tradizionale rosso

L'equivalenza appena descritta è schematizzata nella figura seguente.

Equivalenza tra pittura divisionista e tradizionale

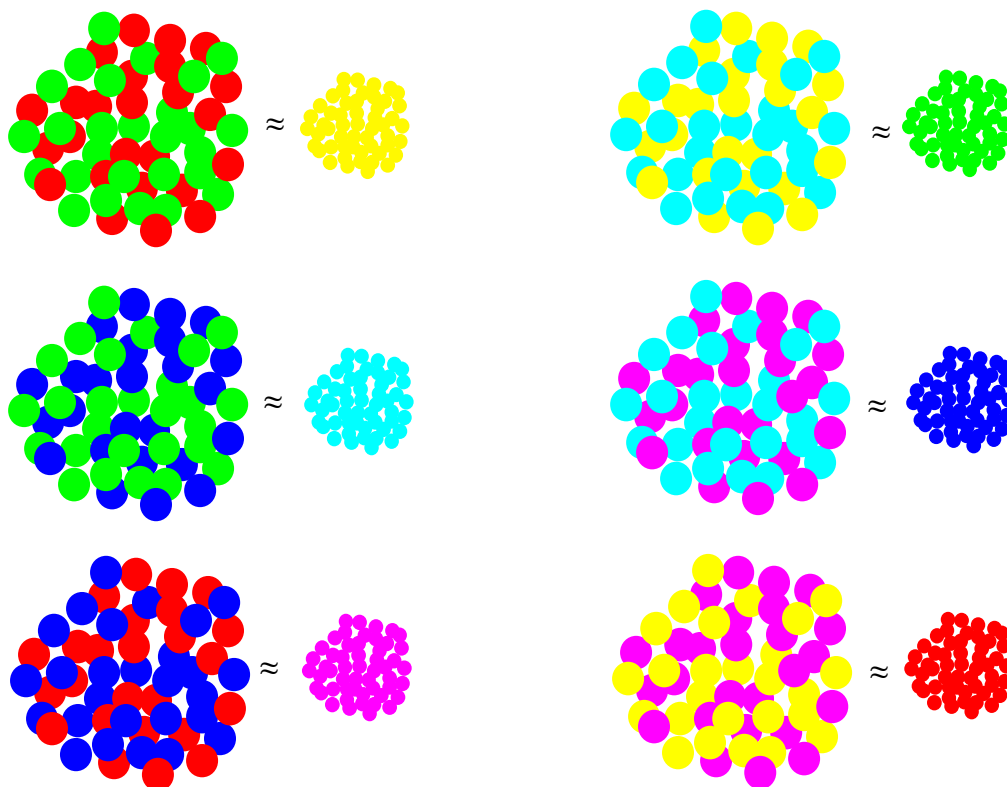
tratto divisionista $\approx$ tratto tradizionale



L'equivalenza appena descritta può essere rappresentata anche attraverso questi schizzi, ispirati al puntinismo. In ciascuna coppia l'immagine a sinistra mostra i diversi punti-colore separati, come visti da vicino, l'immagine a destra mostra il punto-colore risultante dall'unione, come visto alla giusta distanza d'osservazione, ossia da lontano.

Equivalenza tra pittura puntinista e tradizionale

immagine a punti-colore separati (da vicino) $\approx$ immagine a punti-colore risultanti (da lontano)



Questo è uno schizzo, che ho dedicato alla mia Maestra di danza classica, realizzato punteggiando il foglio con inchiostri di china colorati, nel tentativo di rendere l'impalpabilità e la molteplicità dei colori del foulard e della rosa.



Tecnica mista: inchiostri di china su carta e computer grafica
10 x 10 cm



Tecnica mista: inchiostri di china su carta e computer grafica

Sintesi additiva o sintesi RGB

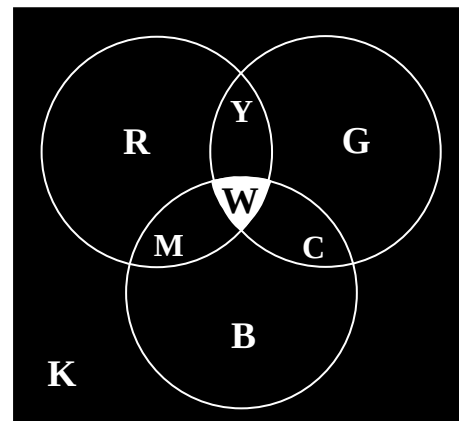
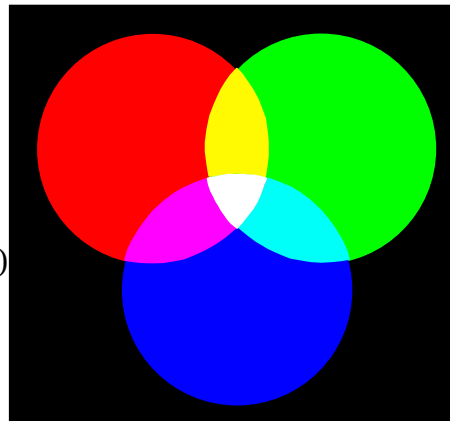
Nella **sintesi additiva teorica** o **sintesi RGB**, se due colori cromatici primari additivi I_a si sommano generano i colori cromatici secondari additivi II_a , se un colore cromatico primario additivo I_a e un colore cromatico secondario additivo II_a si sommano generano i colori cromatici terziari additivi III_a , etc. Al contrario se due colori cromatici secondari additivi II_a si sommano si riottengono i colori cromatici primari additivi I_a .

I **colori cromatici primari additivi I_a** sono **Rosso R(Red)**, **Verde G(Green)**, **Blu B(Blue)**.

I colori cromatici secondari additivi II_a sono Ciano C(Cyan), Magenta M(Magenta), Giallo Y(Yellow).

Sintesi additiva

R=Rosso(Red)
G=Verde(Green)
B=Blu(Blue)
C=Ciano(Cyan)
M=Magenta(Magenta)
Y=Giallo(Yellow)
W=Bianco(White)
K=Nero(Black)



I colori cromatici terziari additivi III_a sono Arancio o Arancione O(Orange), Viola o Violetto V(Violet).

Infine se i tre colori cromatici primari additivi I_a si sommano generano il colore acromatico primario Bianco W(White), mentre l'assenza dei tre colori primari additivi I_a genera il colore acromatico primario Nero K(Black). Il Grigio N(Gray o Grey) corrisponde ad una situazione intermedia tra Bianco W(White) e Nero K(Black).

Quindi tutti i colori possibili risultano dalla combinazione-somma dei colori primari additivi I_a , cromatici e acromatici, mescolati in diverse quantità.

$$I_a + I'_a = II_a \quad R + G = Y \quad R + B = M \quad G + B = C$$

$$I_a + II_a = III_a \quad Y + R = O \quad M + B = V \quad \dots\dots\dots$$

$$I_a + I'_a + I''_a = W \quad R + G + B = W \quad 0 + 0 + 0 = K$$

$$I_a \neq I'_a \neq I''_a$$

$$II_a + II_a = I_a \quad C + Y = R$$

$$\text{Dimostrazione per sostituzione } (G + B) + (R + G) = G + (R + G + B) = G + W = G$$

I_a = colore cromatico primario additivo R = Rosso(Red), G = Verde(Green), B = Blu(Blue)

II_a = colore cromatico secondario additivo C = Ciano(Cyan), M = Magenta(Magenta), Y = Giallo(Yellow)

III_a = colore cromatico terziario additivo O = Arancio o Arancione (Orange), V = Viola o Violetto(Violet)

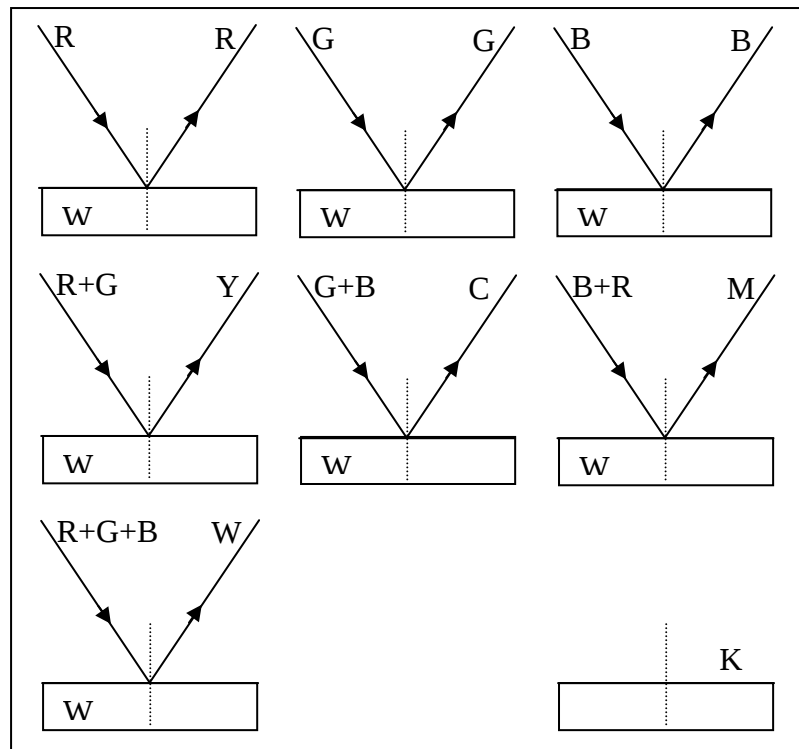
W = colore acromatico primario additivo W = Bianco(White)

K = colore acromatico primario additivo K = Nero(Black)

La sintesi additiva si basa sulla additività dei fasci di luce, si osserva ad esempio con la luce riflessa da una superficie bianca W: la luce rossa R si riflette come rossa R, la verde G come verde G, la blu B come blu B, mentre la rossa R più la verde G si riflettono come gialla Y, la verde G più la blu B come ciano C, la blu B più la rossa R come magenta M; infine la presenza di uguali contributi di luce rossa R, verde G e blu B si riflettono come luce bianca W; l'assenza di qualsiasi luce incidente non permette la riflessione della luce, si osserva il nero K; vedere figura.

Sintesi additiva

R=Rosso(*Red*)
 G=Verde(*Green*)
 B=Blu(*Blue*)
 C=Ciano(*Cyan*)
 M=Magenta(*Magenta*)
 Y=Giallo(*Yellow*)
 W=Bianco(*White*)
 K=Nero(*Black*)



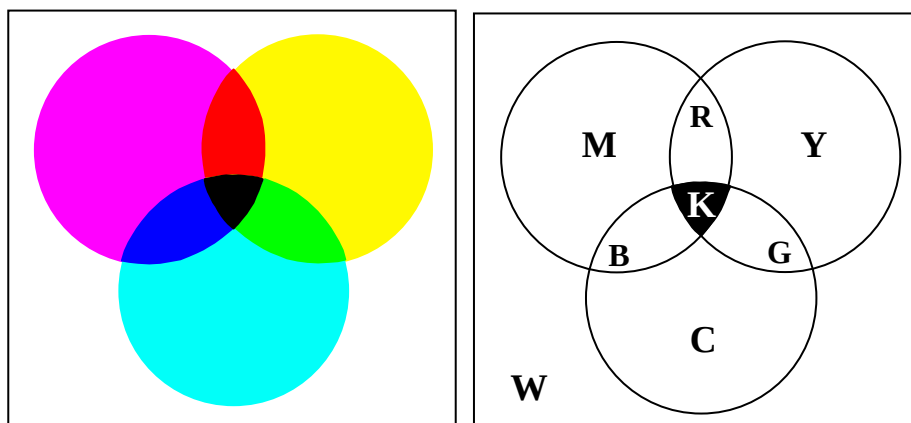
Sintesi sottrattiva o sintesi CMY

Nella **sintesi sottrattiva teorica o sintesi CMY**, se due colori cromatici primari sottrattivi I_s si sottraggono generano i colori cromatici secondari sottrattivi II_s , se un colore cromatico primario sottrattivo I_s e un colore cromatico secondario sottrattivo II_s si sottraggono generano i colori cromatici terziari sottrattivi III_s , etc. Al contrario se due colori cromatici secondari sottrattivi II_s si sottraggono si riottengono i colori cromatici primari sottrattivi I_s . I **colori cromatici primari sottrattivi I_s** sono **Ciano C(Cyan)**, **Magenta M(Magenta)**, **Giallo Y(Yellow)**.

I colori cromatici secondari sottrattivi II_s sono Rosso R(Red), Verde G(Green), Blu B(Blue).

Sintesi sottrattiva

R=Rosso(Red)
G=Verde(Green)
B=Blu(Blue)
C=Ciano(Cyan)
M=Magenta(Magenta)
Y=Giallo(Yellow)
W=Bianco(White)
K=Nero(Black)



I colori cromatici terziari sottrattivi III_s sono Arancio o Arancione O(Orange), Viola o Violetto V(Violet).

Infine se i tre colori cromatici primari sottrattivi I_s si sottraggono generano il colore acromatico primario Nero K(Black), mentre l'assenza dei tre colori primari sottrattivi I_s genera il colore acromatico primario Bianco W(White). Il Grigio N(Gray o Grey) corrisponde a una situazione intermedia tra Nero K(Black) e Bianco W(White).

Quindi tutti i colori possibili risultano dalla combinazione-differenza dei colori primari sottrattivi I_s , cromatici e acromatici, mescolati in diverse quantità.

$$I_s - I'_s = II_s \quad C - M = B \quad Y - C = G \quad M - Y = R$$

$$I_s - II_s = III_s \quad Y - R = O \quad M - B = V \quad \dots\dots\dots$$

$$I_s - I'_s - I''_s = K \quad C - M - Y = K \quad 0 - 0 - 0 = W$$

$$I_s \neq I'_s \neq I''_s$$

$$II_s - II'_s = I_s \quad B - G = C$$

$$\text{Dimostrazione per sostituzione } (C - M) - (Y - C) = (C - M - Y) + C = K + C = C$$

I_s = colore cromatico primario sottrattivo C = Ciano(Cyan), M = Magenta(Magenta), Y = Giallo(Yellow)

II_s = colore cromatico secondario sottrattivo R = Rosso(Red), G = Verde(Green), B = Blu(Blue)

III_s = colore cromatico terziario sottrattivo

O = Arancio o Arancione (Orange), V = Viola o Violetto(Violet)

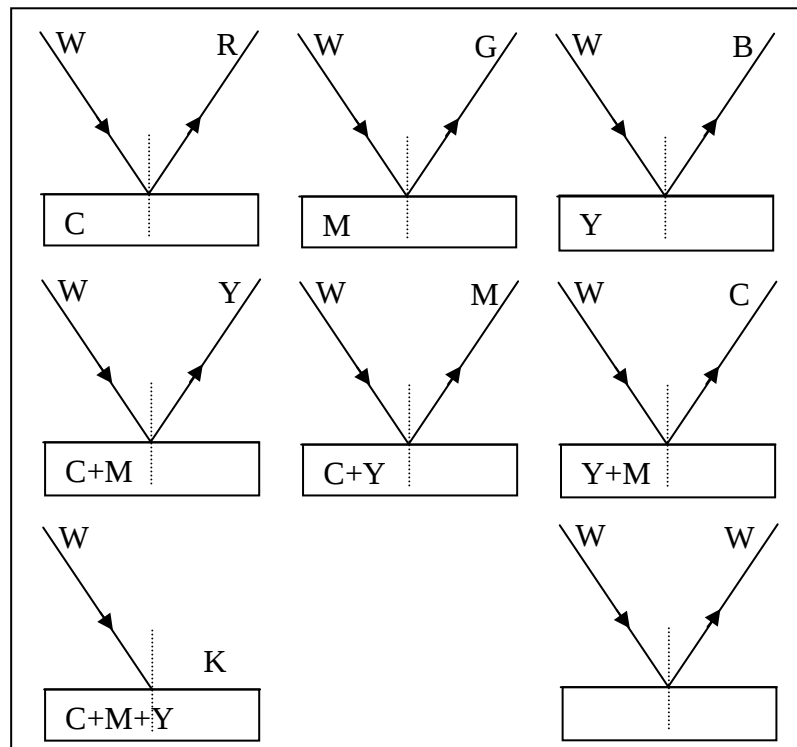
W = colore acromatico primario sottrattivo K= Nero(Black)

K = colore acromatico primario sottrattivo W= Bianco(White)

La sintesi sottrattiva si basa sulla capacità di un pigmento di assorbire la luce, quindi è osservabile ad esempio con la luce riflessa da una miscela di vernici: se una luce bianca W incide su una superficie assorbente il ciano C si riflette come rossa R, su una superficie assorbente il magenta M si riflette come verde G, su una superficie assorbente il giallo Y si riflette come blu B, mentre se una luce bianca W incide su una superficie assorbente il ciano e magenta C+M si riflette come giallo Y, su una superficie assorbente il ciano e giallo C+Y si riflette come magenta M, su una superficie assorbente il giallo e magenta Y+M si riflette come ciano C; infine su una superficie assorbente uguali contributi di ciano C, magenta M e giallo Y non si riflette, si osserva il nero K; l'assenza di qualsiasi assorbimento di luce permette la riflessione di tutta la luce incidente bianca W, si osserva il bianco W; vedere figura.

Sintesi sottrattiva

R = Rosso(*Red*)
 G = Verde(*Green*)
 B = Blu(*Blue*)
 C=Ciano(*Cyan*)
 M=Magenta(*Magenta*)
 Y =Giallo(*Yellow*)
 W = Bianco (*White*)
 K = Nero (*Black*)



Confronto fra sintesi additiva e sintesi sottrattiva

La sintesi additiva teorica e la sintesi sottrattiva teorica sono complementari poiché:

- i colori cromatici primari additivi I_a sono uguali ai colori cromatici secondari sottrattivi II_s : Rosso R(*Red*), Verde G(*Green*), Blu B(*Blue*);
- i colori cromatici primari sottrattivi I_s sono uguali ai colori cromatici secondari additivi II_a : Ciano C(*Cyan*), Magenta M(*Magenta*), Giallo Y(*Yellow*);
- i colori cromatici terziari additivi III_a e sottrattivi III_s coincidono: Arancio o Arancione O(*Orange*), Viola o Violetto V(*Violet*),
- I colori acromatici primari additivi e sottrattivi Bianco W(*White*) e Nero K(*Black*) si scambiano di ruolo nelle due sintesi.

$$I_a \leftrightarrow II_s$$

$$I_s \leftrightarrow II_a$$

$$W \leftrightarrow K$$

$$I_a = II_s = R = G = B$$

$$I_s = II_a = C = M = Y$$

$$III_a \equiv III_s \equiv O \equiv V \equiv \dots$$

I_a = colore cromatico primario additivo R = Rosso(*Red*), G = Verde(*Green*), B = Blu(*Blue*)

II_a = colore cromatico secondario additivo C = Ciano(*Cyan*), M = Magenta(*Magenta*), Y = Giallo(*Yellow*)

III_a = colore cromatico terziario additivo O = Arancio o Arancione (*Orange*), V = Viola o Violetto(*Violet*)

I_s = colore cromatico primario sottrattivo C = Ciano(*Cyan*), M = Magenta(*Magenta*), Y = Giallo(*Yellow*)

II_s = colore cromatico secondario sottrattivo R = Rosso(*Red*), G = Verde(*Green*), B = Blu(*Blue*)

III_s = colore cromatico terziario sottrattivo

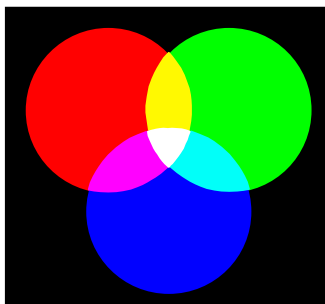
O = Arancio o Arancione (*Orange*), V = Viola o Violetto(*Violet*)

W = colore acromatico primario additivo o sottrattivo K = Nero(*Black*)

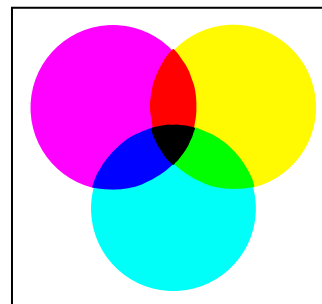
K = colore acromatico primario additivo o sottrattivo W = Bianco(*White*)

$\leftrightarrow$ = si scambiano di ruolo nelle due sintesi

Sintesi additiva teorica



Sintesi sottrattiva teorica



Colori complementari

In entrambe le sintesi, additiva RGB e sottrattiva CMY, i colori primari e secondari sono sei e risultano disposti nello stesso ordine, in senso orario: Rosso R (*Red*), Giallo Y (*Yellow*), Verde G (*Green*), Ciano C (*Cyan*), Blu B (*Blue*) e Magenta M (*Magenta*).

Il **Cerchio dei colori complementari** è un cerchio suddiviso in sei settori circolari, in cui questi colori sono disposti secondo l'ordine già descritto, vedere figura.

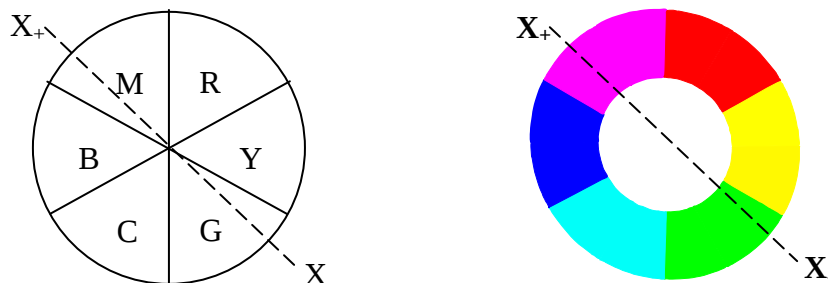
I **colori complementari** $\{X_+, X_-\}$ sono coppie di colori cromatici, che, mescolati insieme, producono un colore acromatico primario:

- il colore acromatico primario additivo Bianco W(*White*) in sintesi additiva teorica,
- il colore acromatico primario sottrattivo Nero K(*Black*) in sintesi sottrattiva teorica.

Ad esempio nella sintesi additiva teorica RGB la coppia di colori complementari {Verde, Magenta} $\{G, M\}$ $\{(Green, Magenta)\}$ producono il Bianco W(*White*), ossia sommando il Verde G(*Green*) ed il Magenta M(*Magenta*) si ottiene il Bianco W(*White*), $G + M = W$; Dimostrazione per sostituzione $G + (R+B) = G+R+B = R+G+B = W$.

Nel Cerchio dei colori complementari, i colori complementari $\{X_+, X_-\}$ sono le coppie di colori cromatici opposti rispetto al centro {Rosso, Ciano} $\{R, C\}$ $\{(Red, Cyan)\}$, {Verde, Magenta} $\{G, M\}$ $\{(Green, Magenta)\}$, {Blu, Giallo} $\{B, Y\}$ $\{(Blue, Yellow)\}$, vedere figura.

Cerchio dei colori complementari



$\{X_+, X_-\}$ = Coppia di colori complementari primari
 $\{R, C\} = \{\text{Rosso, Ciano}\} \{(Red, Cyan)\}$
 $\{G, M\} = \{\text{Verde, Magenta}\} \{(Green, Magenta)\}$
 $\{B, Y\} = \{\text{Blu, Giallo}\} \{(Blue, Yellow)\}$

Occorre notare che, per la presenza di impurezze nei pigmenti, la sintesi sottrattiva sperimentale non coincide con quella teorica, vedi tabella, ossia le mescolanze dei pigmenti complementari $\{X_+, X_-\}$ non producono il colore acromatico primario Nero K(*Black*), ma un colore acromatico grigio o addirittura un colore cromatico verde nella coppia di pigmenti complementari primari {Blu, Giallo} $\{B, Y\}$ $\{(Blue, Yellow)\}$.

Confronto tra sintesi teorica e sperimentale

{X ₊ , X ₋ }	Sintesi additiva RGB		Sintesi sottrattiva CMY	
	teorica	sperimentale	teorica	sperimentale
{G, M}	W	N	K	N
{R, C}	W	N	K	N
{B, Y}	W	-	K	-

{X₊, X₋}= Coppia di colori complementari primari

R=Rosso(*Red*), G=Verde(*Green*), B=Blu(*Blue*),

C=Ciano(*Cyan*), M=Magenta(*Magenta*), Y=Giallo(*Yellow*),

W=Bianco(*White*), K=Nero(*Black*), N=Grigio(*Gray o Grey*)

Nella sintesi sottrattiva sperimentale per ottenere un qualsiasi nero, bisogna aggiungere il Nero K(*Black*) ai colori primari sottrattivi Ciano C(*Cyan*), Magenta M(*Magenta*), Giallo Y(*Yellow*); quindi, nella stampa in quadricromia CMYK, per ottenere un qualsiasi colore bisogna utilizzare i colori primari Ciano C(*Cyan*), Magenta M(*Magenta*), Giallo Y(*Yellow*) con il Nero K(*Black*), ossia sul foglio bianco bisogna depositare tre strati sovrapposti di inchiostro Ciano C(*Cyan*), Magenta M(*Magenta*) e Giallo Y (*Yellow*), poi per aumentare il contrasto dell'immagine stampata bisogna aggiungere anche uno strato d'inchiostro Nero K(*Black*), ad esempio nella figura rappresentata sotto definisce i contorni.

Stampa in quadricromia CMYK

Immagine
originale

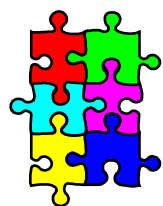


Immagine
stampata in
Monocromia



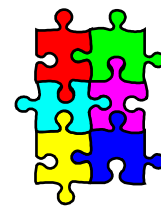
Immagine
stampata in
Dicromia



Immagine
stampata in
Tricromia



Immagine
stampata in
Quadricromia



Tonalità H, saturazione S, luminosità L

Un colore può essere identificato, in modo rigoroso, con tre parametri, ad esempio le tre grandezze: Tonalità H, Saturazione S e Luminosità L.

- **Tonalità** o Tinta o Tono **H (Hue)** indica il contenuto cromatico di un colore, indica in che misura sono percepiti nel colore in esame i colori cromatici primari Rosso R(Red), Giallo Y(Yellow), Verde G(Green), Ciano C(Cyan) e Blu B(Blue), e il Magenta M(Magenta). Corrisponde alla lunghezza d'onda dominante λ_D (*dominant wavelength*) o alla lunghezza d'onda complementare λ_C (*complementary wavelength*).

La lunghezza d'onda dominante λ_D (*dominant wavelength*) è la lunghezza d'onda di luce monocromatica spetttrale equivalente alla luce di una sorgente policromatica. La lunghezza d'onda complementare λ_C (*complementary wavelength*) è la lunghezza d'onda di luce monocromatica non-spetttrale equivalente alla luce di una sorgente policromatica. La tonalità rappresenta ciò che un osservatore definisce “il colore dominante”.

						
	Rosso	Giallo	Verde	Ciano	Blu	Magenta
	R	Y	G	C	B	M
	(Red)	(Yellow)	(Green)	(Cyan)	(Blue)	(Magenta)
H =	0	42	85	126	170	213

- **Saturazione S (Saturation)** o Purezza (*Purity*) o Croma (*Chroma*) indica il contenuto acromatico di un colore, indica in che misura sono percepiti nel colore in esame i colori acromatici primari Bianco W (White) o Nero K (Black), ossia indica in che misura la lunghezza d'onda dominante λ_D (*dominant wavelength*) prevale nel colore.

	
Bianco	Nero
W	K
(White)	(Black)

Un colore-luce saturo si ottiene da luce monocromatica, es. laser.

Un colore-luce insaturo si ottiene da luce policromatica, es. luce solare.

Un colore-luce si desatura aggiungendo alla luce monocromatica una luce acromatica costituita da diverse lunghezze d'onda, oppure aggiungendo alla luce monocromatica della lunghezza d'onda dominante λ_D (*dominant wavelength*) la luce monocromatica complementare, ossia la luce monocromatica della lunghezza d'onda complementare alla lunghezza d'onda dominante λ_{CD} (*complementary to dominant wavelength*); in alcuni casi la lunghezza d'onda complementare alla lunghezza d'onda dominante λ_{CD} (*complementary to dominant wavelength*) corrisponde alla lunghezza d'onda complementare λ_C (*complementary wavelength*).

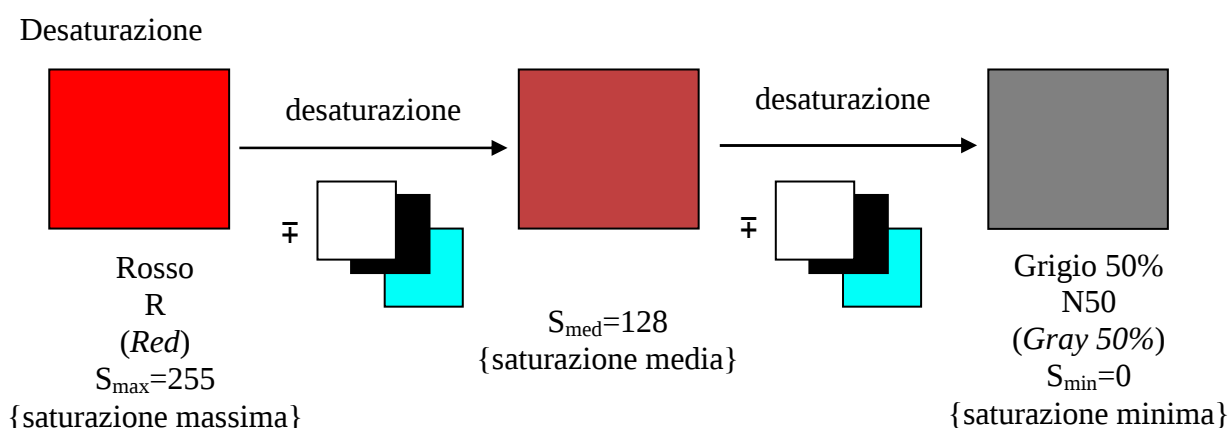
Un colore-pigmento saturo si ottiene dal pigmento puro.

Un colore-pigmento insaturo si ottiene dall'unione di diversi pigmenti puri.

Un colore-pigmento si desatura aggiungendo al pigmento puro un insieme acromatico di diversi pigmenti puri, oppure aggiungendo al pigmento puro della lunghezza d'onda dominante λ_D

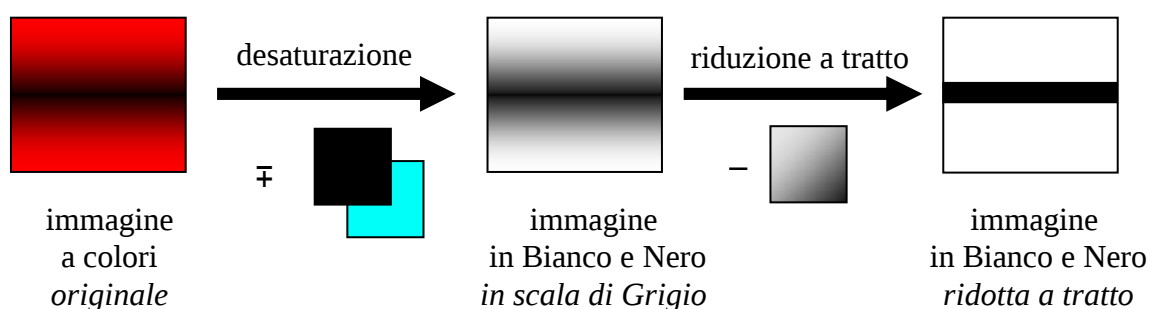
(*dominant wavelength*) il pigmento puro complementare, ovvero il pigmento puro della lunghezza d'onda complementare alla lunghezza d'onda dominante λ_{CD} (*complementary to dominant wavelength*); in alcuni casi la lunghezza d'onda complementare alla lunghezza d'onda dominante λ_{CD} (*complementary to dominant wavelength*) corrisponde alla lunghezza d'onda complementare λ_D (*complementary wavelength*).

Il colore, es. Rosso R (*Red*), che ha massima saturazione $S_{max}=255$, si desatura aggiungendo un colore acromatico Bianco W(*White*)/Nero K(*Black*), o il colore complementare ad esso, es. Ciano C (*Cyan*); il colore originale diventa prima il colore “ingrigito” con saturazione media $S_{med}=128$, e poi il colore Grigio 50% N50 (*Gray50%*) con saturazione minima $S_{min}=0$ Grigio N(*Gray o Grey*).



L'immagine a colori originale si desatura aggiungendo un colore acromatico Bianco W(*White*)/Nero K(*Black*), o il colore complementare ad esso, es. per il Rosso R (*Red*) è il Ciano C (*Cyan*); così l'immagine è “ingrigita”; ossia in Bianco W(*White*) e Nero K(*Black*), o meglio in scala di Grigio N(*Gray o Grey*). Poi l'immagine diventa ridotta a tratto, convertendo tutti i grigi o in Bianco W(*White*) o in Nero K(*Black*), o meglio nei Bianco W(*White*) e Nero K(*Black*) primari.

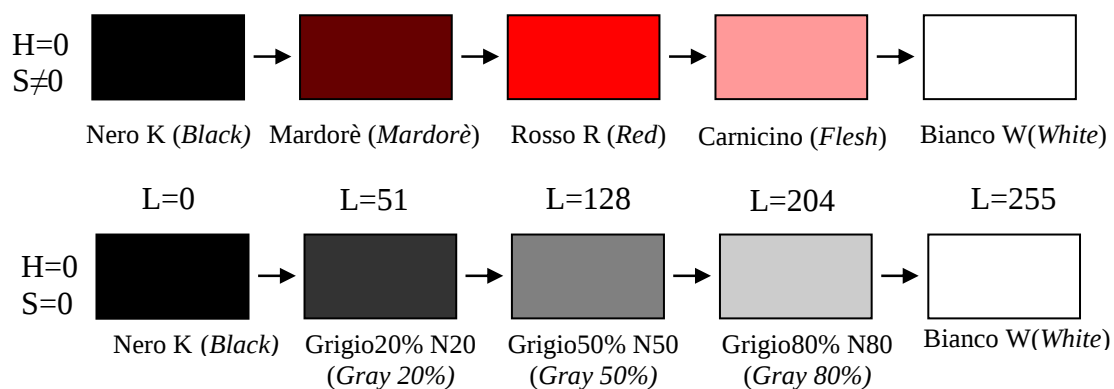
Desaturazione /Riduzione a tratto



• **Luminosità L** (*Lightness, Brightness, Luminosity*) o Valore (*Value*) indica il contenuto energetico di un colore, indica in che misura è percepita nel colore in esame la luce emessa, riflessa o trasmessa da un oggetto.

La Luminosità L indica il colore acromatico Bianco W(*White*), Nero K(*Black*) o Grigio N (*Gray o Grey*) a cui un colore cromatico di qualsiasi Tonalità H è equivalente, all'azzeramento della Saturazione S.

Equivalenza colori cromatici – colori acromatici



Quantizzazione dei livelli di colore

Un colore o una qualsiasi sua sfumatura può essere rappresentato con tre numeri, tre grandezze, ovvero tre parametri di colore o meglio tre coordinate colorimetriche.

Le coordinate colorimetriche utilizzate in questo testo sono il tripletto HSL, (H, S, L), Tonalità H, Saturazione S e Luminosità L; ma sarà utilizzato anche il tripletto RGB, (R, G, B), componente Rossa R(*Red*), componente Verde G(*Green*), componente Blu B(*Blue*); in quest'ultimo caso ogni componente indica il contenuto di ciascun primario nel colore. Ad esempio nella notazione 8-bit per canale, il primario acromatico Nero K (*Black*) può essere espresso con i tripletti (H = 0, S = 0, L = 0) o (R = 0, G = 0, B = 0).

es. Coordinate colorimetriche del colore primario acromatico Nero K (*Black*)

	Nero		
	K		
	<i>(Black)</i>		
Tonalità=H	H=0	R=0	R=Componente Rossa (<i>Red</i>)
Saturazione=S	S=0	G=0	G=Componente Verde (<i>Green</i>)
Luminosità=L	L=0	B=0	B=Componente Blu (<i>Blue</i>)

In Informatica i livelli di colore sono quantizzati, in altre parole variano in modo discontinuo, ad esempio nella notazione 8-bit per canale, ciascuna coordinata colorimetrica può assumere solo i seguenti valori 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, ..., 252, 253, 254, 255; in questo modo ciascuna coordinata è rappresentata da numeri interi positivi o nulli, compresi tra 0 e 255, quindi ciascuna coordinata può assumere 256 valori distinti totali, ossia 256 valori quantizzati.

Es. Notazione 8-bit per canale*

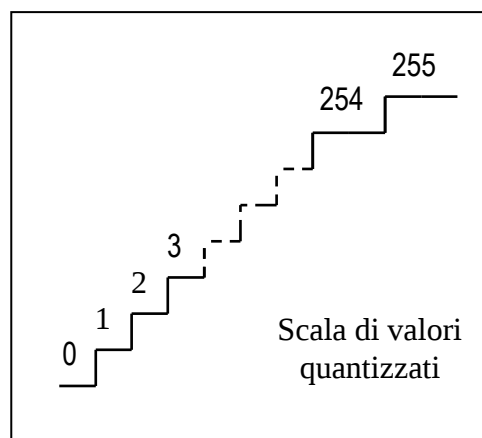
coordinata colorimetrica = $\underbrace{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots, 252, 253, 254, 255}_{256 \text{ valori quantizzati}}$

Colore =Tripletto HSL, (H, S, L):

Tonalità H	H=0, 1, 2, 3,.....,254, 255
Saturazione S	S=0, 1, 2, 3,.....,254, 255
Luminosità L	L=0, 1, 2, 3,.....254, 255

Colore = Tripletto RGB, (R,G,B):

Componente Rossa R	R=0, 1, 2, 3,.....,254, 255
Componente Verde G	G=0, 1, 2, 3,.....,254, 255
Componente Blu B	B=0, 1, 2, 3,.....,254, 255



* b = bit (*binary digit*=cifra binaria) = unità atomica dell'informazione

canale (*channel*) = cammino in cui le informazioni fluiscono nel sistema, es. pc

Si ricorda che il bit *b* (*binary digit=cifra binaria*) è l'unità atomica dell'informazione, mentre il canale (*channel*) è il cammino attraverso il quale le informazioni possono fluire nel sistema, come ad esempio in un computer. Ogni singolo bit è rappresentato dai soli simboli matematici 0 e 1; ogni singolo bit può rappresentare solo due informazioni, poiché ogni singolo elemento elettronico, magnetico o ottico può assumere solo due stati [chiuso (passaggio di corrente) / aperto (senza passaggio di corrente), magnetizzato / non-magnetizzato, etc.], invece insiemi di *n* bit possono rappresentare *N* informazioni, $N=2^n$, *N* è una potenza di 2, poiché il singolo bit può rappresentare solo due informazioni. In generale insiemi di *n* bit possono rappresentare *N* informazioni o stati o combinazioni o valori, dove *N* è un numero uguale a 2^n , $N=2^n$; ad esempio nella notazione 8-bit per canale, l'insieme di 8 bit rappresenta i 256 valori quantizzati, perché per $n=8$, $N=2^8=256$. Nella notazione *n*-bit per canale, l'insieme di *n* bit rappresenta l'intervallo di *N* valori quantizzati: il cui valore minimo assoluto è lo zero, $\min=0$, e il massimo assoluto è 2^n-1 , $\max_n=(2^n-1)$; ad esempio nella notazione 8-bit per canale, l'insieme di 8 bit rappresenta i 256 valori quantizzati che sono compresi tra 0 e 255, perché per $n=8$, $\min=0$ e $\max_8=(2^8-1)=256-1=255$.

n = numero di bit per canale

$$N=2^n$$

N = numero di valori quantizzati ottenuti da *n* bit

$$\min=0$$

$\min$ = minimo assoluto dei valori quantizzati ottenuti da *n* bit

$$\max_n=(2^n-1)$$

$\max_n$ = massimo assoluto dei valori quantizzati ottenuti da *n* bit

es.

$$n=8$$

n = numero di bit per canale

$$N=2^8=256$$

N = numero di valori quantizzati ottenuti da 8 bit

$$\min=0$$

$\min$ = minimo assoluto dei valori quantizzati ottenuti da 8 bit

$$\max_8=(2^8-1)=255$$

$\max_8$ = massimo assoluto dei valori quantizzati ottenuti da 8 bit

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, ..., 252, 253, 254, 255 = valori quantizzati ottenuti da 8 bit

Quindi un colore può essere rappresentato in questo testo con i seguenti triplette di coordinate colorimetriche:

- Triplette HSL, (H, S, L):

Tonalità H	H=0, 1, 2, 3, ..., 254, 255
Saturazione S	S=0, 1, 2, 3, ..., 254, 255
Luminosità L	L=0, 1, 2, 3, ..., 254, 255
- Triplette RGB, (R, G, B):

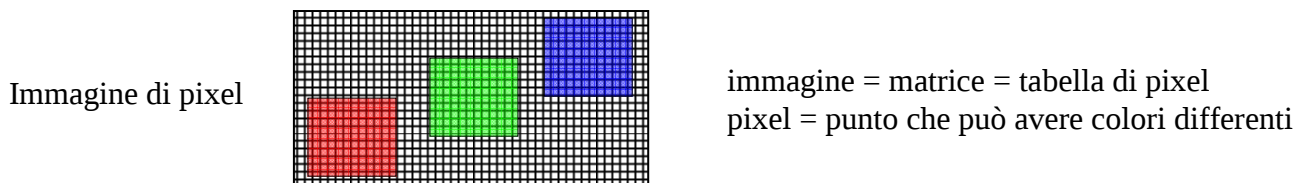
Componente Rossa R	R=0, 1, 2, 3, ..., 254, 255
Componente Verde G	G=0, 1, 2, 3, ..., 254, 255
Componente Blu B	B=0, 1, 2, 3, ..., 254, 255

In conclusione, se la coordinata colorimetrica è compresa nell'intervallo tra 0 e 255 e il valor medio è 127.5, questo valore è approssimato a 128, non per semplice arrotondamento (approssimazione per eccesso), ma per considerazioni logiche; così ad esempio il Grigio50% N50 (*Gray50%* o *Grey50%*) è espresso dal triplette (R = 128, G = 128, B = 128).

Quantizzazione dell'immagine

Ogni immagine è convertibile in una matrice, cioè in una tabella di pixel, punti o numeri, detti elementi della matrice, disposti per righe e per colonne.

Il pixel (*picture element*) è il punto di una immagine video al quale possono essere assegnati colori differenti. L'immagine, come tabella di pixel è rappresentata in figura.



Ad esempio nella notazione 8-bit per canale, se in ogni pixel ho 3 canali e per ciascuno di essi ho 8 bit, per ogni pixel ho 24 bit, quindi un colore può essere rappresentato come una combinazione di $n=24$ bit, e i colori rappresentabili sono $N=2^n=2^{24}=16M \approx 16.800.000$, ossia sedici mega, che sono più di sedici milioni di combinazioni differenti, molte di queste combinazioni non sono distinguibili per l'occhio umano.

es. $n=24$ $N=2^n=2^{24} \approx 16.800.000$

N = numero di stati o combinazioni o informazioni
 n = numero di bit per pixel

[Occorre prestare attenzione ai prefissi di moltiplicazione, perché possono assumere valore diverso a seconda del contesto, ad esempio chilo K o k , e mega M o M .

Infatti il Chilo K utilizzato in Informatica è maggiore del Chilo k utilizzato nelle altre Scienze:

$1K > 1k$:

$1K = 2^{10} = 1024$

K =chilo "informatico" es. $1Kb=1024b$ (b =bit),

$1k = 10^3 = 1000$

k =chilo es. $1kHz=1000Hz$ (Hz =hertz);

anche il Mega M utilizzato in Informatica M è maggiore del Mega M utilizzato nelle altre Scienze,

$1M > 1M$,

$1M = 1K \cdot 1K = 2^{10} \cdot 2^{10} = 1024 \cdot 1024$

M =mega "informatico" es. $1Mb=1024 \cdot 1024b$ (b =bit),

$1M = 1k \cdot 1k = 10^3 \cdot 10^3 = 1000 \cdot 1000$

M =mega es. $1MHz=1000 \cdot 1000Hz$ (Hz =hertz);

Ad esempio sedici mega "Informatico" è maggiore di sedici mega,

$16M > 16M$:

$16M = 2^{24} = 2^4 \cdot 2^{10} \cdot 2^{10} = 16 \cdot 1024 \cdot 1024 \approx 16.800.000$

M =mega "informatico"

$16M = 2^4 \cdot 10^6 = 2^4 \cdot 10^3 \cdot 10^3 = 16 \cdot 1000 \cdot 1000 = 16.000.000$

M =mega]

La rappresentazione di un'immagine RGB 24-bit, 24 bpp (*bit per pixel*) è quella utilizzata, ad esempio nei file per le immagini molto compressi JPEG [*Joint Photographic Experts Group*].

Sistemi di colore

I **Sistemi di colore** (detti anche modelli, o spazi di colore) sono strumenti che permettono di specificare un colore, cioè definire un colore senza ambiguità; permettono anche la visualizzazione o la creazione di un colore.

Un sistema di colore è uno spazio tridimensionale in cui si è fissato un sistema di riferimento, in esso ogni colore corrisponde a un determinato punto.

Ogni colore è individuato dalle tre coordinate colorimetriche, ad esempio (H, S, L), che corrispondono alle tre grandezze Tonalità H, Saturazione S e Luminosità L.

Sistema di Carlieri-Bianco

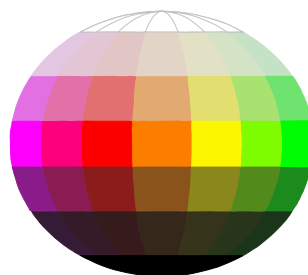
Il **Sistema di Carlieri-Bianco** è composto da un numero infinito di colori, ma rappresentato con un numero finito di colori. Gli stimoli che generano i colori sono infiniti, mentre il numero dei colori osservabili sono finiti, perché una stessa sensazione di colore può essere prodotta da tutte le lunghezze d'onda di un dato intervallo del visibile, così si spiegano l'arcobaleno, che è composto da bande di colore invece che da un continuo, e il metamerismo, in cui due sorgenti di luce con spettri diversi possono essere percepite come identiche.

Il Sistema di Carlieri-Bianco è costituito da una sfera formata da un numero infinito di punti-colore, ossia punti a colore costante, o meglio punti a Tonalità H, Saturazione S e Luminosità L costanti. In questo modello il colore varia in modo continuo e i colori sfumano uno nell'altro come in un acquerello.

Il Sistema di Carlieri-Bianco è rappresentato con una sfera formata da un numero finito di tasselli-colore, ossia tasselli a colore costante, o meglio tasselli a Tonalità H, Saturazione S e Luminosità L costanti. In questo modello il colore varia in modo discontinuo, i colori cambiano da un tassello all'altro come in un mosaico.



Sfera “Acquerello”
punti-colore
(in teoria infiniti)



Sfera “Mosaico”
tasselli-colore
(in pratica finiti)

Nella sfera i colori si dispongono secondo le tre variabili: Tonalità H, Saturazione S e Luminosità L. La Luminosità L ha la stessa direzione dell'asse e cresce verso l'alto, da $L_{\min}=0$ a $L_{\max}=255$, la Tonalità H e la Saturazione S variano nei cerchi che giacciono nei piani perpendicolari all'asse e che hanno centro sull'asse, più precisamente la Tonalità H cresce lungo le circonferenze in senso antiorario, con minimo e massimo nel Rosso R, da $H_{\min}=0$ a $H_{\max}=255$, mentre la Saturazione S cresce lungo il raggio all'aumentare della distanza dal centro del cerchio, da $S_{\min}=0$ a $S_{\max}=255$, vedi figura.

- Sistema di Carlieri-Bianco

Sfera cromatica:

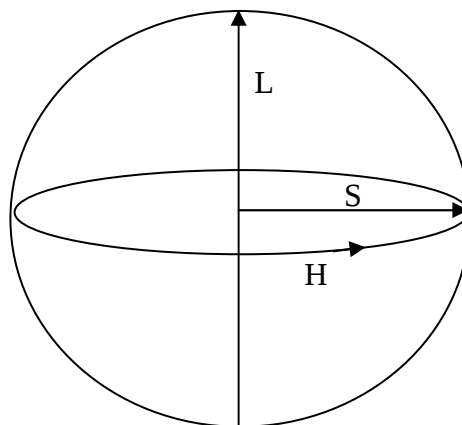
Parametri di colore

H=Tonalità (Hue): $0=H_{\min} \leq H \leq H_{\max}=255$

S=Saturazione (Saturation): $0=S_{\min} \leq S \leq S_{\max}=255$

L=Luminosità (Lightness, Brightness, Luminosity):

$0=L_{\min} \leq L \leq L_{\max}=255$



Nella sfera i colori primari, cromatici ed acromatici, si dispongono come in figura

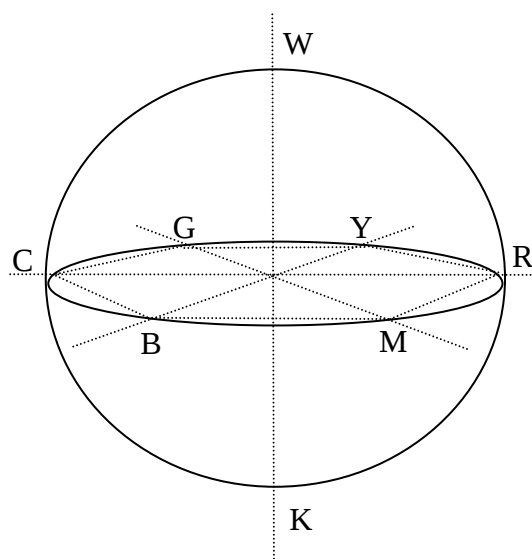
- Sistema di Carlieri-Bianco

Sfera cromatica:

Colori primari

cromatici B = Blu (Blue)
 C = Ciano (Cyan)
 G = Verde (Green)
 M = Magenta (Magenta)
 R = Rosso (Red)
 Y = Giallo (Yellow)

acromatici W = Bianco (White)
 K = Nero (Black)



La disposizione dei colori nella sfera può essere esemplificata attraverso il cerchio cromatico. Il **cerchio cromatico** è costituito da tasselli a colore costante, disposti in una corona circolare e in un esagono. L'esagono, inscritto nella circonferenza più piccola della corona, è formato da un triangolo centrale e da tre triangoli periferici. Il triangolo centrale è composto dai tre colori cromatici primari I, [es. in sintesi sottrattiva Ciano C(Cyan), Magenta M(Magenta), Giallo Y(Yellow)]; i triangoli periferici sono composti dai colori cromatici secondari II, ottenuti dai due primari I adiacenti, [es. in sintesi sottrattiva Rosso R(Red), Verde G(Green), Blu B(Blue)]. L'esagono è a sei colori: tre primari I e tre secondari II. La corona circolare è a dodici colori cromatici: tre primari I, tre secondari II e sei terziari III; i tre primari I si trovano in corrispondenza dei vertici del triangolo centrale, i tre secondari II in corrispondenza dei vertici dei triangoli periferici, i tre terziari III negli spazi che restano. Occorre notare che, nella corona circolare la successione dei colori è esattamente la stessa in sintesi additiva RGB e in sintesi sottrattiva CMY; la sequenza dei colori, in senso antiorario, è la seguente Rosso R(Red), Rosso e Giallo R+Y (Red and Yellow) detto anche Arancio o Arancione O(Orange), Giallo Y(Yellow), Giallo e Verde Y+G

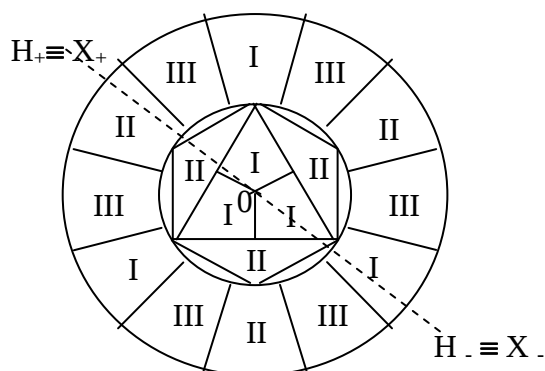
(Yellow and Green), Verde G(Green), Verde e Ciano G+C (Green and Cyan), Ciano C(Cyan), Ciano e Blu C+B (Cyan and Blue), Blu B(Blue), Blu e Magenta B+M (Blue and Magenta) detto anche Viola o Violetto V (Violet), Magenta M(Magenta), Magenta e Rosso M+R (Magenta and Red), poi di nuovo Rosso R(Red), vedere figure nelle pagine successive. Nel cerchio cromatico la Tonalità H varia lungo una circonferenza, mentre la Saturazione S e la Luminosità L sono costanti; in particolare la Tonalità H cresce in senso antiorario dal valore minimo uguale a zero, $H_{\min}=0$, al valore massimo uguale 255, $H_{\max}=255$, entrambi i valori sono nel Rosso R; la Saturazione S è massima e uguale a 255, $S_{\max}=255$, e la Luminosità L è media e uguale a 128, $L_{\text{med}}=128$, vedere figure nelle pagine successive.

Nel cerchio cromatico i colori complementari $\{X_+, X_-\}$ sono la coppia di colori opposti al centro, sono la coppia di colori che si trova sulla stessa retta passante per l'origine 0 del sistema $\{X_+, X_-\}_{\text{retta } \times 0}$, uniti producono un colore acromatico, Bianco W(White), Nero K(Black) o Grigio N (Gray o Grey).

Nel cerchio cromatico la coppia di colori complementari $\{X_+, X_-\}$ può essere costituita da un primario I ed un secondario II $\{I_+, II_-\}$ o da due terziari III $\{III_+, III_-\}$. Nel cerchio cromatico i colori complementari $\{X_+, X_-\}$ coincidono con le tonalità complementari $\{H_+, H_-\}$, $\{X_+, X_-\}_{\text{retta } \times 0} \equiv \{H_+, H_-\}_{\text{retta } \times 0}$, poiché la Saturazione S e la Luminosità L sono costanti, vedi figura nella pagina successiva.

- Sistema di Carlieri-Bianco

Cerchio cromatico - S, L costanti e H variabile:
Tonalità complementari



$$\{X_+, X_-\}_{\text{retta } \times 0} \equiv \{H_+, H_-\}_{\text{retta } \times 0}$$

$$0 = (H_{\min})_R \leq H \leq (H_{\max})_R = 255$$

$$S = S_{\max} = 255$$

$$L = L_{\text{med}} = 128$$

$$II = I + I$$

$$III = I + II$$

I = Colore primario, II = Colore secondario, III = Colore terziario

X = Colore campione, 0 = Origine del sistema

$\{X_+, X_-\}_{\text{retta } \times 0}$ = Colori complementari sulla retta per 0

$\{H_+, H_-\}_{\text{retta } \times 0}$ = Tonalità complementari sulla retta per 0

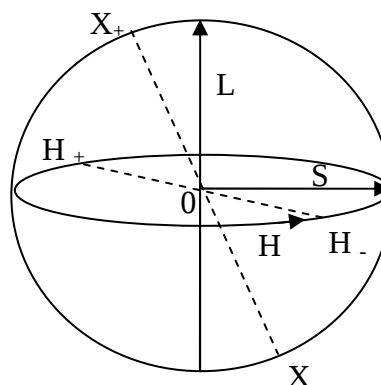
H = Tonalità (Hue); $(H_{\min})_R$ =Tonalità minima nel Rosso=0, $(H_{\max})_R$ =Tonalità massima nel Rosso=255

S = Saturazione (Saturation); $S_{\min}$ =Saturazione minima=0, $S_{\max}$ =Saturazione massima=255

L = Luminosità (Lightness, Brightness, Luminosity);

$L_{\min}$ =Luminosità minima=0, $L_{\max}$ =Luminosità massima=255, L_{med} =Luminosità media=128

Sfera cromatica - S, L e H variabili:
Colori e Tonalità complementari



$$\{X_+, X_-\}_{\text{retta } \times 0} \neq \{H_+, H_-\}_{\text{retta } \times 0}$$

$$0 = (H_{\min})_R \leq H \leq (H_{\max})_R = 255$$

$$0 = S_{\min} \leq S \leq S_{\max} = 255$$

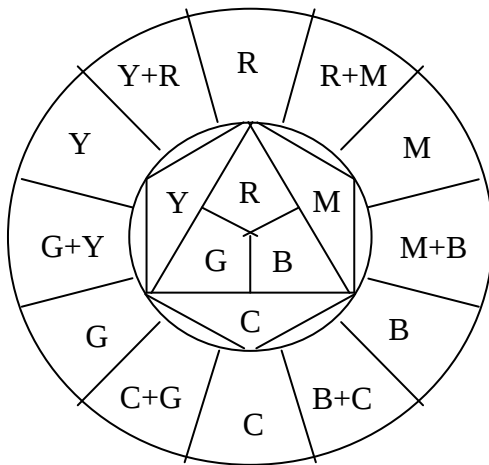
$$0 = L_{\min} \leq L \leq L_{\max} = 255$$

- Sistema di Carlieri-Bianco

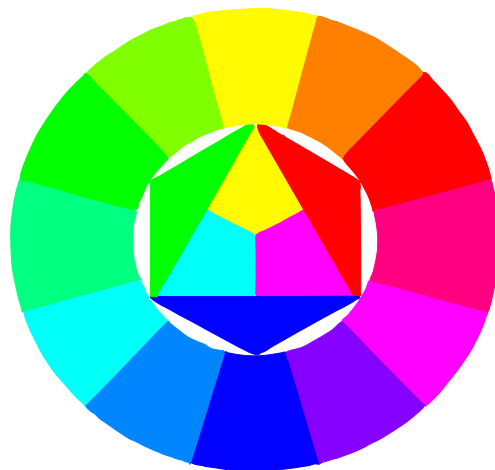
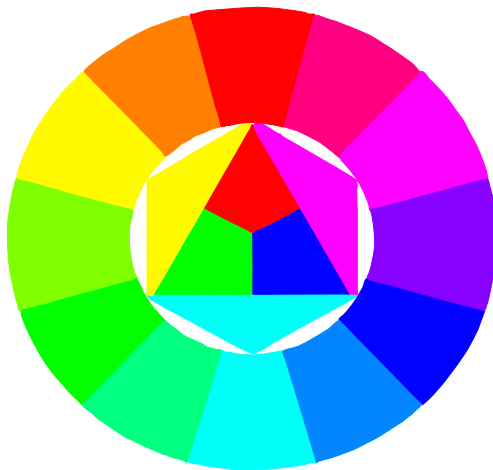
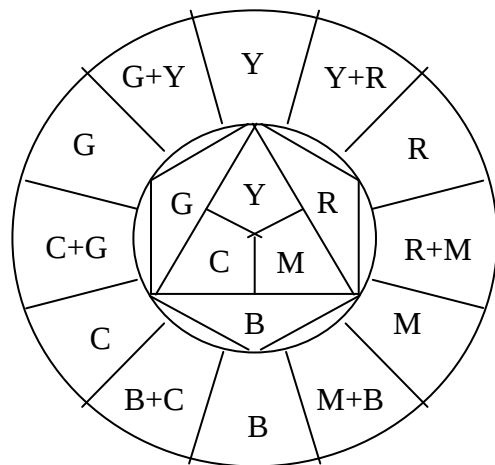
Cerchio cromatico:

Colori primari, secondari, terziari e complementari

Sintesi additiva RGB



Sintesi sottrattiva CMY



R=Rosso (*Red*)

R+Y=Rosso e Giallo (*Red and Yellow*) = O = Arancio o Arancione (*Orange*)

Y=Giallo (*Yellow*)

Y+G=Giallo e Verde (*Yellow and Green*)

G=Verde (*Green*)

G+C=Verde e Ciano (*Green and Cyan*)

C=Ciano (*Cyan*)

C+B=Ciano e Blu (*Cyan and Blue*)

B=Blu (*Blue*)

B+M=Blu e Magenta (*Blue and Magenta*) = V = Viola o Violetto (*Violet*)

M=Magenta (*Magenta*)

M+R=Magenta e Rosso (*Magenta and Red*)

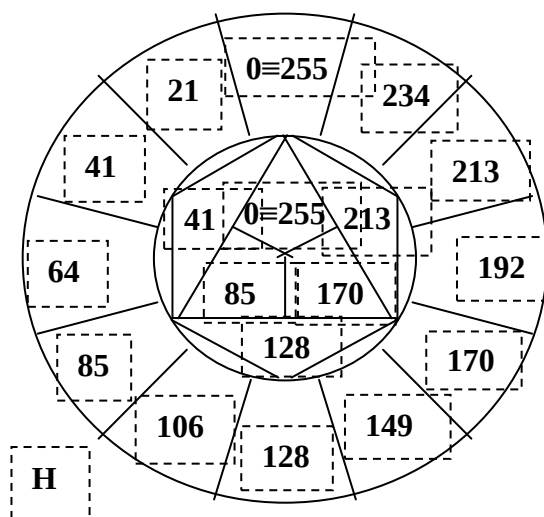
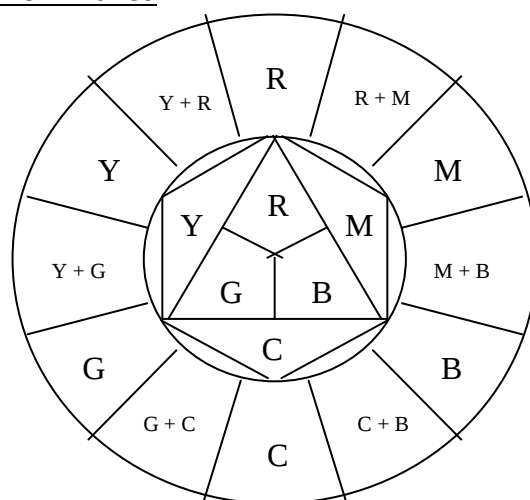
La Tonalità H, Saturazione S e Luminosità L di ogni colore sono indicate nelle figure seguenti

- Sistema di Carlieri-Bianco

Cerchio cromatico:

Tonalità

Sintesi additiva



H = Tonalità (*Hue*); vedi schema

S = Saturazione (*Saturation*); $S_{\max}$ = Saturazione massima = 255

L = Luminosità (*Lightness, Brightness, Luminosity*); L_{med} = Luminosità media = 128

R=Rosso (*Red*)

R+Y=Rosso e Giallo (*Red and Yellow*) = O = Arancio o Arancione (*Orange*)

Y=Giallo (*Yellow*)

Y+G=Giallo e Verde (*Yellow and Green*)

G=Verde (*Green*)

G+C=Verde e Ciano (*Green and Cyan*)

C=Ciano (*Cyan*)

C+B=Ciano e Blu (*Cyan and Blue*)

B=Blu (*Blue*)

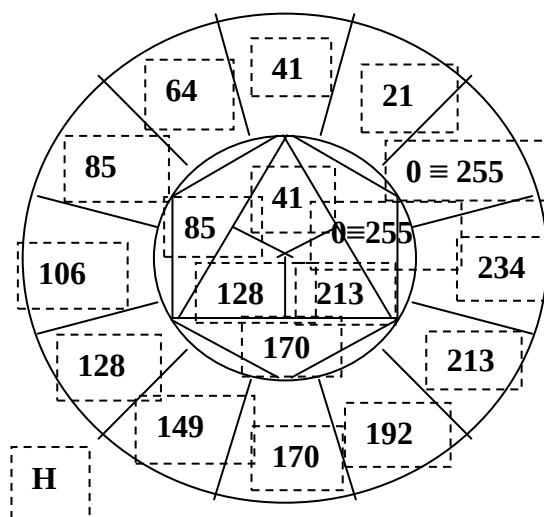
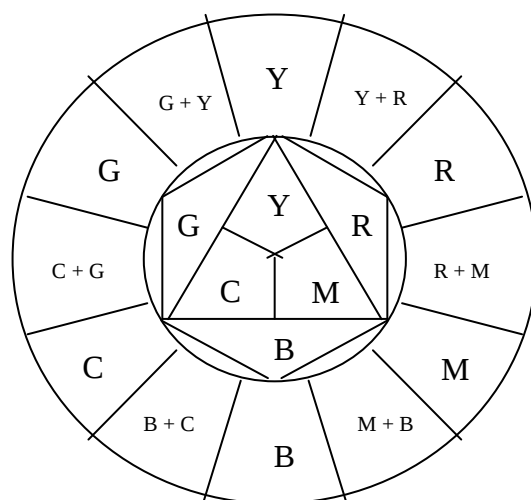
B+M=Blu e Magenta (*Blue and Magenta*) = V = Viola o Violetto (*Violet*)

M=Magenta (*Magenta*)

M+R=Magenta e Rosso (*Magenta and Red*)

- Sistema di Carlieri-Bianco

Cerchio cromatico
Tonalità
Sintesi sottrattiva



H = Tonalità (*Hue*); vedi schema

S = Saturazione (*Saturation*); $S_{\max}$ = Saturazione massima = 255

L = Luminosità (*Lightness, Brightness, Luminosity*); L_{med} = Luminosità media = 128

R=Rosso (*Red*)

R+Y=Rosso e Giallo (*Red and Yellow*) = O = Arancio o Arancione (*Orange*)

Y=Giallo (*Yellow*)

Y+G=Giallo e Verde (*Yellow and Green*)

G=Verde (*Green*)

G+C=Verde e Ciano (*Green and Cyan*)

C=Ciano (*Cyan*)

C+B=Ciano e Blu (*Cyan and Blue*)

B=Blu (*Blue*)

B+M=Blu e Magenta (*Blue and Magenta*) = V = Viola o Violetto (*Violet*)

M=Magenta (*Magenta*)

M+R=Magenta e Rosso (*Magenta and Red*)

La **sfera cromatica** è costituita da tasselli a colore costante, delimitati da superfici cilindriche coassiali all'asse, da piani meridiani e piani paralleli e dalla superficie esterna della sfera stessa.

I colori acromatici sono sull'asse, i colori cromatici sono sulla superficie esterna. I colori cromatici e acromatici sono primari I, secondari II, terziari III, etc.

In una sfera cromatica la Tonalità H varia lungo i paralleli, la Saturazione S lungo i raggi dei paralleli, e la Luminosità L lungo l'asse della sfera; in particolare la Tonalità H cresce in senso antiorario dal valore minimo uguale a 0 nel Rosso R , $H_{\min}=0$, al valore massimo uguale 255 sempre nel Rosso R , $H_{\max}=255$; la Saturazione S cresce verso l'esterno dal valore minimo uguale a 0 sull'asse, $S_{\min}=0$, al valore massimo uguale a 255 sulla superficie, $S_{\max}=255$; la Luminosità L cresce verso l'alto dal valore minimo uguale a 0 nel Nero K , $L_{\min}=0$, al valore massimo uguale a 255 nel Bianco W , $L_{\max}=255$. I piani paralleli della sfera, tra cui anche il piano equatoriale, sono detti piani Tonalità-Saturazione H - S , su di essi la Luminosità L assume un valore costante, caratteristico per ciascun piano. L'asse di rotazione della sfera è detta asse della Luminosità L , su di esso Tonalità H e Saturazione S sono costanti.

La sfera cromatica può essere rappresentata mediante le proiezioni di facce opposte, le sezioni orizzontali e le sezioni verticali.

Le **proiezioni di facce opposte** sono la rappresentazione su un piano della superficie della sfera cromatica o di una sua parte, (vedi figure).

Le **sezioni orizzontali** o trasversali sono i piani paralleli, sono i cerchi-sezione della superficie di rotazione della sfera con un piano perpendicolare all'asse, sono i cerchi a Luminosità costante $L=\text{cost}$; tra queste la sezione equatoriale è il cerchio che ha Luminosità costante media L_{med} uguale a 128, $L_{\text{med}}=128$, e la cui corona circolare più esterna coincide con quella del cerchio cromatico, già descritto; (vedi figure).

Le **sezioni verticali** o longitudinali sono i piani meridiani, sono i cerchi-sezione della superficie di rotazione della sfera con un piano passante per l'asse, sono i cerchi a colori complementari costanti $\{X_+, X_-\} = \text{cost}$; queste sezioni mostrano i risultati delle mescolanze dei due colori complementari considerati $\{X_+, X_-\}$, (vedi figure).

Nella sfera cromatica, i colori complementari $\{X_+, X_-\}$ sono la coppia di colori opposti al centro, sono la coppia di colori che si trova sulla stessa retta passante per l'origine 0 del sistema $\{X_+, X_-\}$ retta $\times 0$, e uniti producono un colore acromatico, Bianco W (White) e Nero K (Black), rispettivamente in sintesi additiva teorica RGB e sottrattiva teorica CMY.

Il Sistema di Carlieri-Bianco trae origine dal **Sistema di Itten**.

Le differenze tra i due Sistemi sono dovute alla diversa scelta dei primari e alla diversa variazione della Luminosità L . Le differenze tra i due Sistemi possono essere osservate più semplicemente attraverso il confronto dei cerchi cromatici.

Nel cerchio del Sistema di Carlieri-Bianco i colori primari additivi I_a sono RGB: Rosso R (Red), Verde G (Green), Blu B (Blue), e i sottrattivi I_s sono CMY: Ciano C (Cyan), Magenta M (Magenta), Giallo Y (Yellow); nel cerchio del Sistema di Itten i colori primari sottrattivi I_s sono RYB: Rosso R (Red), Giallo Y (Yellow), Blu B (Blue).

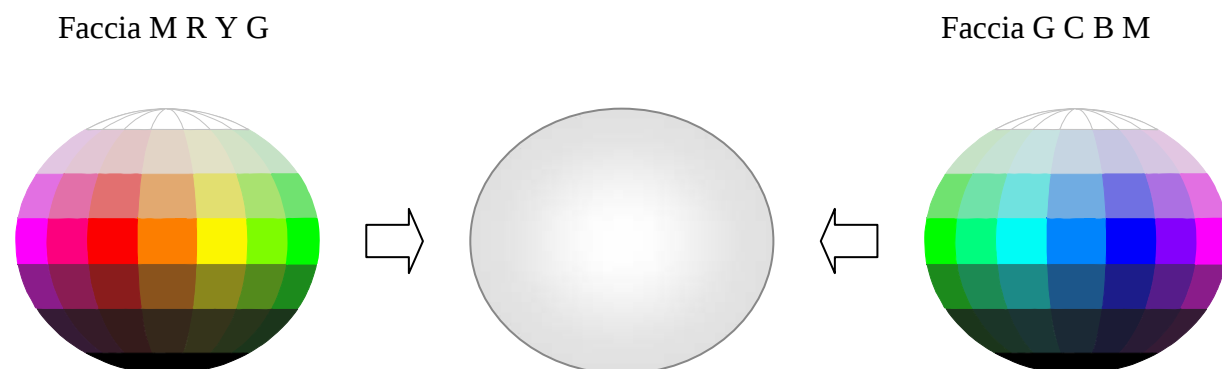
Nel cerchio del Sistema di Carlieri-Bianco la luminosità L è costante, nel cerchio del Sistema di Itten la Luminosità L varia: " *i paralleli non collegano colori di pari luminosità*" (Johanes Itten).

Le differenze tra i due sistemi visibili nelle sfere cromatiche sono dovute alle differenze già esaminate nei cerchi cromatici.

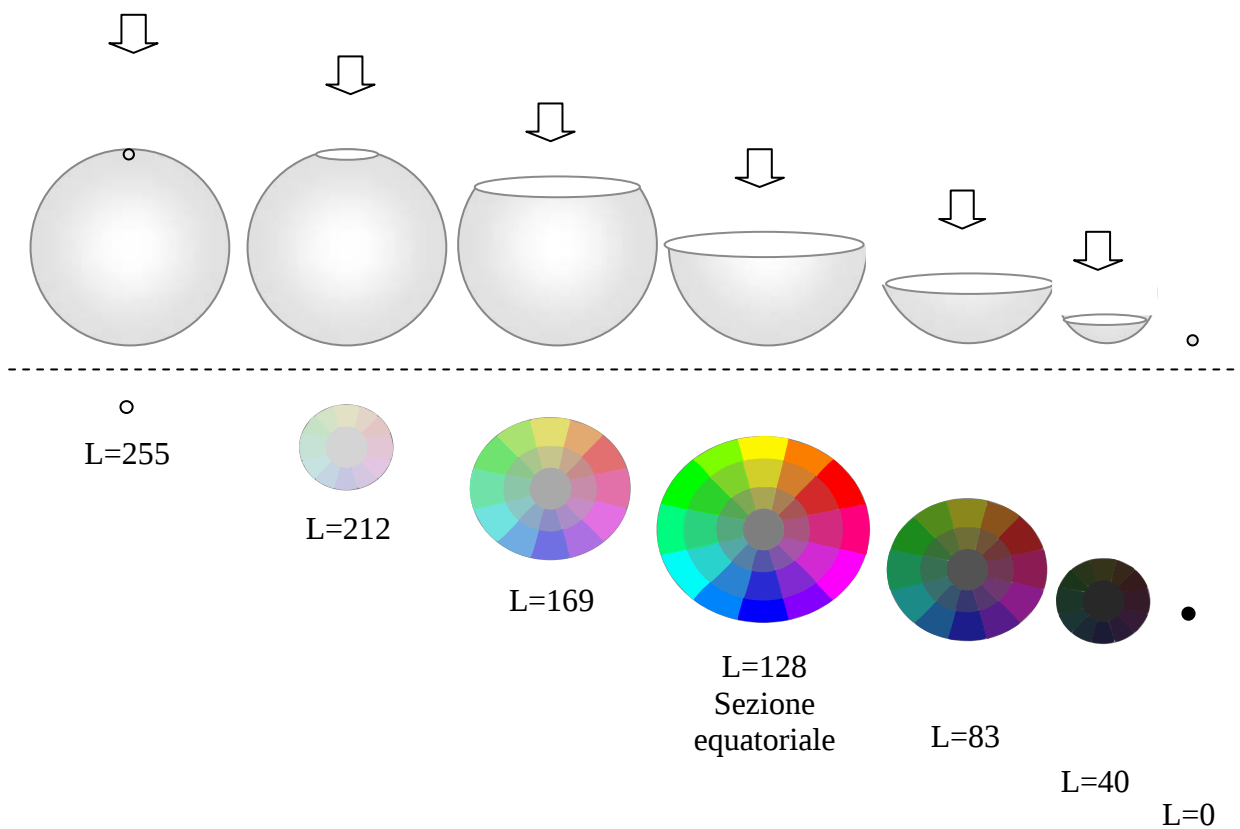
Per concludere, nella sfera del Sistema di Carlieri-Bianco il digradamento dei colori risulta più armonico di quello osservato nella sfera di Itten; il primo è l'evoluzione del secondo.

- Sistema di Carlieri-Bianco: Sfera cromatica

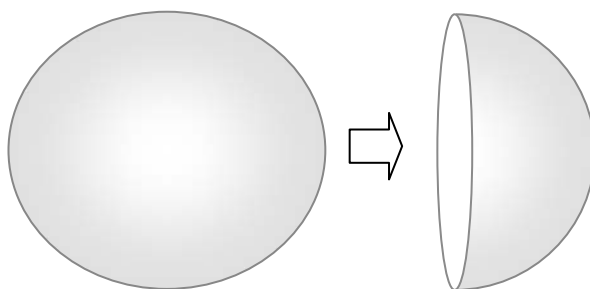
Proiezioni delle due facce opposte



Sezioni orizzontali o trasversali (o a Luminosità costante $L=\text{cost}$)

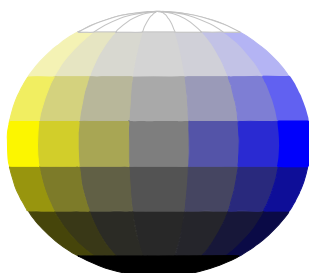


- Sistema di Carlieri-Bianco: Sfera cromatica

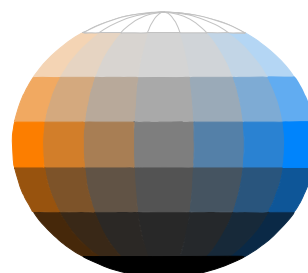


Colori complementari primari

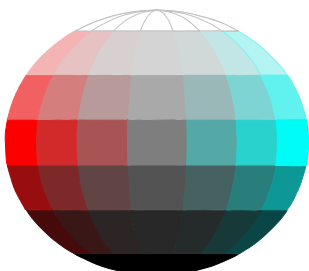
Colori complementari secondari



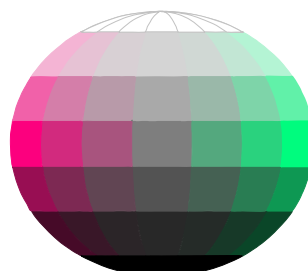
{ Giallo, Blu }
 { Y, B }
 { 41, 70 }



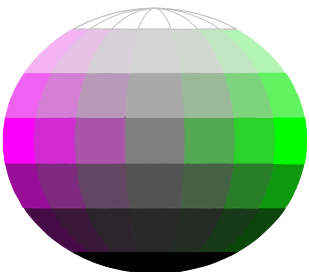
{ Arancio, (Ciano+Blu) }
 { O, (C+B) }
 { 21, 149 }



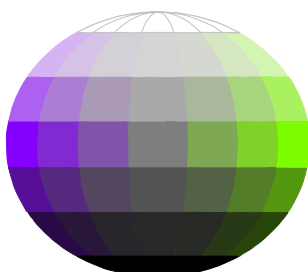
{ Rosso, Ciano }
 { R, C }
 { 0, 128 }



{ (Rosso+Magenta), (Verde+Ciano) }
 { (R+M), (G+C) }
 { 234, 106 }



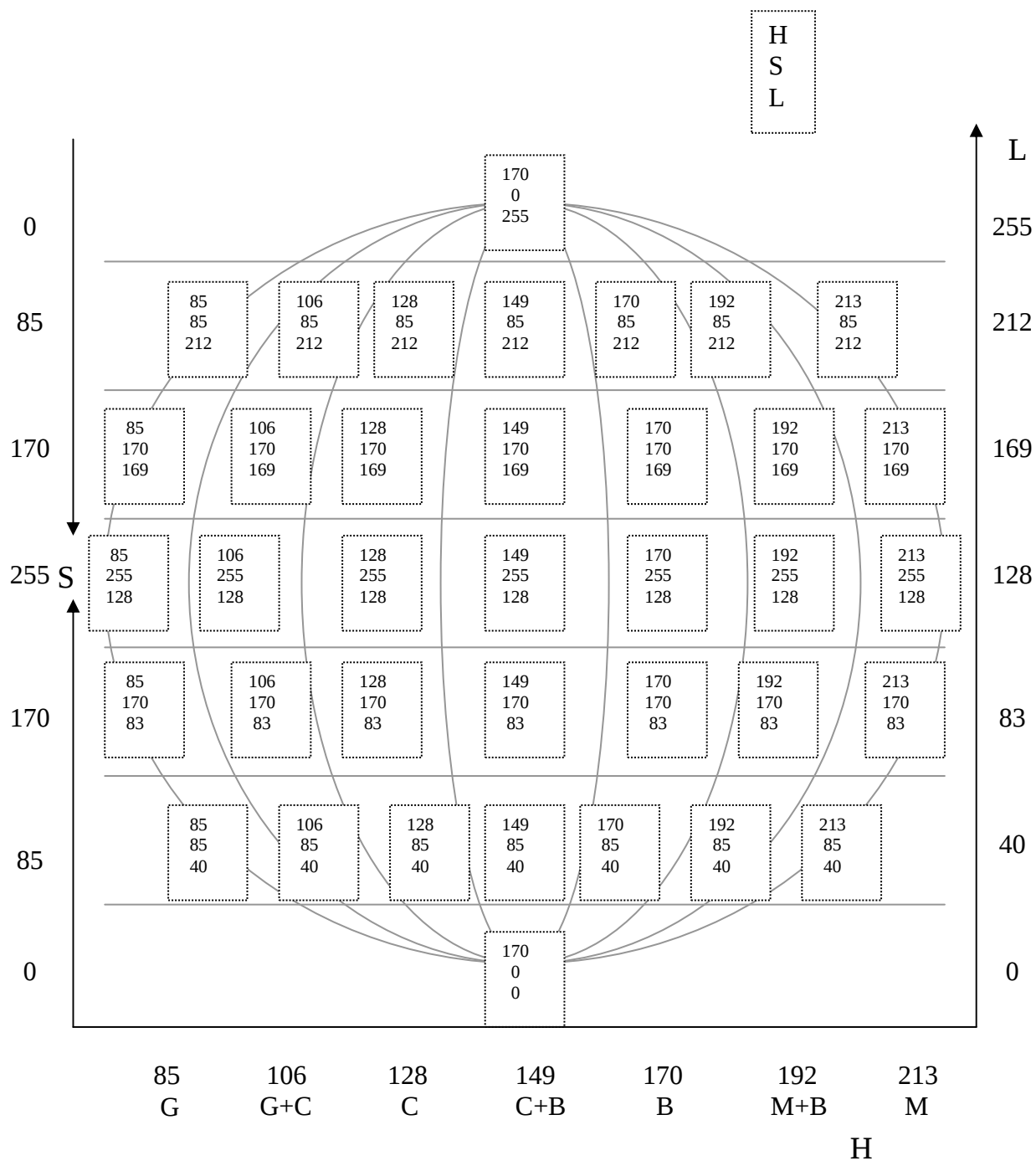
{ Magenta, Verde }
 { M, G }
 { 213, 85 }



{ Viola, (Verde+Giallo) }
 { V, (G+Y) }
 { 192, 41 }

- Sistema di Carlieri-Bianco

Sfera cromatica di Carlieri-Bianco: proiezione della faccia G C B M



H = Tonalità (*Hue*)

S = Saturazione (*Saturation*)

L = Luminosità (*Lightness, Brightness, Luminosity*)

G = Verde (*Green*)

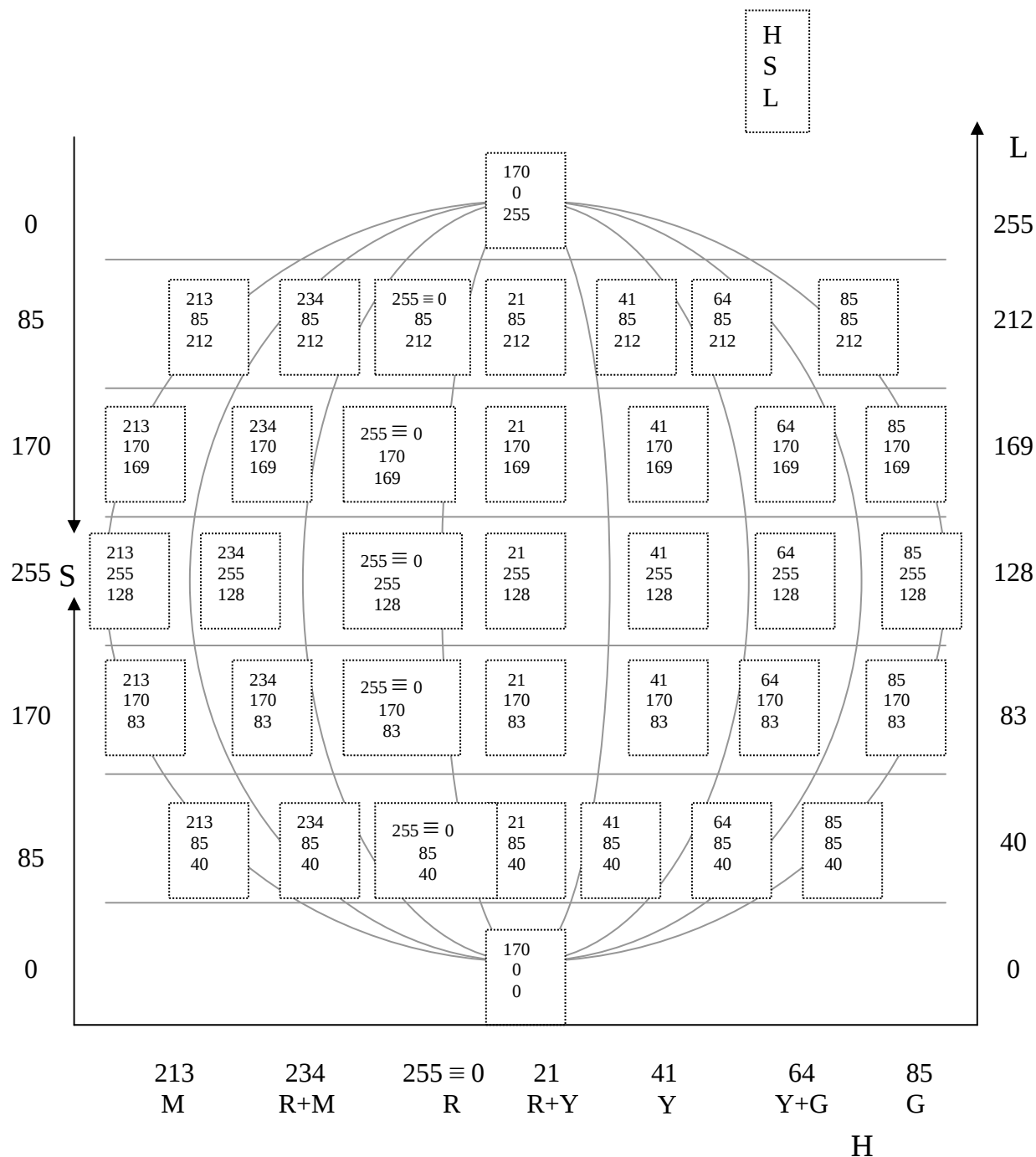
C = Ciano (*Cyan*)

B = Blu (*Blue*)

M = Magenta (*Magenta*)

- Sistema di Carlieri-Bianco

Sfera cromatica di Carlieri-Bianco: proiezione della faccia M R Y G



H = Tonalità (*Hue*)

S = Saturazione (*Saturation*)

L = Luminosità (*Lightness, Brightness, Luminosity*)

M = Magenta (*Magenta*)

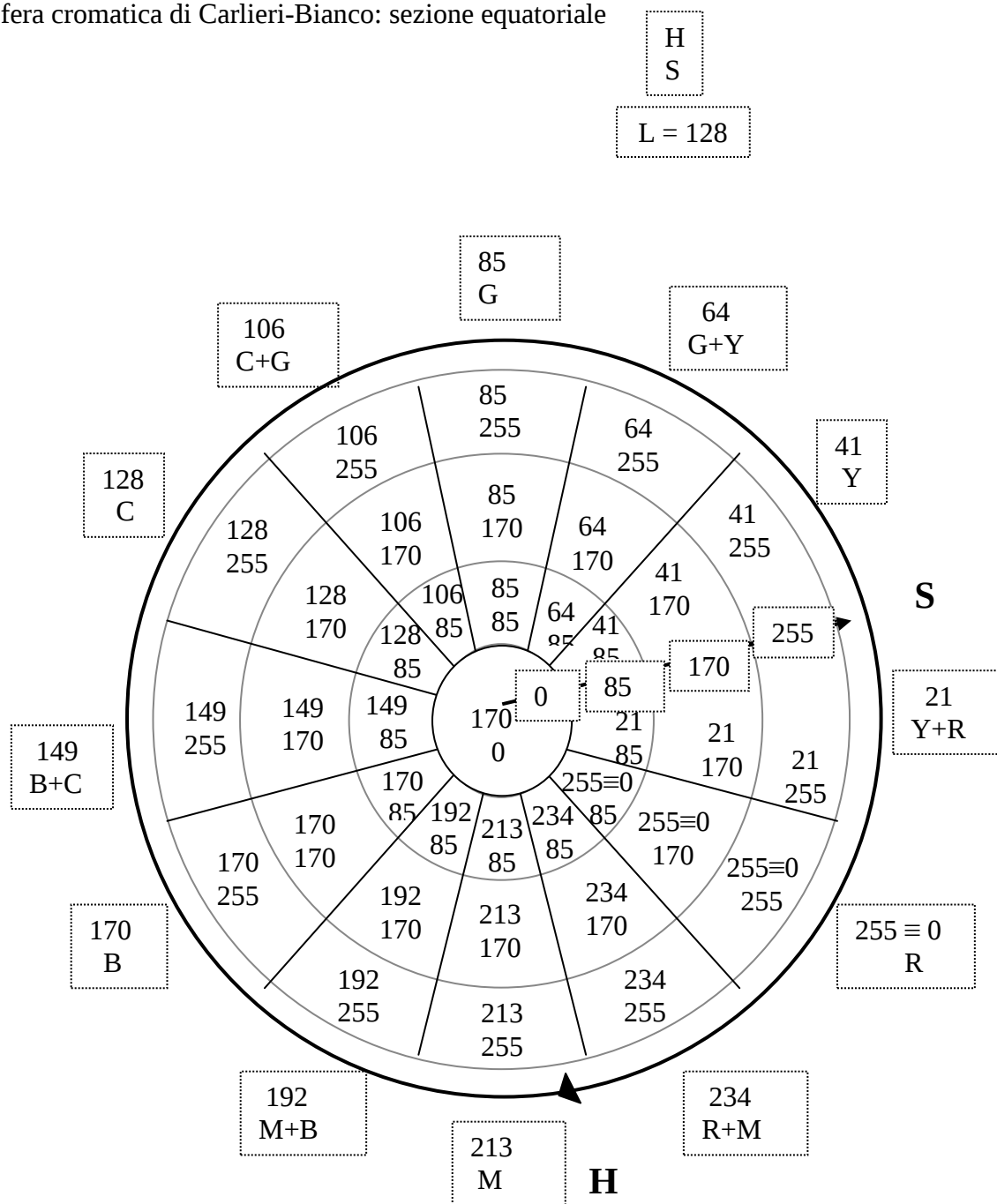
R = Rosso (*Red*)

Y = Giallo (*Yellow*)

G = Verde (*Green*)

- Sistema di Carlieri-Bianco

Sfera cromatica di Carlieri-Bianco: sezione equatoriale



H = Tonalità (*Hue*)

S = Saturazione (*Saturation*)

L = Luminosità (*Lightness, Brightness, Luminosity*)

R = Rosso (*Red*)

M = Magenta (*Magenta*)

B = Blu (*Blue*)

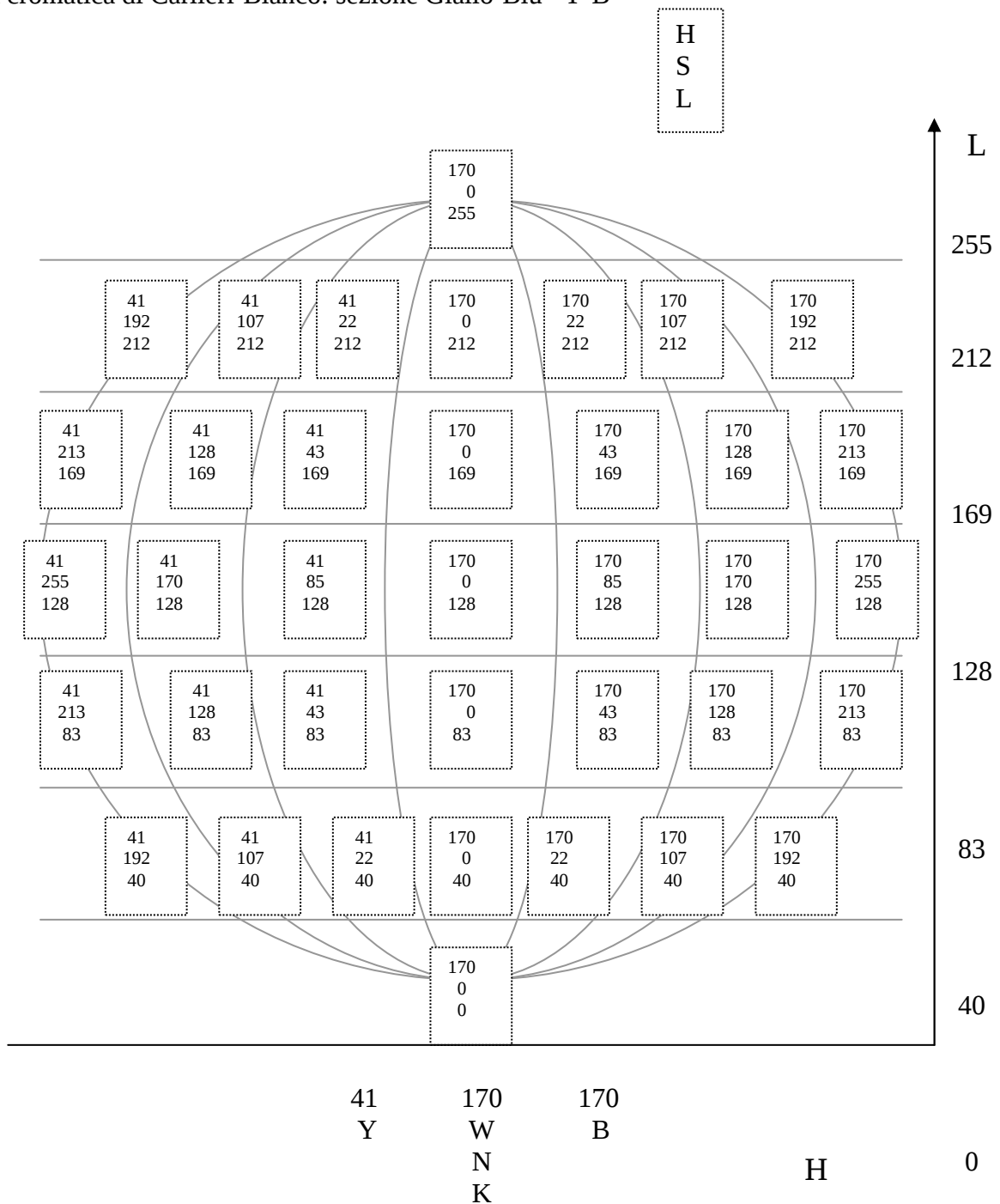
C = Ciano (*Cyan*)

G = Verde (*Green*)

Y = Giallo (*Yellow*)

- Sistema di Carlieri-Bianco

Sfera cromatica di Carlieri-Bianco: sezione Giallo-Blu Y-B



Confronto fra Sistema di Carlieri-Bianco e sistemi preesistenti

Il **Sistema di Carlieri-Bianco** deriva dai seguenti modelli di colore: Sistema di Itten, Sistema HLS, Sistema CIELAB 1976.

Confronto fra Sistema di Carlieri-Bianco e Sistema di Itten

Entrambi i sistemi sono costruiti sullo stesso modello geometrico sferico, ma differiscono per la diversa scelta dei primari e per la diversa variazione della Luminosità L.

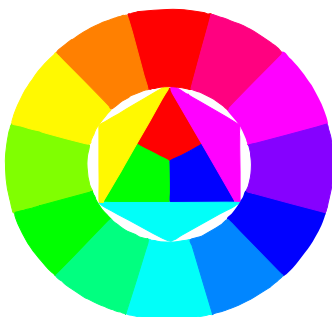
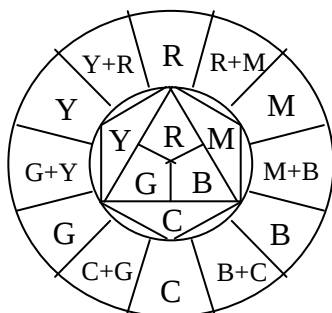
La diversa scelta dei primari può essere osservata più semplicemente dal confronto del cerchio cromatico del Sistema di Carlieri-Bianco in sintesi additiva o sottrattiva con il cerchio cromatico del Sistema di Itten modificato a luminosità L costante, (vedi figure).

Nel Sistema di Carlieri-Bianco i colori primari additivi I_a sono RGB: Rosso R(Red), Verde G(Green), Blu B(Blue), i primari sottrattivi I_s sono CMY: Ciano C(Cyan), Magenta M(Magenta), Giallo Y(Yellow). Nel Sistema di Itten i colori primari I sono RYB: Rosso R(Red), Giallo Y(Yellow), Blu B(Blue), mentre i secondari II sono Arancio o Arancione O(Orange), Viola o Violetto V(Violet), Verde G(Green). Così nel cerchio di Itten è più sviluppato il settore dal Giallo Y(Yellow) al Rosso R(Red), mentre nel cerchio di Carlieri-Bianco il settore dal Verde G(Green) al Blu B(Blue) ed anche dal Blu B(Blue) al Rosso R(Red).

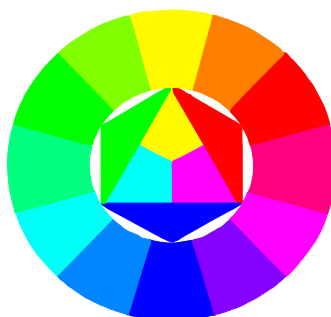
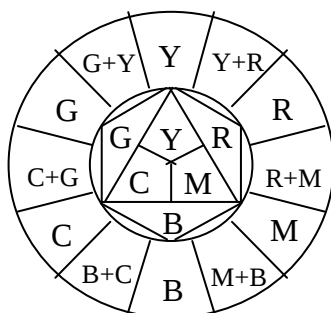
La diversa variazione della Luminosità L può essere osservata più semplicemente dal confronto del cerchio cromatico di Itten con il cerchio cromatico di Itten modificato a luminosità costante. Infatti, nei cerchi del Sistema di Carlieri-Bianco e nel cerchio di Itten modificato la Luminosità L è costante, quindi l'equatore collega punti di pari Luminosità L; invece nel cerchio del Sistema di Itten la Luminosità L varia, quindi l'equatore non collega punti di pari luminosità L. Così, più in generale, nella Sfera di Carlieri-Bianco i paralleli collegano punti di pari luminosità L; mentre nella Sfera di Itten, citando le parole dello stesso autore: *"I paralleli non collegano colori di pari luminosità"*.

Confronto tra Sistema di Carlieri-Bianco e Sistema di Itten

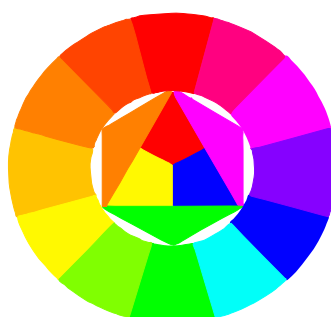
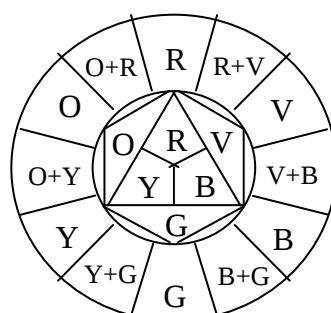
Sistema di Carlieri-Bianco
Cerchio RGB
Sintesi additiva



Sistema di Carlieri-Bianco
Cerchio CMY
Sintesi sottrattiva



Sistema di Itten
Cerchio RYB
modificato a luminosità L costante



H = Tonalità (*Hue*); [$0 = H_{\min} \leq H \leq H_{\max} = 255$ (*vedi legenda*)]

S = Saturazione (*Saturation*); S = costante = $S_{\max}$ = Saturazione massima = 255

L = Luminosità (*Lightness, Brightness, Luminosity*); L = costante = L_{med} = Luminosità media = 128

R=Rosso (*Red*) [$H_{\min} = 0$ coincide $H_{\max} = 255$]

R+Y=Rosso e Giallo (*Red and Yellow*) = O = Arancio o Arancione (*Orange*) [H = 21]

Y=Giallo (*Yellow*) [H = 41]

Y+G=Giallo e Verde (*Yellow and Green*) [H = 64]

G=Verde (*Green*) [H = 85]

G+C=Verde e Ciano (*Green and Cyan*) [H = 106]

C=Ciano (*Cyan*) [H = 128]

C+B=Ciano e Blu (*Cyan and Blue*) [H = 149]

B=Blu (*Blue*) [H = 170]

B+M=Blu e Magenta (*Blue and Magenta*) = V = Viola o Violetto (*Violet*) [H = 192]

M=Magenta (*Magenta*) [H = 213]

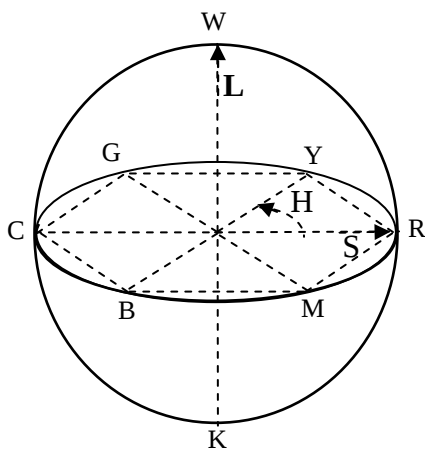
M+R=Magenta e Rosso (*Magenta and Red*) [H = 234]

Confronto fra Sistema di Carlieri-Bianco e Sistema HLS

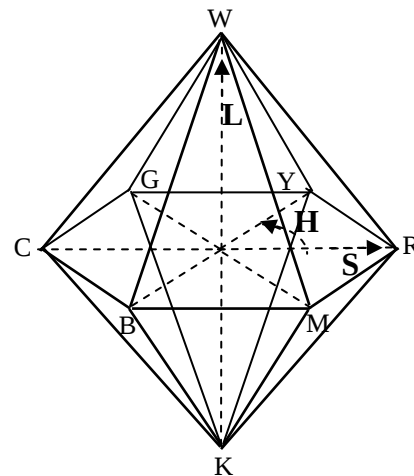
Ambedue i sistemi sono costruiti con gli stessi colori primari, disposti nello stesso ordine, ma differiscono per la scelta del modello geometrico. Nei due sistemi i colori primari additivi e sottrattivi $I_a + I_s$, ossia RGB+ CMY, sono Rosso R(*Red*), Giallo Y(*Yellow*), Verde G (*Green*), Ciano C(*Cyan*), Blu B(*Blue*), Magenta M(*Magenta*). Nei due sistemi è diversa la scelta del modello geometrico, nel Sistema di Carlieri-Bianco è una sfera; nel sistema HLS è una bipiramide a base esagonale. Nel Sistema di Carlieri-Bianco i colori primari e secondari si dispongono nei vertici dell'esagono immaginario inscritto all'equatore della sfera; mentre nel Sistema HLS i colori primari si dispongono nei vertici dell'esagono reale di base, vedi figure.

Confronto tra Sistema di Carlieri-Bianco e Sistema HLS.

Sistema di Carlieri-Bianco: Sfera cromatica



Sistema HLS: Bipiramide a base esagonale



H = Tonalità (*Hue*); $[0 = H_{\min} \leq H \leq H_{\max} = 255(\text{vedi legenda})]$

S = Saturazione (*Saturation*); $[0 = S_{\min} \leq S \leq S_{\max} = 255]$

L = Luminosità (*Lightness, Brightness, Luminosity*); $[0 = L_{\min} \leq L \leq L_{\max} = 255]$

R=Rosso (*Red*) [$H_{\min} = 0$ coincide $H_{\max} = 255$]

Y=Giallo (*Yellow*) [$H = 41$]

G=Verde (*Green*) [$H = 85$]

C=Ciano (*Cyan*) [$H = 128$]

B=Blu (*Blue*) [$H = 170$]

M=Magenta (*Magenta*) [$H = 213$]

W=Bianco (*White*) [$H = 170$]

K=Nero (*Black*) [$H = 170$]

Confronto fra Sistema di Carlieri-Bianco e Sistema CIELAB 1976

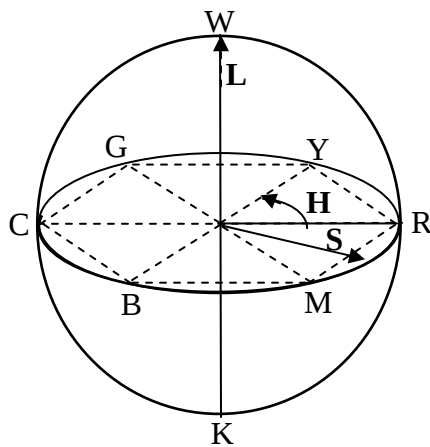
Il Sistema di Carlieri-Bianco e il Sistema CIELAB 1976 sono costruiti sullo stesso modello geometrico dei parametri Tonalità H (Hue), Saturazione S (Saturation) e Luminosità L (Lightness, Brightness, Luminosity), ma differiscono per la diversa scelta e posizione dei primari; in questo modo risultano diverse alcune coppie di colori complementari.

Nel Sistema di Carlieri-Bianco i colori primari additivi I_a sono RGB: Rosso R (Red), Verde G (Green), Blu B (Blue), i primari sottrattivi I_s sono CMY: Ciano C (Cyan), Magenta M (Magenta), Giallo Y (Yellow); nel Sistema CIELAB 1976 i colori primari I sono RYGB: Rosso R (Red) [$a^* > 0$], Giallo Y (Yellow) [$b^* > 0$], Verde G (Green) [$a^* < 0$], Blu B (Blue) [$b^* < 0$].

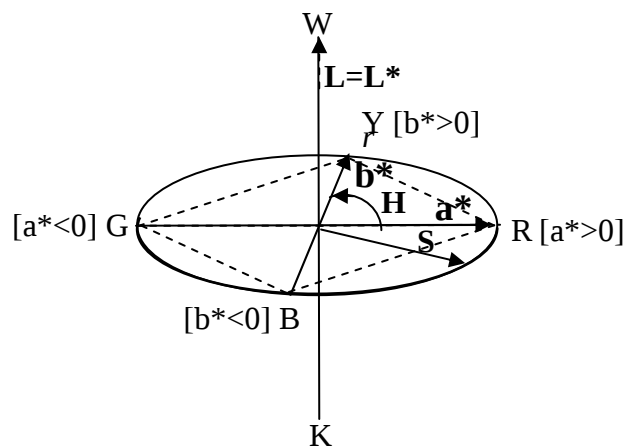
Nel Sistema di Carlieri-Bianco le coppie di colori complementari primari sono {Rosso, Ciano} $\{R, C\}$ $\{(Red, Cyan)\}$, {Magenta, Verde} $\{M, G\}$ $\{(Magenta, Green)\}$, {Blu, Giallo} $\{B, Y\}$ $\{(Blue, Yellow)\}$; mentre nel Sistema CIELAB 1976 le coppie di colori complementari primari sono {Rosso, Verde} $\{R, G\}$ $\{(Red, Green)\}$ o componente a^* e {Giallo, Blu} $\{Y, B\}$ $\{(Yellow, Blue)\}$ o componente b^* ; quindi la coppia di colori complementari {Giallo, Blu} $\{Y, B\}$ $\{(Yellow, Blue)\}$ è comune ad entrambi i sistemi, mentre la coppia {Rosso, Verde} $\{R, G\}$ $\{(Red, Green)\}$ del sistema CIELAB 1976 si sdoppia nelle coppie {Rosso, Ciano} $\{R, C\}$ $\{(Red, Cyan)\}$ e {Magenta, Verde} $\{M, G\}$ $\{(Magenta, Green)\}$ del Sistema di Carlieri-Bianco. La componente {Bianco, Nero} $\{W, K\}$ $\{(White, Black)\}$ o componente L^* del CIELAB 1976 equivale alla Luminosità L del Sistema di Carlieri-Bianco.

Confronto tra Sistema di Carlieri-Bianco e Sistema CIELAB 1976

Sistema di Carlieri-Bianco: Sfera cromatica



Sistema CIELAB 1976: Diagramma



H = Tonalità (Hue); [$0 = H_{\min} \leq H \leq H_{\max} = 255$]

S = Saturazione (Saturation); [$0 = S_{\min} \leq S \leq S_{\max} = 255$]

L = Luminosità (Lightness, Brightness, Luminosity); [$0 = L_{\min} \leq L \leq L_{\max} = 255$]

L^* = componente {Bianco, Nero} $\{W, K\}$ $\{(White, Black)\}$ [$L^* = 100$ W (Bianco), $L^* = 0$ K (Nero)]

a^* = componente {Rosso, Verde} $\{R, G\}$ $\{(Red, Green)\}$ [$a^* > 0$ R (Rosso), $a^* < 0$ G (Verde)]

b^* = componente {Giallo, Blu} $\{Y, B\}$ $\{(Yellow, Blue)\}$ [$b^* > 0$ Y (Giallo), $b^* < 0$ B (Blu)]

$R = a^* > 0$ = Rosso (Red) [$H_{\min} = 0$ coincide $H_{\max} = 255$]

$Y = b^* > 0$ = Giallo (Yellow) [$H = 41$]

$G = a^* < 0$ = Verde (Green) [$H = 85$]

C = Ciano (Cyan) [$H = 128$]

$B = b^* < 0$ = Blu (Blue) [$H = 170$]

M = Magenta (Magenta) [$H = 213$]

W = Bianco (White) [$H = 170$]

K = Nero (Black) [$H = 170$]

E-tavolozza

La e-tavolozza proposta in questo testo è una tabella che rappresenta 41 colori: ciascuno dei quali è definito con un rettangolo campione, il nome italiano, il nome inglese tra parentesi tonde, il simbolo (solo per i colori a luminosità L uguale a 128, $L=128$), il tripletto di coordinate di cromaticità HSL e il tripletto di coordinate di cromaticità RGB:

- rettangolo campione
- nome italiano
- nome inglese
- simbolo (solo per i colori a luminosità L uguale a 128, $L=128$),
- tripletto HSL: Tonalità H, Saturazione S e Luminosità L, (H, S, L)
- tripletto RGB: componente Rossa R, componente Verde G, componente Blu B, (R,G,B);

es  Ciano (Cyan) C : (H=126, S=255, L=128), (R=0, G=255, B=255)

I 41 colori campione di riferimento sono ottenuti dai 13 valori di Tonalità H (0, 21, 41, 64, 85, 106, 126, 148, 170, 192, 213, 234, 255=0), e da 5 valori di Luminosità L (0, 51, 128, 204, 255); ma per Luminosità L uguale a zero, ottengo solo il Nero K (*Black*), e per Luminosità L uguale 255 ottengo solo il Bianco W(*White*), mentre per Luminosità L uguale a 51, 128, 204 ottengo 13 colori per ciascun valore di Luminosità; quindi il numero di colori ottenuti è $(13 \times 3) + 2 = 41$.

In particolare per Luminosità L uguale a 128 ottengo i colori primari, secondari e terziari del cerchio cromatico del Sistema di Carlieri-Bianco, più il Grigio N(*Gray o Grey*), ossia il Grigio neutro, Grigio 50%, N50.

E' da notare che i colori terziari nella e-tavolozza sono espressi con un singolo nome, mentre nel Sistema di Carlieri-Bianco sono espressi con un nome-somma dei nomi dei due colori genitori, vedi tabella.

Confronto tra e-Tavolozza e Sistema di Carlieri-Bianco

	e-TAVOLOZZA		SISTEMA DI CARLIERI-BIANCO
R	Rosso (<i>Red</i>)	R	Rosso (<i>Red</i>)
O	Arancio o Arancione (<i>Orange</i>)	R+Y O	Rosso e Giallo (<i>Red and Yellow</i>) Arancio o Arancione (<i>Orange</i>)
Y	Giallo (<i>Yellow</i>)	Y	Giallo (<i>Yellow</i>)
P	Pistacchio (<i>Pistachio</i>)	Y+G	Giallo e Verde (<i>Yellow and Green</i>)
G	Verde (<i>Green</i>)	G	Verde (<i>Green</i>)
J	Giada (<i>Jade</i>)	G+C	Verde e Ciano (<i>Green and Cyan</i>)
C	Ciano (<i>Cyan</i>)	C	Ciano (<i>Cyan</i>)
A	Azzurro (<i>Azure</i>)	C+B	Ciano e Blu (<i>Cyan and Blue</i>)
B	Blu (<i>Blue</i>)	B	Blu (<i>Blue</i>)
V	Viola o Violetto (<i>Violet</i>)	B+M V	Blu e Magenta (<i>Blue and Magenta</i>) Viola o Violetto (<i>Violet</i>)
M	Magenta (<i>Magenta</i>)	M	Magenta (<i>Magenta</i>)
F	Fucsia (<i>Fuchsia</i>)	M+R	Magenta e Rosso (<i>Magenta and Red</i>)

La e-tavolozza è un diagramma che riporta i 41 colori campione di riferimento mettendo in ascissa la Tonalità H (*Hue*) e in ordinata la Luminosità L (*Lightness, Brightness, Luminosity*). Vedi figura.

[illegible]

H=Tonalità

Colori naturali – colori sintetici – colori *ecofriendly*

La natura è colorata, tutti noi viviamo in un mondo colorato, i colori condizionano il nostro comportamento e possono destare allarme, rifiuto, tristezza, o al contrario serenità, curiosità, gioia.

Il colore determina le nostre scelte, ad esempio quelle alimentari, dell'abbigliamento, dell'arredamento, è un indicatore di qualità accanto all'odore e al sapore, è utilizzato anche come indicatore di pericolosità, ad esempio nella segnaletica di sicurezza.

Il colore era naturale, l'arte di ottenere i colori dalle sostanze naturali è stata esercitata dall'uomo fin dalla preistoria. Le sostanze naturali utilizzate erano vegetali, animali e minerali e per migliaia di anni i preziosi segreti delle varie tecniche pittoriche o tintorie furono custoditi gelosamente. Nel periodo pre-alchimistico (dalle prime civiltà al 300- 400 d. C.), Egiziani, Ebrei, Fenici e più tardi Greci e Romani impiegavano sostanze colorate naturali: vegetali (es. indaco, robbia), animali (es. porpora), minerali (es. cinabro, minio, biacca, orpimento, etc.).

Dal 400 al 1600, nel periodo alchimistico, le arti di dipingere e di tingere furono assunte al rango di vere e proprie professioni: in Europa nacquero le Corporazioni delle Arti e dei Mestieri, furono istituiti degli statuti che regolavano lo svolgimento delle attività e l'uso dei prodotti impiegati da Maestri e apprendisti nelle botteghe; nacquero così le Corporazioni dei Tintori, Pittori, Alchimisti.

Nella seconda metà del XVII secolo, Robert Boyle (Lismore Castle 1627-Londra 1691) Fisico e Chimico irlandese convertì l'alchimia in scienza, ossia in chimica.

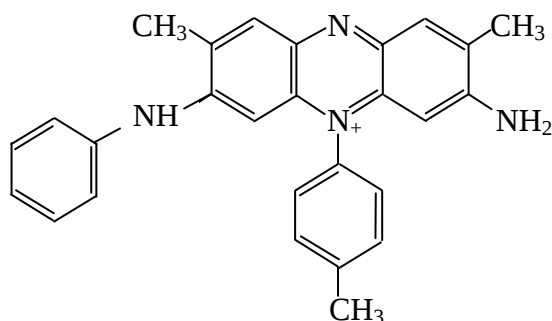
Nella seconda metà del 1700, i Maestri Tintori furono sostituiti dai Chimici, e le botteghe artigiane furono soppiantate dai laboratori nelle fabbriche; l'*Arte Tintoria* divenne *Scienza-Tecnologia Tintoria*.

Dal XVIII secolo fino a ieri, nel periodo chimico, le arti di dipingere e di tingere sono state subordinate all'industria.

Nel 1856 William Henry Perkin (Londra 1838-1907), studente inglese diciottenne del Royal College of Chemistry, ottenne, nel laboratorio di casa sua, il primo colorante di sintesi la malva [*mauve*], detto anche malveina o mauveina o violetto di Perkin, il cui componente principale è quello riportato in figura.

Il nome Malva, dal latino *malva*, deriva da quello del fiore di campo il cui nome scientifico è *Malva sylvestris*.

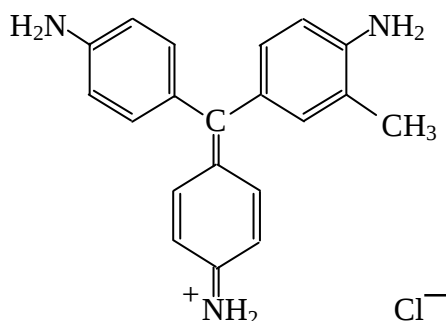
Nel 1857 Perkin, con il sostegno economico del padre, aprì il primo stabilimento per la produzione del colorante, utilizzato per tingere la seta; i vestiti ottenuti ebbero un tale successo da essere indossati perfino dalla Regina Vittoria.



Malva
(*Malva sylvestris*)

malva
[*mauve*]
malveina
mauveina
violetto di Perkin

Dopo questa prima sintesi ne seguirono numerosissime altre; fu sintetizzato il colorante Fucsina [Fuchsine], il cui nome deriva da quello del fiore Fucsia di cui esistono specie diverse dello stesso genere, i cui nomi scientifici sono *Fuchsia magellanica*, *Fuchsia procumbens* e altre.

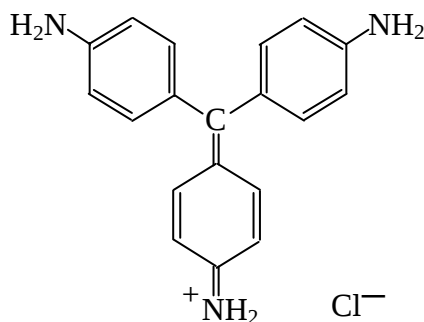


fucsina
[fuchsine]

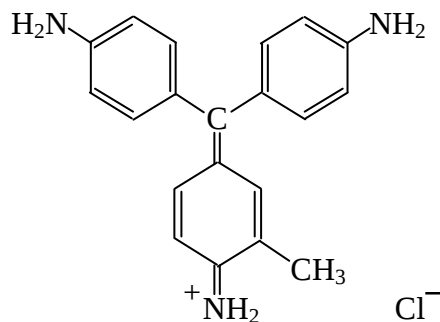


Fucsia
(*Fuchsia magellanica*)

In Inghilterra fu sintetizzato il colorante Magenta [Magenta], che risulta una miscela di pararosanilina [pararosaniline] e omorosanilina [homorosaniline]. Il nome “Magenta” deriva dal nome della sanguinosa battaglia, costata quasi 9000 caduti, combattuta tra truppe Francesi e Piemontesi contro le Austriache il 4 giugno 1859, presso piccola città di Magenta (Milano). Questo nome fu dato a un colorante sintetizzato l’anno dopo.



pararosanilina
[pararosaniline]



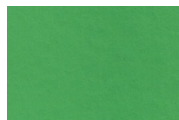
omorosanilina
[homorosaniline]

L’uomo che allora si rivolgeva ai colori sintetici era lo stesso che per millenni aveva ottenuto dalla natura, ciò di cui aveva bisogno.

Da allora i colori naturali antichi, che non dimentichiamo, a volte erano nauseabondi o addirittura tossici e nocivi, furono abbandonati e sostituiti dai colori di sintesi.

Sui colori naturali antichi, nel “Papyrus Anastasi” è scritto: “...il dito del tintore puzza di pesce marcio...i suoi occhi sono arrossati dalla fatica...” Invece i colori di sintesi potevano essere prodotti in infinite tonalità e quantità, con una riproducibilità e stabilità quasi perfetta; ma allora non fu prevista la loro alta pericolosità in termini di infiammabilità, allergicità e tossicità.

Un caso per tutti, nel 1860 il *Times* di Londra sollevò l'allarme sui pericoli dell'uso di carte da parati stampate a rilievo con verdi a base di arsenico: “*Non era affatto insolito per i bambini che dormivano in una camera da letto tappezzata in questo modo morire di avvelenamento da arsenico, poiché la vera natura della malattia veniva scoperta quando era troppo tardi*”.



Verde Arsenico

Oggi le persone mostrano una nuova sensibilità ecologica, stanno convertendo il proprio stile di vita, stanno tornando ad aspirare a una vita più naturale, più semplice e sana.

Singoli, associazioni, università stanno riconvertendo il loro sapere, ovvero stanno riscoprendo e rinnovando le loro conoscenze: l'*Arte-Scienza-Tecnologia Tintoria* si sta riconvertendo in *Eco-Arte-Scienza-Tecnologia Tintoria*, la *Chimica* in *Eco-Chimica*; l'*Industria* in *Eco-Industria*.

Oggi l'industria, con notevole impegno d'innovazione e saldamente legata alla tradizione, progetta e realizza la riconversione delle produzioni, e mostra innovazioni di prodotto e di processo, integrando sviluppo produttivo e controllo ambientale.

Così l'*Industria Insostenibile-Ecoincompatibile* si converte in *Industria Sostenibile-Ecocompatibile*, per diventare poi *Industria Ecofriendly*, sostituendo all'obiettivo della produttività incondizionata una produttività *ecofriendly*, pulita dal punto di vista ambientale ed etico-sociale; cioè una produttività che utilizza le risorse umane e naturali disponibili, che elimina settori eccedentari e deficitari e che tutela la Salute dell'Uomo e dell'Ambiente con intelligenza-sapienza-creatività, in perfetto equilibrio con la natura.

L'*Industria Ecofriendly* vuol dire affidare l'intera produzione alla natura, a chi la vive ed è capace di comprenderla.

I *prodotti ecofriendly* sono prodotti di qualità, che armonizzano industria e natura, tradizione e tecnologia; sono prodotti in grado di offrire maggiori garanzie di salubrità del prodotto finito, dell'ambiente di lavoro e dell'ambiente in generale.

Speriamo che questi nuovi colori naturali possano essere utilizzati sempre più, non solo nel settore *food*, ma anche in quello *no-food*: farmaceutico, cosmetico, tessile, abbigliamento, arredamento, edile, artistico e nel settore molto specifico del restauro.

I colori naturali hanno sfumature diverse dai colori sintetici, possono essere composti instabili, sensibili alla luce, al calore, all'ossidazione, alle variazioni di pH, etc., ma possono essere anche indelebili e resistenti. I nuovi colori naturali sono prodotti *ecofriendly*.

Pigmenti – coloranti

Le sostanze colorate possono essere pigmenti o coloranti.

I pigmenti sono polveri fini opache colorate, insolubili nel legante.

Il legante o medium è un veicolo, trasparente e inerte, che ha la funzione di disperdere le minutissime particelle di pigmento, di distribuirle omogeneamente, legarle tra loro e farle aderire alla superficie di supporto.

Il supporto può essere ad esempio carta, legno, tela.

I pigmenti con il legante formano una pasta stendibile, un impasto più o meno denso che ha proprietà coprenti, anche quando è steso in strato sottile [lo spessore dello strato è dell'ordine di alcune decine di micron ($1 \text{ micron} = 1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{m}$)].

I pigmenti impartiscono una colorazione di superficie al substrato, ossia formano un sottile strato di rivestimento solo sulla superficie del substrato, ad esempio si usano per la preparazione di pitture, vernici e smalti.

I coloranti sono sostanze trasparenti, colorate o incolore, solubili in soluzione. Esse vengono applicate al substrato in soluzione e lo colorano legandosi a esso in modo più o meno stabile (per inclusione, adsorbimento o formazione di legami chimici stabili).

Il substrato può essere ad esempio fibra tessile, carta, pelle, capelli.

Alcuni coloranti necessitano della mordenzatura, si tratta di un processo in cui i coloranti che non riescono a legarsi autonomamente al substrato vengono aiutati da altre sostanze, chiamate mordenti.

I mordenti sono di solito costituiti da sali inorganici (solfati, ossalati, nitrati, acetati di alluminio, ferro, stagno, cromo) o da sostanze organiche (tannini o acidi tannici, tartrati, acido lattico, albumina, caseina, colla). I mordenti, o i loro prodotti d'idrolisi (idrolisi = reazione di scissione di un legame chimico per intervento dell'acqua), formano nel substrato complessi insolubili con il colorante, fissando in questo modo il colorante al substrato.

I mordenti possono essere ottici o non-ottici: i mordenti ottici alterano il colore ottenuto nella tintura con quel colorante e quel substrato, i mordenti non-ottici non alterano il colore.

Mantenendo lo stesso colorante e lo stesso substrato, ma cambiando il tipo di sale metallico si ottengono colori diversi.

Il substrato può essere trattato con il mordente, ossia mordenzato, prima, durante o dopo la tintura.

Nel processo di tintura possono essere usati anche degli additivi.

Gli additivi sono sostanze che vengono aggiunte a prodotti di vario tipo (alimentari, carburanti, lubrificanti, cosmetici, tessili, etc.) per conferire o aumentare determinate qualità (conservabilità, emulsionabilità, odore, colore, etc.), ad esempio nel caso della tintura dei tessuti gli additivi possono essere ammorbidenti.

I reagenti più comuni da utilizzare per qualsiasi applicazione, come ad esempio la tintura dei tessuti, dovrebbero essere riportati in tabelle simili alla seguente con nome, formula, aspetto, uso, modalità di conservazione, modalità di smaltimento. Ma innanzitutto la loro tossicità, descrivendo ad esempio i sintomi di intossicazione acuta. In questo modo si può progettare il procedimento più salutare, per prevenirne gli effetti di reagenti tossici.

Tabella - Reagentario per la tintura dei tessuti

TOSSICITA'	NOME	FORMULA	ASPETTO	USO	
non tossico	allume di potassio allume di rocca kalinite	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$	solido bianco cristallino	Mordente (prima e durante la tintura) Non altera i colori	
non tossico	cremor tartaro tartrato acido di potassio, idrogeno- -tartratopotassico	$ \begin{array}{c} \text{COOK} \\ \\ \text{CHOH} \\ \\ \text{CHOH} \\ \\ \text{COOH} \end{array} $	solido bianco cristallino	Additivo: Ammorbidente Agevola la penetrazione del colore	
non tossico	cloruro di sodio sale comune sale da cucina	NaCl	solido bianco cristallino	Additivo: Agevola la penetrazione del colorante nella lana	
non tossico	acqua	H_2O	Liquido incolore	Solvente	

I coloranti impartiscono una colorazione di massa al substrato, cioè colorano tutta la massa del substrato, ad esempio si usano per la preparazione di tinture, resine, bevande.

Così si dice che “*i pigmenti hanno corpo e colore, e forniscono una colorazione di superficie al substrato; mentre i coloranti hanno solo colore, e forniscono una colorazione di massa al substrato*”.

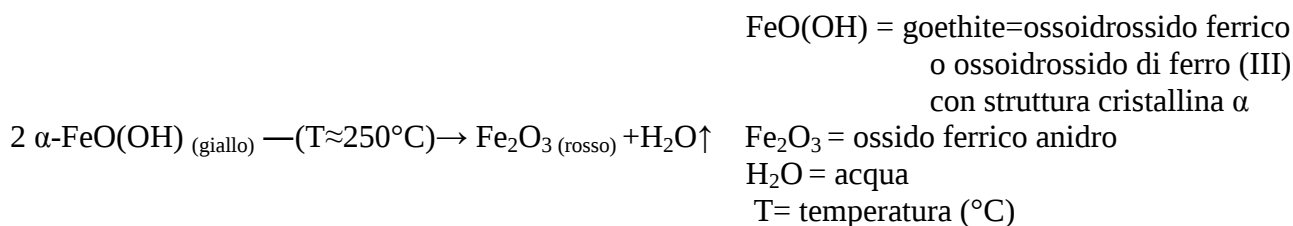
I pigmenti sono stati utilizzati prevalentemente in pittura, i coloranti nella tintura.

I coloranti possono essere convertiti in pigmenti, infatti, se i coloranti sono adsorbiti da polveri o da gel inerti opachi, si ottengono delle paste stendibili opache, proprio perché le polveri e i gel sono opachi. Se i coloranti sono adsorbiti da gel inerti trasparenti, si ottengono delle paste stendibili trasparenti, dette lacche, proprio perché i gel sono trasparenti.

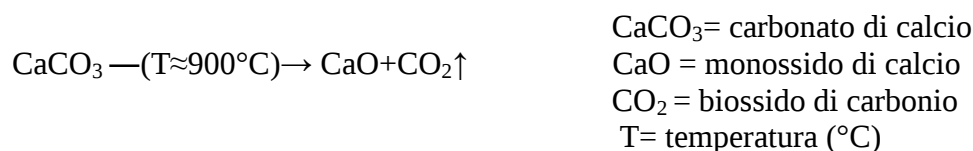
I pigmenti e i coloranti possono essere naturali o sintetici, organici o inorganici. Saranno trattati i pigmenti naturali inorganici minerali, e i coloranti naturali organici vegetali o animali.

I pigmenti naturali inorganici sono terre, rocce, marmi, pietre preziose. Si ottengono per macinazione, a volte micronizzazione o micromacinazione [= riduzione in particelle dell'ordine di grandezza del micron (1 micron = $1\mu m = 10^{-6} m$)], lavaggio, filtraggio, calcinazione [= trattamento termico per eliminare prodotti volatili in cui si verificano reazioni semplici ad esempio decomposizioni termiche, transizioni di fasi] o arrostitimento [= trattamento termico per eliminare prodotti volatili in cui si verificano reazioni complesse solido-gas: ossidazioni, clorurazioni].

Es.1 Calcinazione per eliminazione di acqua H_2O volatile attraverso decomposizione termica: la goethite, $\alpha\text{-FeO(OH)}$, detta anche ossoidrossido ferrico o ossoidrossido di ferro (III), Fe^{3+} , con struttura cristallina α , riscaldata a secco alla temperatura T uguale a circa 250°C , produce ossido ferrico anidro Fe_2O_3 (rosso) e acqua H_2O volatile $\uparrow$, la reazione è la seguente:



Es.2 Calcinazione per eliminazione di biossido di carbonio CO_2 volatile attraverso decomposizione termica: il carbonato di calcio CaCO_3 , riscaldata a secco alla temperatura T uguale a circa 900°C , produce monossido di calcio CaO e biossido di carbonio CO_2 volatile $\uparrow$, la reazione è la seguente:



I pigmenti naturali inorganici si ottengono da terre o rocce, contenenti minerali. La terra è una roccia non coerente, ossia a grani separati. Una roccia è composta da uno o più minerali. Un minerale è un solido formato naturalmente attraverso processi geologici, con composizione chimica caratteristica, struttura atomica altamente ordinata, e specifiche proprietà fisiche.

I pigmenti naturali inorganici sono, ad esempio, l'ocra gialla, l'ocra rossa, il blu oltremare naturale. Il pigmento ocra (*ochre*), dal greco $\omega\chi\rho\alpha$ "giallo di terra", si ottiene da terre o rocce contenenti minerali di ossidi e idrossidi di ferro.

Le ocre possono essere di diversi colori magenta, rosse, arancioni, gialle.

Il pigmento ocra rossa (red *ochre*), detto anche *Rosso Sinopia*, la parola *Sinopia* deriva dal turco *Sinop*, città sul Mar Nero, è il colore utilizzato sull'intonaco dai pittori per i disegni preparatori dell'affresco, chiamati appunto *sinopie*, è il colore utilizzato sul legno dai falegnami per i tracciati da segare, sui muri dai muratori o imbianchini per scopi analoghi.

Il pigmento ocra gialla (yellow *ochre*), è detto anche *Terra Gialla*, *Ocra Romana*, *Golden Ochre*.

Il pigmento ocra rossa (red *ochre*) deriva dal minerale ematite (*hematite*), Fe_2O_3 , ossido di ferro (III), Fe^{3+} , anidro, ossia privo di molecole d'acqua d'idratazione.

Il pigmento ocra gialla (yellow *ochre*), deriva dal minerale goethite (*goethite*), $\alpha\text{-FeO(OH)}$, ossoidrossido di ferro (III), Fe^{3+} , con struttura cristallina di tipo α ; che erroneamente era indicato come $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, ossido di ferro (III), Fe^{3+} , monoidrato, ossia con una sola molecola d'acqua d'idratazione.

La limonite (*limonite*), $\text{FeO(OH)} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, è un termine generico che indica una roccia composta da un insieme di minerali e materiali amorfi, il cui costituente fondamentale è la goethite $\alpha\text{-FeO(OH)}$, ossia l'ocra gialla, ma ci sono anche i minerali del gruppo della jarosite (*jarosite*), ad esempio jarosite (*jarosite*) $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$.

Alcune ocre sono molto pure, altre contengono minerali, ad esempio, quarzo (quartz) o biossido di silicio SiO_2 , gesso (gypsum) o solfato di calcio biidrato $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Per ottenere le ocre si raccoglie la terra superficiale, costituita in parte da argilla e in parte da sabbia, si lava per allontanare la sabbia, si essicca al sole, poi si può calcinare per variare il colore, come ad esempio per ottenere l'ocra rossa dall'ocra gialla.

Importanti produttori di ocre sono Francia, Spagna, Cipro, Italia, Australia, USA.



ocra gialla
goethite
 $\alpha\text{-FeO(OH)}$ [già $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$]
ossoidrossido di ferro (III), Fe^{3+}
[già ossido ferrico monoidrato]



ocra rossa
ematite
 Fe_2O_3
ossido di ferro (III), Fe^{3+}
ossido ferrico anidro

Il pigmento *blu oltremare naturale* è detto anche *natural ultramarine*, *armenian blue*, la parola *oltremare* deriva dall'italiano antico *oltramare* “terre del Mediterraneo Orientale”; infatti la roccia da cui si otteneva il pigmento era estratta in cave situate principalmente in Oriente, e imbarcata per l'Europa nei porti del Vicino Oriente (Siria, Palestina, Egitto, etc.); in epoca medioevale, ad esempio nel periodo delle Crociate, il Vicino Oriente veniva chiamato Oltremare.

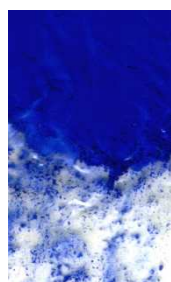
Il pigmento *blu oltremare naturale* è prodotto per macinazione del *lapislazzuli*, dal latino medioevale *lapis lazūli* “pietra del *lazūlum* o *lazur*”, *lazūlum* o *lazur* dal persiano *lāzward* e dall'arabo *lāzwardī* “azzurro”.

Il lapislazzuli (*lapis lazuli*), detto anche in italiano *lapi lazuli*, è una roccia, composta da diversi minerali. Il costituente dominante è la lazurite (*lazurite*) di color azzurro, in cui ci sono cristalli gialli di pirite (*pyrite*), e striature bianche di calcite (*calcite*).

La lazurite è un silicato appartenente al gruppo della sodalite, un feldspatoide dalla formula generale $(\text{Na,Ca})_8[(\text{Al,Si},\text{O}_4)_6 (\text{S},\text{SO}_4,\text{Cl})_{1-2}]$, la pirite è bisolfuro di ferro (II) o bisolfuro ferroso, FeS_2 , la calcite è carbonato di calcio, CaCO_3 .

I principali giacimenti di lapislazzuli si trovano nella regione fisica della Siberia [valle del Kokticia (Badakhshān, antica provincia dell'Afghanistan, cava utilizzata da 6000 anni) e lago Bajkal], in Persia, Tibet, Cina, Cile, USA (Colorado, California); in Italia il lapislazzuli è stato ritrovato allo stato terroso in alcuni proietti vulcanici del Vesuvio e dei vulcani laziali.

Nell'antichità il lapislazzuli era usato come medicinale e amuleto contro alcune malattie, gli esemplari più belli erano e sono utilizzati come gemme ad esempio ciondoli, o oggetti decorativi ad esempio fermacarte; quelli meno belli erano e sono utilizzati come pigmenti.



blu oltremare naturale



lapislazzuli

silicato del gruppo della sodalite, un feldspatoide dalla formula generale
 $(\text{Na,Ca})_8[(\text{Al,Si},\text{O}_4)_6 (\text{S},\text{SO}_4,\text{Cl})_{1-2}]$

I coloranti naturali organici vegetali sono estratti da fiori, frutti, foglie, steli, rami, cortecce, tronchi, radici, semi di molte piante dette tintorie, che spesso sono anche officinali o ornamentali o ortive.

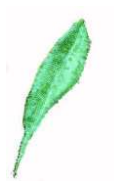
Queste piante tintorie possono essere erbacee come lavanda, tagete, carciofo; possono essere arbusti come corbezzolo, sambuco, ibisco, ginestra, rosa canina, mirtillo, melograno; possono essere alberi come melo, pero, pesco, castagno, noce, gelso, betulla, quercia; ma possono essere anche alghe; oppure licheni come l'oricello; funghi e muffe.

Le piante tintorie possono essere coltivate o selvatiche, ossia spontanee.

Il materiale vegetale è riconosciuto, raccolto, sminuzzato, macerato, estratto, conservato o applicato al substrato, ad esempio il colorante *Indaco*, si ottiene dalle foglie di guado o pastello (*Isatis tinctoria* L., europea) e dalle foglie di indaco (*Indigofera tinctoria*, indiana), il colorante *alizarina* si ottiene dalle radici della robbia (*Rubia tinctorum* L.), il colorante *luteolina* si ottiene ad esempio dai petali della camomilla dei tintori (*Anthemis tinctoria* L.), il pigmento *nero di vite* si ottiene per carbonizzazione dei tralci di vite (*Vitis vinifera*).

I coloranti naturali organici animali sono ottenuti ad esempio dalle secrezioni di molluschi, dai tegumenti e dalle uova di insetti.

Il colorante *indaco*, dal latino *Indicum (folium)* “(foglia) indiana”, è un colorante al tino, si ottiene prevalentemente dalle foglie di guado o pastello (*Isatis tinctoria*, europea) e dalle foglie di indaco (*Indigofera tinctoria*, indiana).



Guado o Pastello
(*Isatis tinctoria*, europea)



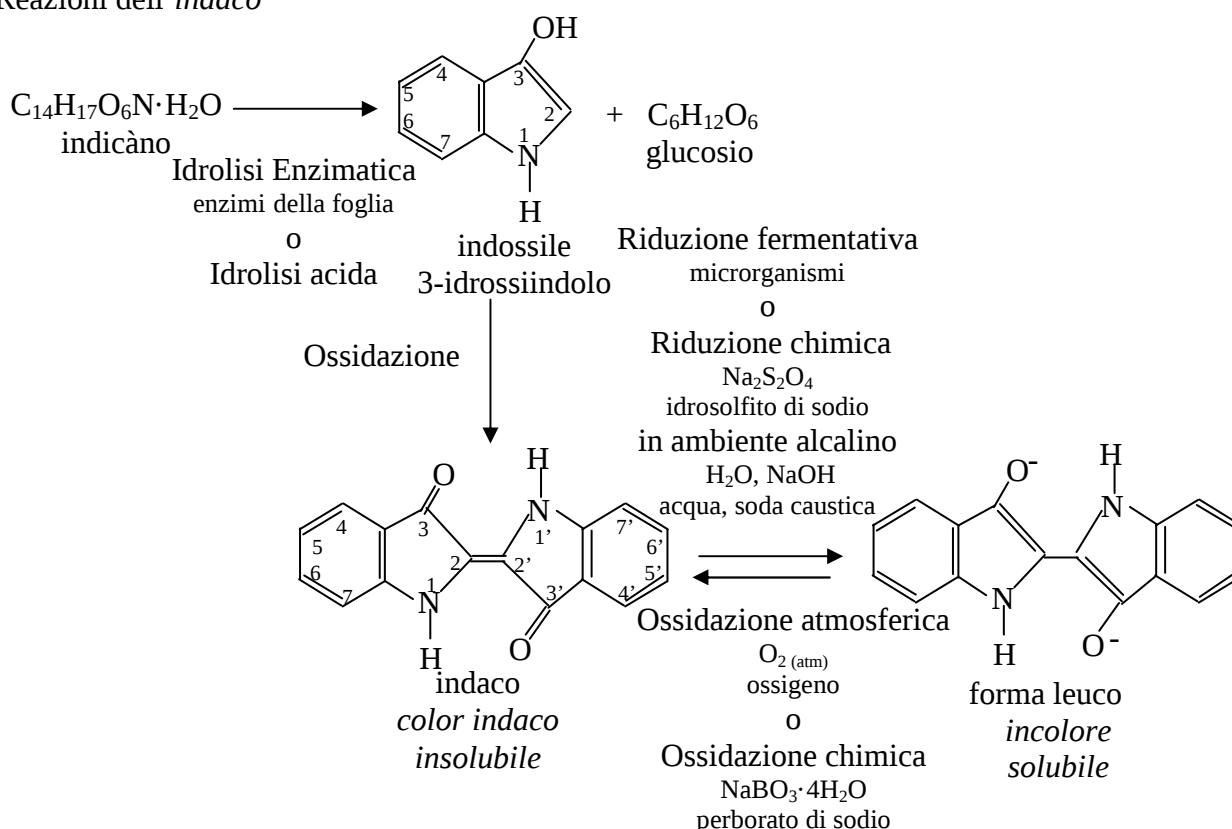
Indaco
(*Indigofera tinctoria*, indiana)

Nell'*Indigofera tinctoria*, l'*indaco* è presente nelle foglie, come *indicàno*, suo precursore, da cui si libera l'*indossile* [3-idrossiindolo] e glucosio, per idrolisi enzimatica o acida; gli enzimi sono contenuti all'interno delle stesse foglie. Poi da due molecole di *indossile* [3-idrossiindolo] si ottiene una molecola di *indaco*, per ossidazione. La molecola di *indaco* (o *indigotina*), è color indaco e insolubile in acqua (alcool, etere). Dalla molecola d'*indaco* si ottiene la molecola in *forma leuco*, incolore e solubile in acqua alcalina (alcool, etere), per riduzione fermentativa o riduzione chimica con idrosolfito di sodio (o ditionito di sodio) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, alcuni aggiungono soda caustica (o idrossido di sodio) NaOH per rendere più alcalino (o basico) l'ambiente di reazione. Dalla molecola in forma leuco si ottiene la molecola d'*indaco* per ossidazione atmosferica, con l'ossigeno O_2 presente nell'aria a contatto con la soluzione di reazione, oppure per ossidazione chimica, con perborato di sodio $\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Il materiale da tingere è immerso nella soluzione della *forma leuco*, poi esposto all'aria, così la *forma leuco* si ossida a *indaco*, insolubile, che rimane bloccato nelle fibre; ora il materiale è tinto. L'*indaco* è un colore molto solido alla luce, al lavaggio, agli acidi e alle basi.

Le reazioni dell'*indaco* sono rappresentate nella pagina seguente.

Reazioni dell'indaco



L'uso dell'indaco è documentato ad esempio nei "Commentari de bello gallico", in cui Giulio Cesare racconta che molti popoli barbari, d'origine celtica, tingevano i loro tessuti, ma anche i loro capelli, la loro pelle e si tatuavano con tinture di guado; perché il colorante ottenuto, svolgeva azione preventiva disinfettante, antisettica e poi faceva diventare il loro aspetto impressionante. Oggi i Tuàreg, popolazione di ceppo berbero del deserto del Sahara, utilizzano tessuti di lana tinti d'indaco per mantenere una maggior umidità sul corpo e proteggere la pelle.

Il colorante *porpora* o *porpora di Tiro*, dal greco πορφύρα "porpora", si ottiene dalle secrezioni delle ghiandole ipobranchiali di alcuni Molluschi gasteropodi, dei generi *Murex*, *Purpura*, *Buccinum*, *Mitra*; le specie che forniscono il colorante più puro sono *Murex brandaris*, *Murex trunculus*, *Murex erinaceus*, *Purpura lapillus*, *Thais haestoma* (o *Purpura haestoma*). Questi sono diffusi soprattutto nel Mediterraneo:

Murex brandaris è una conchiglia claviforme di 80-90 mm di altezza e colore da giallo a grigio, con spine grosse e spesse, apertura di color giallo-arancio, vive su fondi fangosi fino a 100 m di profondità, anche in laguna con salinità non inferiore al 30-32‰. Le forme di laguna hanno spine ridotte o addirittura assenti. E' carnivoro predatore soprattutto di ostriche, patelle, trochidi; ne perfora la conchiglia e ne estrae le parti molli. E' comunissimo in tutto il Mediterraneo.

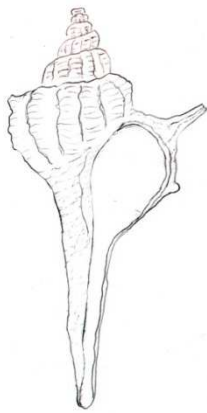
Murex trunculus è una conchiglia sub-fusiforme di 70-80 mm di altezza e colore di fondo da grigio a rosa, e bande rosso-viola, visibili anche dall'interno dell'apertura, vive su fondi sia rocciosi che fangosi fino a 100 m di profondità, anche in laguna con salinità non inferiore al 30-32‰. E' carnivoro predatore soprattutto di ostriche, patelle, trochidi; ne perfora la conchiglia e ne estrae le parti molli. E' comunissimo in tutto il Mediterraneo, nella laguna di Venezia e di Grado-Marano.

Purpura haestoma è una conchiglia ovalare di 55-70 mm di altezza e larghezza 30-40 mm, colore da grigio uniforme, apertura di color rosa-salmone, che schiarisce verso l'interno, vive su fondi

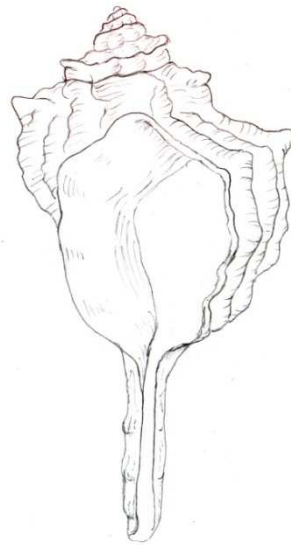
rocciosi fino a 200 m di profondità. E' carnivoro predatore soprattutto di ostriche, telline, mitili (cozze), ne perfora la conchiglia e ne estrae le parti molli. E' comunissimo in tutto il Mediterraneo.

Il colorante si otteneva dal corpo dei molluschi per putrefazione in acqua, e ossidazione all'aria; infatti il liquido secreto dai molluschi è incolore e diventa rosso al contatto con l'aria. Da 10.000 molluschi si otteneva 1 grammo di colorante *porpora*, che era costosissimo e accessibile solo ai re "nati per essere porporati".

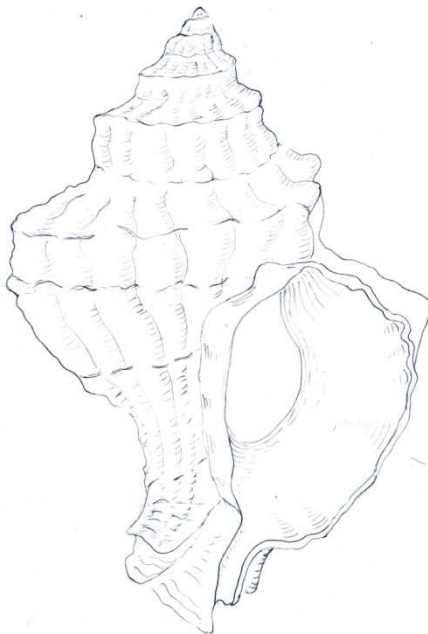
L'uso della *porpora* è stato fiorente, fino al Medioevo, sulle coste del Mediterraneo: in Fenicia in particolare nell'antica città di Tiro, forma italiana di Tyrus, attuale Sūr, [oggi la città è in parte sommersa ed in parte ricoperta da sabbie, e si trova a metà strada tra le odierne Beirut (Libano) e Haifa (Israele)], in Laconia [regione della Grecia a Sud-Est del Peloponneso], nell'isola di Meninx (odierna Gerba o Djerba) in Tunisia. Oggi il colorante *porpora* è utilizzato solo da rare popolazioni indigene dell'Asia Orientale.



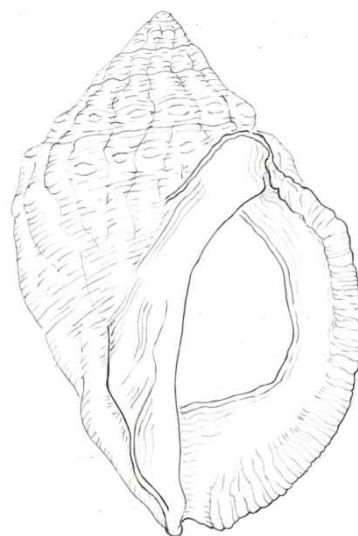
Murex brandaris (giovane)



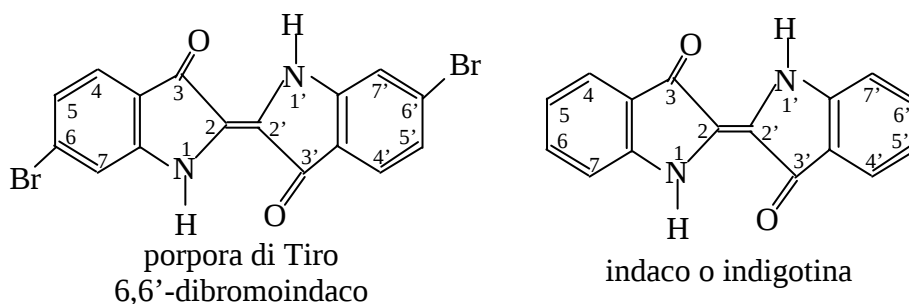
Murex brandaris (adulto)



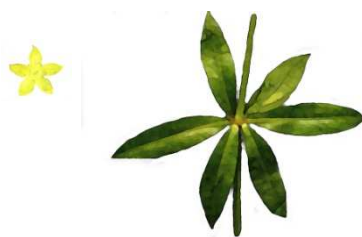
Murex trunculus (adulto)



Thais haestoma o *Purpura haestoma* (adulto)

Confronto tra le molecole di *porpora di Tiro* e *indaco*

Il colorante *alizarina* (1,2-diidrossi-9,10-antrachinone), dall'italiano *alizari* o *alizzari* “radice di robbia”, o meglio dall'arabo *al-usara* “succo”, è estratto dalle radici della Robbia, Robbia domestica (*Rubia tinctorum*) o Robbia selvatica (*Rubia peregrina*), con morfologia simile perché sono specie diverse dello stesso genere.



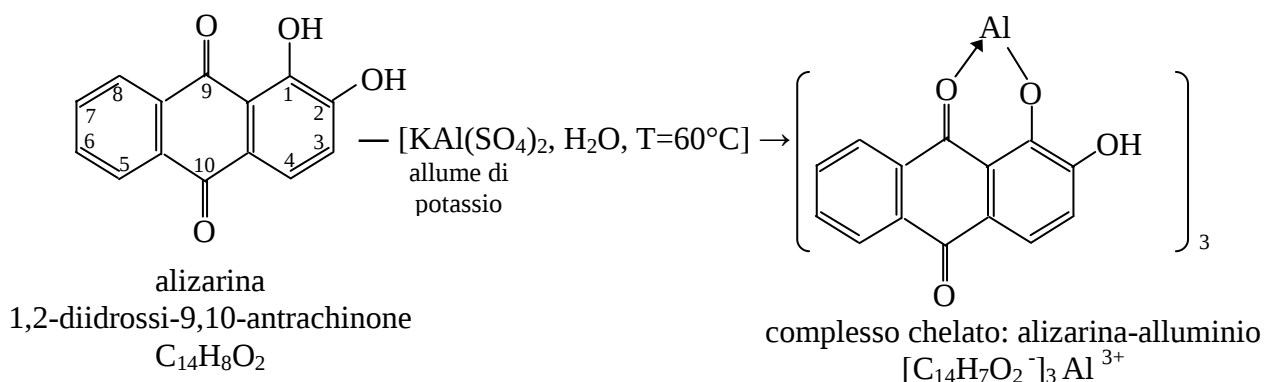
Robbia selvatica
(*Rubia peregrina*)

La robbia è un'erba perenne detta anche *garanza* o *alizari*. L'estratto, ossia il colorante *alizarina* (1,2-diidrossi-9,10-antrachinone), può essere fissato al substrato, costituito da lana o da seta, con il mordente allume di potassio (o allume di rocca), $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ [bisolfato (VI) di potassio e alluminio 12 idrato], per la formazione del complesso insolubile alizarina-alluminio. In realtà l'allume di potassio $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$, in acqua alla temperatura di $T=60^\circ\text{C}$, subisce idrolisi (*in senso letterale, reazione di scissione prodotta dall'acqua*), ed è presente come idrossido di alluminio $\text{Al}(\text{OH})_3$. L'idrossido di alluminio $\text{Al}(\text{OH})_3$ e l'alizarina reagiscono per formare differenti complessi alizarina-alluminio. Questi sono complessi di coordinazione, ossia composti costituiti da un centro di coordinazione circondato da leganti. In questo esempio il centro di coordinazione è uno ed è lo ione alluminio Al^{3+} , mentre i leganti sono tre e sono ioni alizarina $\text{C}_{14}\text{H}_7\text{O}_4^-$. Ogni ione alizarina $\text{C}_{14}\text{H}_7\text{O}_4^-$, ha due ossigeni O (datori di elettroni) rispettivamente sugli atomi di carbonio 1 e 9, che si legano al centro di coordinazione, ione alluminio Al^{3+} (accettore di elettroni), formando un anello a 6 atomi molto stabile. Il legante ione alizarina $\text{C}_{14}\text{H}_7\text{O}_4^-$ blocca il centro di coordinazione Al^{3+} , con i due atomi di ossigeno, che funzionano come le chele di un granchio, vedere la reazione descritta nella pagina seguente.

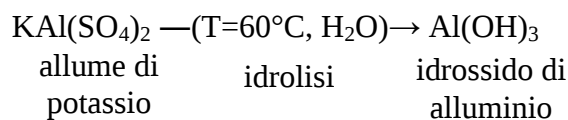
I complessi alizarina-alluminio sono complessi chelati, assai stabili.

In generale un legante può legarsi al centro di coordinazione con uno o più atomi: un legante monodentato si lega con un solo atomo, ad esempio acqua H_2O , un legante polidentato (o chelato o chelante) si lega con due o più atomi, ad esempio ione alizarina $\text{C}_{14}\text{H}_7\text{O}_4^-$.

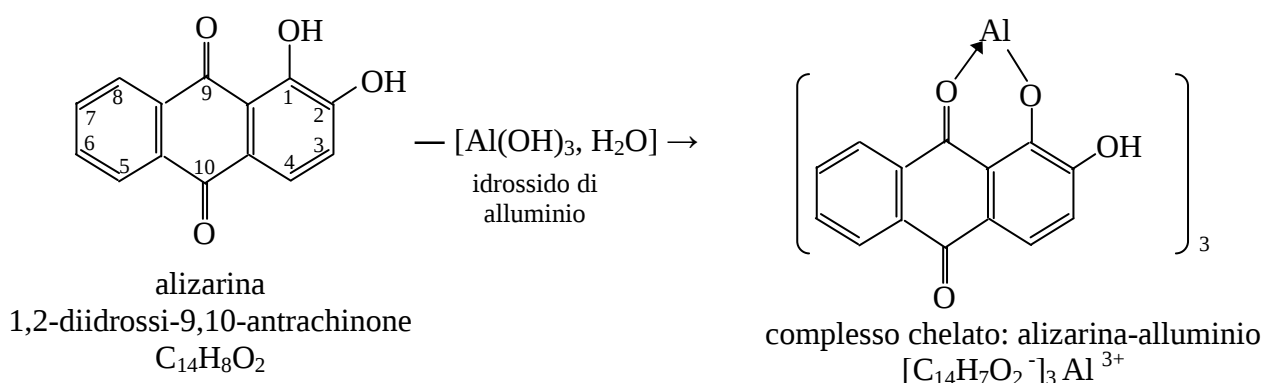
Reazione idrolisi-complessazione dell'alizarina e allume di potassio



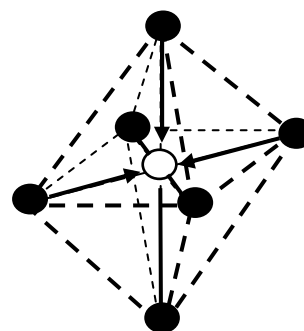
Idrolisi dell'allume di potassio



Complessazione dell'alizarina e allume di potassio



L'accettore e i datori di elettroni dovrebbero assumere nello spazio una disposizione ottaedrica. La chelazione ossia la coordinazione fissa il colorante alla fibra.



Disposizione ottaedrica Al-O

- = alluminio Al^{3+} (centro di coordinazione)
● = ossigeno del carbonio n.1 e 9 dello ione alizarina $C_{14}H_7O_4^-$ (legante)

I coloranti sono utilizzati anche nella preparazione di prodotti alimentari: bibite, sciroppi di frutta (in particolare ciliegie, prugne, fragole) marmellate, frutta candita, caramelle, chewing-gum, ma anche gelati, creme, budini, formaggi, margarina, caviale (succedaneo o surrogato), sottaceti e sottolio.

In generale gli additivi alimentari sono sostanze che vengono aggiunte a prodotti alimentari per migliorarne la conservabilità, l'aspetto, l'odore, il sapore, il colore.

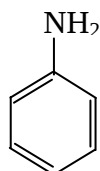
Gli additivi alimentari possono essere ad esempio conservanti, addensanti, emulsionanti, coloranti.

Il loro impiego è regolato da disposizioni di legge, che stabiliscono la qualità e quantità massima consentite, il procedimento da seguire nella produzione, il grado di purezza del prodotto finito, secondo le indicazioni di organismi internazionali. Queste disposizioni di legge sono oggi norme comunitarie.

Gli additivi, nell'Unione Europea, devono essere indicati con il loro nome specifico o con la loro sigla CEE, il codice E, che è un codice alfanumerico in cui la E (E=Europa) è seguita da 3 o 4 cifre, ad esempio *antociani*, E 163.

In questo modo gli additivi sono definiti in modo sintetico e senza l'uso della lingua.

I coloranti d'impiego alimentare possono essere naturali o sintetici, diversi coloranti sintetici sono stati eliminati, ad esempio i derivati dell'anilina (o amminobenzene), sono stati eliminati perché cancerogeni, ma non sempre i coloranti naturali sono innocui.



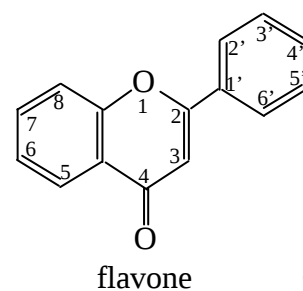
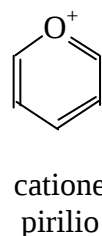
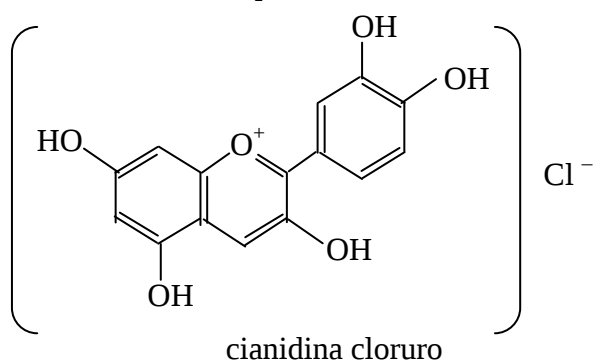
Anilina
amminobenzene

Alcuni coloranti naturali ammessi per l'uso alimentare sono descritti in seguito.

I pigmenti *antociani* (o *antocianine*), E 163, si ottengono principalmente dalle vinacce (bucce d'uve). Gli antociani, dal greco *άνθος* "fiore" e *κυανος* "ciano", sono i pigmenti, dal ciano, al blu, al magenta, al rosso, presenti nelle cellule di molti fiori ad esempio fiordalisi, dalie, ... e in molti frutti es. uva, prugne, ciliegie, more, fragole, mirtilli; sono presenti anche nelle radici, fusti, foglie di molte piante. Il colore purpureo delle foglie in autunno, quando la clorofilla si decompone, è dovuto agli antociani.

Gli *antociani* sono presenti come *glucosidi* (*derivati da una molecola di glucosio unita a una molecola non glucidica, detta aglicone*). Gli *antociani* per idrolisi (*in senso letterale, reazione di scissione prodotta dall'acqua*) danno le corrispondenti *antocianidine* (*agliconi*), che sono *sali di pirilio*, ossia sali aromatici contenenti ossigeno. Gli *antociani* possono essere considerati derivati dalla struttura base, *flavone*, nucleo molto diffuso in natura. Nei corrispondenti *glucosidi*, le unità zuccherine sono attaccate alle posizioni 3 e 5.

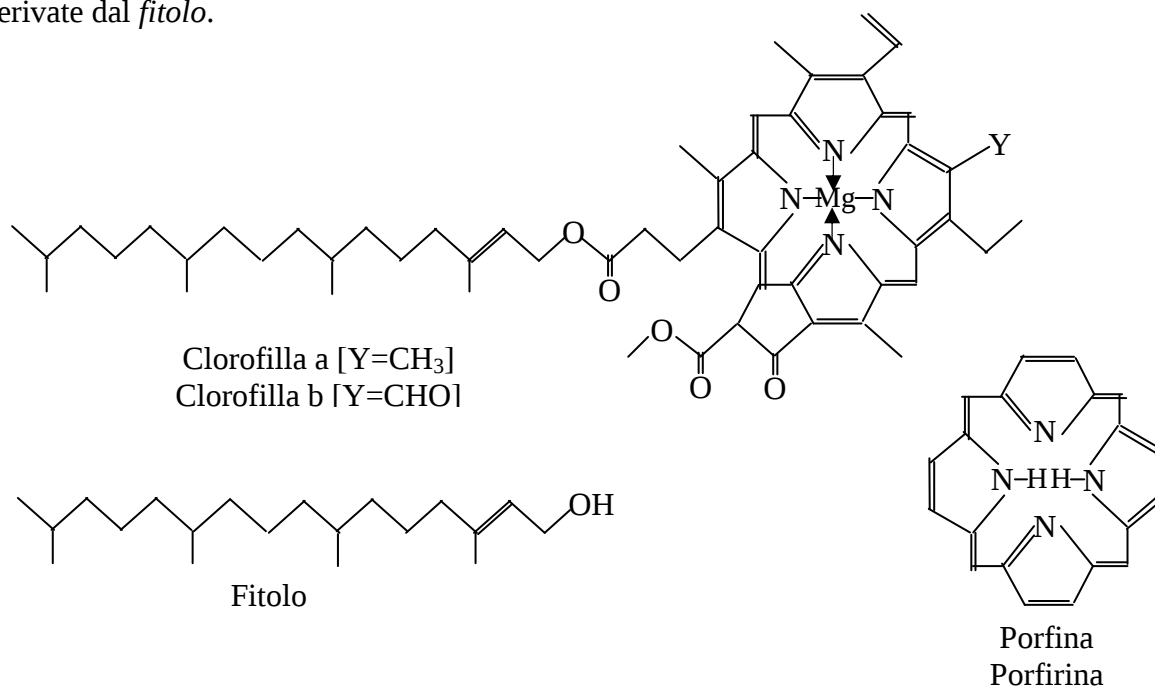
Ad esempio, nei fiori e frutti di ciliege, nella rosa rossa e nel papavero, l'antociano è la *cianina*, allontanando lo zucchero legato a essa per idrolisi, si forma l'antocianidina *cianidina*; ad esempio per idrolisi con acido cloridrico HCl si ottiene la *cianidina cloruro*, rappresentata sotto insieme alle strutture del catione pirilio e del flavone.



I pigmenti *clorofille*, E140, sono costituiti da molecole diverse per struttura e per colore: *clorofilla a*, *clorofilla b*, *clorofilla c*, *clorofilla d*, *batterio-clorofilla*. Le *clorofille* sono i pigmenti verdi delle foglie, da cui il nome dal greco $\chi\lambda\omega\rho\acute{o}\varsigma$ “verde” e $\phi\ddot{\upsilon}\lambda\lambda\omicron\nu$ “foglia”, necessari alla fotosintesi; ma ad esempio la *clorofilla a* è chiamata anche clorofilla blu, poiché è di colore verde-blu, la *clorofilla b* è chiamata anche clorofilla gialla, poiché è di colore verde-giallo.

La *clorofilla a* è presente in tutti gli organismi fotosintetici, dalle piante superiori alle alghe, la *clorofilla b* è presente dalle piante superiori alle alghe evolute, la *clorofilla c* è presente nelle alghe brune, diatomee e cianoficee, la *clorofilla d* delle rodoficee, esiste anche la *batterio-clorofilla* in alcuni batteri (dinoflagellati).

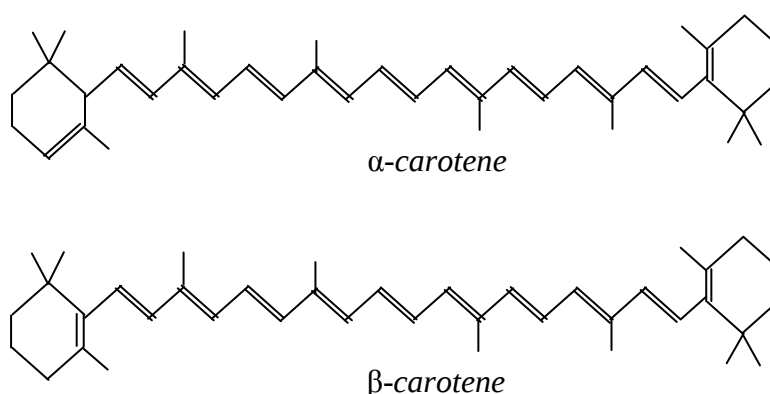
Le *clorofille a* e *b* possono essere considerate come dei chiodi, le cui teste sono costituite da anelli porfirinici, ossia derivati dalla *porfina* o *porfirina*, e le cui code sono costituite da catene fitoliche, ossia derivate dal *fitolo*.



I pigmenti *carotenoidi* (o *carotinoidi* o *lipocromi*), E160, sono i pigmenti gialli, arancioni, rossi sono strettamente associati alla clorofilla a. In primavera ed estate, nelle piante caducifoglie le clorofille sono più abbondanti dei carotenoidi; le clorofille mascherano i carotenoidi e le foglie appaiono verdi. In autunno, alla scomparsa delle *clorofille*, i *carotenoidi* determinano il colore delle foglie e le foglie appaiono gialle, arancioni, rosse.

I *carotenoidi*, dal greco $\kappa\alpha\rho\omega\tau\acute{o}\nu$ “carota”, sono presenti in tutti gli organismi fotosintetici, dalle piante superiori alle alghe, ma anche nei funghi o negli animali, in quest’ultimo caso hanno origine esogena, ossia i carotenoidi sono presenti nella loro dieta, ad esempio la carenza di carotenoidi nell’alimentazione dei canarini determina lo sbiancamento del loro piumaggio.

L’ α -carotene e il β -carotene hanno una lunga catena di doppi legami coniugati.



Il colorante *kèrmes* (o *chèrmes* o *alchermes* o *chermisi* o *cremisi*), dallo spagnolo *quermes* o dall'arabo *qirmizi* "rosso scarlatto", dal sanscrito *krmija* "prodotto da insetti" si ottiene dalle uova di due Insetti, della famiglia *scarabeidi* appartenenti al genere *Kermes*; le specie che forniscono il colorante più puro sono *Kermes ilicis*, *Kermes vermilio* (sono in disuso i termini *Chermococcus vermilio*, *Chermesini*, *Lecaniini*). Questi insetti forse originari della Spagna meridionale, sono presenti in tutte le regioni del Mediterraneo. I *kèrmes* vivono nella galla di una quercia detta *Quercus coccifera*, (o nei Paesi anglofoni *Kermes oak*); ma anche su *Quercus ilex* e *Quercus robur*. Il colorante si ottiene dalle uova, ciascuna femmina depone circa 2000 uova; che rimangono aderenti all'addome, perché ricoperte da una sostanza adesiva, cerosa, detta feltro ceroso. Il feltro, nella parte anteriore del corpo, nasconde le due aperture dalle quali escono le larve neonate. Così le femmine di questi insetti vengono raccolte, essiccate, polverizzate, e commercializzate. In passato il nome commerciale del kermès era *grana kermes* o *grani di scarlatto*.

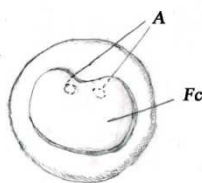
Il colorante è l'acido chermesico, derivato dall'antrachinone.

L'uso del *kermes* è documentato presso Egiziani e Romani, che pensavano fosse di natura vegetale; solo nel 1714 è stata scoperta la sua natura animale.

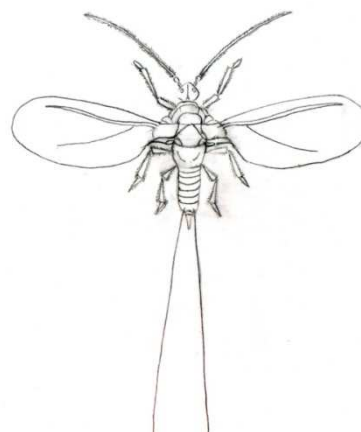
Il *kermes* è usato nella tintura con mordenti (sali di stagno o alluminio), e nella preparazione di liquori o dolci, ad esempio nel liquore *Alchermes*, una tipica specialità fiorentina.



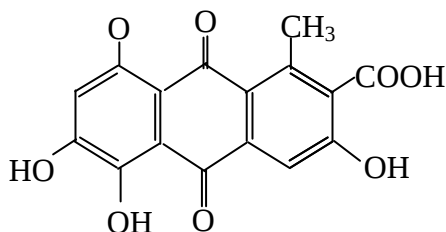
Kèrmes
(*Kermes vermilio*)
femmina adulta
vista dorsale corpo int.



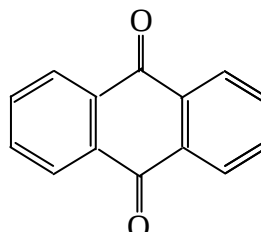
Kèrmes
(*Kermes vermilio*)
femmina adulta
vista ventrale corpo intero
Fc = feltro ceroso
A = aperture



Kèrmes
nes vermilio)
chio adulto
sale corpo intero



acido chermesico



antrachinone

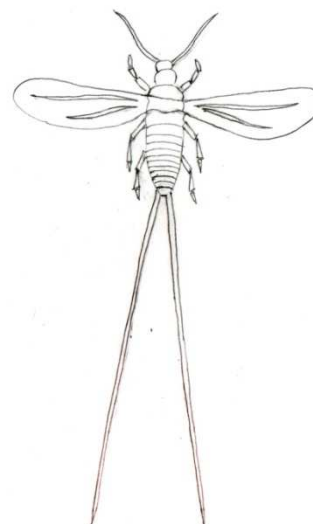
Il colorante *cocciniglia* (o *carmine* o *coccinella americana*), E120, dallo spagnolo *cochinilla*, si ottiene dai tegumenti (tessuti superficiali di rivestimento del corpo) di alcuni Insetti, della famiglia delle Cocciniglie o Còccidi, appartenenti al genere *Dactylopius* o *Coccus*; la specie che fornisce il colorante più puro è la *Dactylopius coccus* o *Coccus cacti*. Questi insetti sono originari del Messico, in cui veniva allevata per ricavarne il carminio, prima della scoperta dell'America. La *cocciniglia* è allevata nelle coltivazioni di fichi d'India, *Opuntia*: *Opuntia coccinellifera*, *Opuntia hernandensis*.

Il colorante si ottiene dal corpo delle femmine prima che depongano le uova. Le femmine di questi insetti vengono raccolte, essiccate, polverizzate e commercializzate con il nome di *lacca di cocciniglia*, *rosso alla cocciniglia*, *carminio di cocciniglia*.

Il colorante è l'acido carminico, derivato dall'antrachinone.

Nel 1549 la scoperta del Messico portò la *cocciniglia* in Europa, questa soppiantò l'uso del *kèrmes*, perché serve un decimo di individui per ottenere lo stesso quantitativo di colorante.

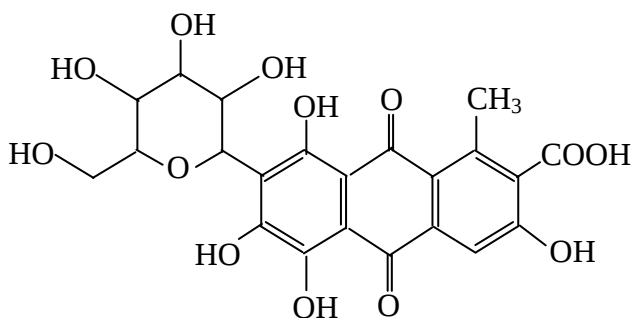
La *cocciniaglia* è usata nella tintura con mordenti (sali di stagno o alluminio).



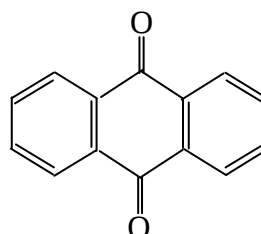
Cocciniglia
(*Dactylopius coccus*)
femmina adulta
vista dorsale corpo intero
A = apertura anale

Cocciniglia
(*Dactylopius coccus*)
femmina adulta
vista ventrale corpo intero
V = vulva

Cocciniglia
(*Dactylopius coccus*)
maschio adulto
vista dorsale corpo intero



acido carminico



anthracinone

Industria degli antociani

Le imprese di produzione di pigmenti e coloranti naturali sono molto eterogenee, sono molto differenziate per dimensioni degli impianti e necessitano di un'elevata specializzazione.

In Italia le imprese leader in questo campo sono le industrie degli antociani, o meglio le imprese di produzione dell'enocianina estratta dalle vinacce.

L'enocianina, chimicamente appartiene agli antociani, è il colorante azzurro presente nell'uva nera.

Il processo di estrazione degli antociani non è particolarmente complesso: si tratta della raccolta e selezione di vinacce (bucce d'uve) di varietà a elevati contenuti di antociani, macerazione in vasca e una successiva concentrazione, fino alla disidratazione del prodotto commercializzato in polvere o in soluzione.

Industrie di questo tipo si trovano quasi tutte in provincia di Reggio Emilia e affiancano da oltre sessant'anni l'industria enologica, perché utilizzano le vinacce, sottoprodotti della vinificazione.

L'enocianina in passato era stata impiegata nella colorazione dei vini, ma il divieto di utilizzarla nel settore enologico ha rivolto l'offerta agli altri settori *food* e *no-food*, ad esempio nel settore *food* gli antociani sono utilizzati in bevande, succhi di frutta, marmellate, canditi, etc.

Esempi di progetti *ecofriendly*

In questi ultimi anni, in Italia, in Europa e nel mondo intero l'Eco-Arte-Scienza-Tecnologia Tintoria è stata e sarà la protagonista di almeno cinque esperienze significative: *Progetto Materra*, *Progetto Cilestre*, *La flora tintoria*, *SANA*, *ISEND*.

Nel 2007 in Campania, l'Ente *Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano* con l'Unione Europea, ha realizzato il progetto *Matterra*, nell'ambito del quale è stata sviluppata l'iniziativa *Linea Parco* per la produzione di una linea di abbigliamento e accessori per la casa, secondo un modello di sviluppo rurale locale sostenibile ed ecocompatibile. *Linea Parco* è un marchio *ecofashion* di prodotti tessili in cui filati, panni, tele e t-shirt biologici, provenienti da mercato equosolidale sono stati tessuti, tagliati, cuciti, ricamati, tinti secondo le tradizioni di stile locali. Le fibre per la tessitura sono le note cotone, lino, canapa, ma anche le riscoperte ginestra e ortica. I prodotti sono d'abbigliamento, biancheria per la casa, complementi d'arredo, ma anche aromi, essenze, profumi, cosmetici.

I colori *ecofriendly* utilizzati sono stati ottenuti da piante spontanee presenti nel parco; per garantire la salvaguardia e la conservazione della flora locale, si persegue l'obiettivo della coltivazione di piante autoctone.

Il materiale vegetale è stato riconosciuto, raccolto, essiccato, estratto e applicato al substrato con solventi soft: acqua, oli e grassi di origine vegetale, ma anche mordenti e additivi soft.

Le piante tintorie utilizzate sono state robbia (*Rubia peregrina L.*), guado (*Isatis tinctoria L.*) alaterno (*Rhamnus alaternus L.*), ginestra spinosa (*Calicotome villosa*), lavanda (*Lavandula stoechas L.*), castagno (*Castanea sativa Mill.*)

In ogni fase del processo di produzione sono stati impiegati operatori locali, l'intero processo di produzione è stato rinnovato per ridurre al minimo i rischi per gli operatori e per l'ambiente, e ottenere l'assoluta assenza di tossicità nel prodotto finito.

Il progetto *Linea Parco* è parte dei progetti Europei di Cooperazione Interregionale come *Matterra* (Ecos-Ouverture 2000-2002) e *Tools* (Interreg IIIC 2005-2007).

Attualmente, nella Regione Marche l'ASSAM, Azienda Servizi Settore Agroalimentare delle Marche, la CIPA-AT, Agenzia formativa della CIA, Confederazione Italiana Agricoltori, con l'Unione Europea, stanno realizzando il *Progetto Cilestre* (*Cilestre=Cilestro=Celestro=Celesto=Celeste* dal latino *Caelestis* "del cielo") per la produzione di colori *ecofriendly* per il settore no-food: artistico, abbigliamento, cosmetico, edile; secondo un modello di sviluppo industriale globale sostenibile ed ecocompatibile. Il progetto si occupa di creare l'intera filiera produttiva delle piante tintorie: coltivazione, essiccazione, estrazione con solventi soft, applicazione al substrato secondo l'impiego nei diversi settori.

Nel 2010 in Lazio, *RomaNatura*, l'Ente Regionale per la Gestione del Sistema delle Aree Naturali Protette del Comune di Roma, ha presentato il volume *La flora tintoria*. Questa pubblicazione è stata realizzata sulle "piccole piante spontanee, ma non per questo minori", del Parco Regionale Urbano del Pineto: bardana minore [*Arctium minus (Hill) Bernh.*], camomilla dei tintori (*Cota tinctoria L. J. Gay s.l.*), celidonia (*Chelidonium majus L.*).

Questo documento testimonia l'interesse per la conservazione della flora tintoria, infatti, una delle missioni dell'Ente è la conservazione della biodiversità vegetale, ossia la tutela delle varietà degli organismi vegetali, osteggiata dall'agricoltura intensiva.

Nel 1989 nasce SANA, Salone Internazionale del Naturale, come *Salone dell'Alimentazione naturale*; poi nel 2007 diventa a Bologna il *Salone del benessere*, si occupa non solo di alimentazione, ma anche d'abbigliamento, ambiente indoor e outdoor.

Il benessere è inteso come compatibilità tra salubrità, tecnologia e bellezza, grazie all'utilizzo di risorse rinnovabili. Ciò significa cibi, vestiti, mobili, case, luoghi di lavoro, parchi, riserve sani e belli. SANA è una manifestazione fieristica commerciale, mediatica e culturale che coinvolge imprenditori, operatori, stampa e pubblico in scambi commerciali, mostre e dibattiti.

Nel 2006, a Hyderabad (India), si è svolto *Naturally....International Symposium/Workshop on Natural Dyes*, organizzato da UNESCO e *Crafts Council of India*, con 700 partecipanti da tutto il mondo. Nel 2008 a Daegu (Corea del Sud) si è svolto *ISEND*, Simposio & Esposizione Internazionale sui coloranti naturali (*International Symposium & Exhibition on Natural Dyes*), organizzato da Pr. Kim Jitsee, dal *Museum of Natural Dye Art* e dalla città di Daegu. Nel 2011 la rassegna sarà a La Rochelle (Francia) con il patrocinio dell'UNESCO.

Nel 2011 in Lazio, *Sapienza*, Università di Roma sta organizzando, presso il Museo di Chimica, una Mostra sui colori naturali, di cui sarà responsabile l'autrice di questo testo.

Auguro a tutti coloro che lavorano per progetti e manifestazioni *ecofriendly* di ottenere risultati strepitosi, perché i colori *ecofriendly* suscitano emozioni e sensazioni che non possono essere sintetizzate, o visualizzate sullo schermo di un computer.

Spero che ci stupisca ancora vedere l'arcobaleno, spero che non ci stupisca più poter pensare a una produttività *ecofriendly*, e finalmente, realizzarla.

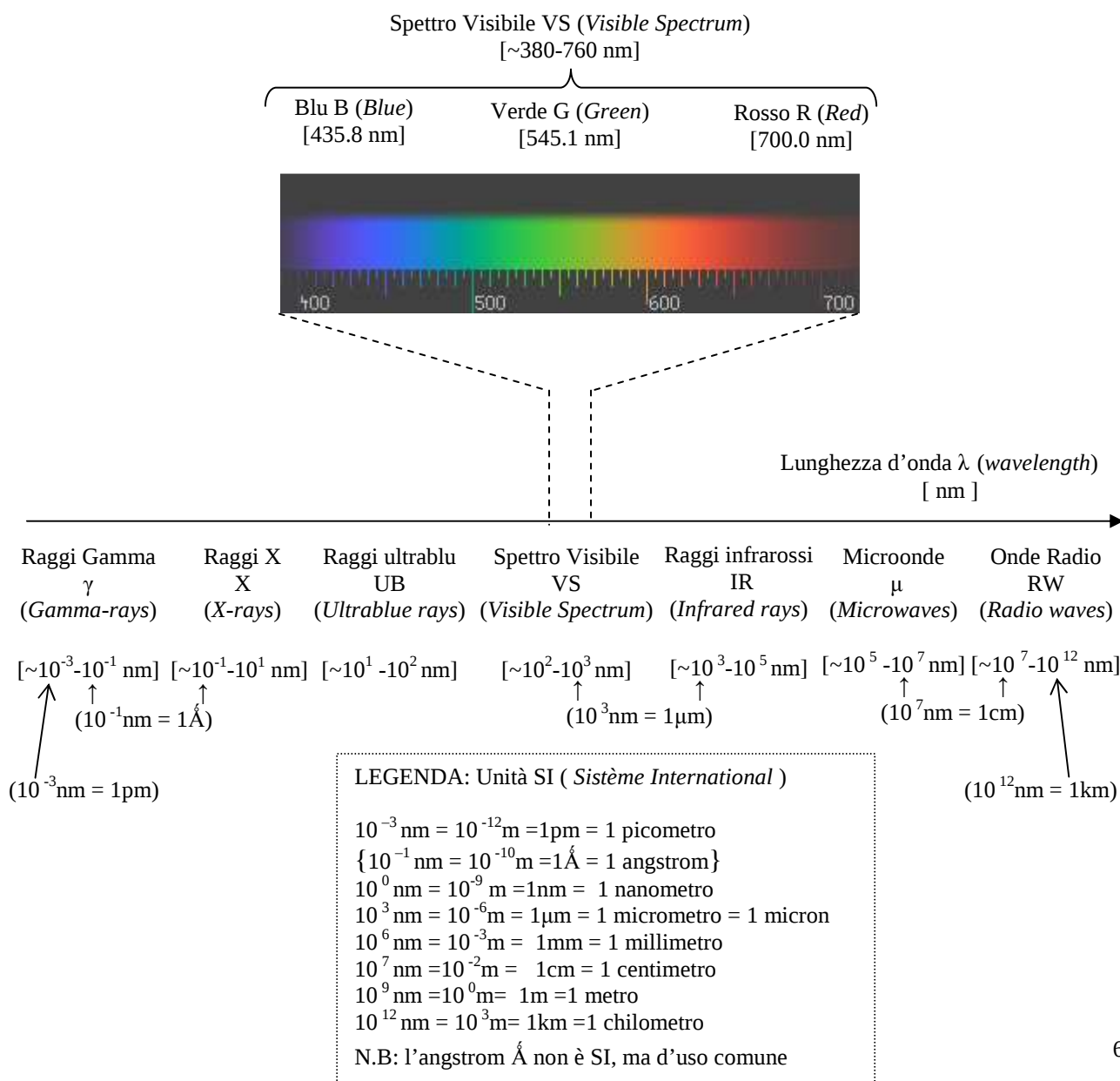
Spettro elettromagnetico

Lo Spettro Visibile VS (Visible Spectrum) è solo una piccola parte dello Spettro Elettromagnetico. Lo spettro delle radiazioni elettromagnetiche, al crescere della lunghezza d'onda λ (*wavelength*), comprende Raggi Gamma γ (*Gamma-rays*), Raggi X o X (*X-rays*), Raggi ultravioletti UV (*Ultraviolet*), Spettro visibile VS (*Visible Spectrum*), Raggi infrarossi IR (*Infrared rays*), Microonde o μ (*Microwaves*), Onde Radio RW (*Radio waves*).

Per le radiazioni con lunghezza d'onda superiore al Rosso R (Red) si utilizza il termine infrarosso IR (*Infrared*), mentre per le radiazioni con lunghezza d'onda inferiore al Blu B (*Blue*) si propone il termine ultrablù UB (*Ultrablue*), per sostituire il vecchio termine ultravioletto UV (*Ultraviolet*); perché il Viola o Violetto V (*Violet*) non è un colore primario, ma un colore secondario, composto da Blu B (*Blue*) e da Magenta M (*Magenta*).

Così lo spettro della radiazione elettromagnetica, al crescere della lunghezza d'onda λ (*wavelength*), dovrebbe comprendere Raggi Gamma γ (*Gamma-rays*), Raggi X o X (*X-rays*), Raggi ultrablù UB (*Ultrablue rays*), Spettro visibile VS (*Visible Spectrum*), Raggi infrarossi IR (*Infrared rays*), Microonde o μ (*Microwaves*), Onde Radio RW (*Radio waves*), vedi figura.

Spettro Elettromagnetico



Conclusioni

Introduzione - Sistemi di Colore: fisica-informatica del colore.

Sistema di Carlieri-Bianco: proposta per l'unificazione dei Sistemi di colore attuali.

E-tavolozza: proposta di 41 colori campione di riferimento

Colori Naturali – Colori Sintetici – Colori Ecofriendly: conversione da colore naturale a colore di sintesi, e da colore di sintesi ad un colore *ecofriendly*, ossia un nuovo colore naturale che offre maggiori garanzie di salubrità.

Pigmenti – Coloranti: chimica del colore

Industria degli antociani: industria leader in Italia nel settore della produzione di pigmenti e coloranti naturali

Esempi di Progetti Ecofriendly: esperienze significative mondiali, europee, italiane: *Progetto Matera, Progetto Cilestre, La flora tintoria, SANA, ISEND*

Spettro elettromagnetico: proposta di sostituzione del termine Ultravioletto UV (*Ultraviolet*) con il termine Ultrablù UB (*Ultrablue*)

Bibliografia

R.L.M. Allen, Colour Chemistry, Nelson & Sons (1971)

G. A. Agoston, Springer series in optical sciences: Color Theory and its application in art and design, Springer - Verlag Berlin Heidelberg New York 19 (1979)

G. C. Argan, L'arte Moderna dall'Illuminismo ai Movimenti Contemporanei, Sansoni Editore, Firenze (1989 sedicesima edizione)

P. W. Atkins, Chimica fisica, Zanichelli (1989, Seconda Edizione)

P. W. Atkins, Physical chemistry, Oxford University Press, Oxford, Melbourne, Tokyo (1994, Fifth Edition)

Azienda Servizi Settore Agroalimentare delle Marche, Progetto Cilestre, La riscoperta delle piante officinali tintorie

P. Ball, Colore, una biografia, Rcs Libri, Bur Saggi, Milano (2007, Sesta Edizione)

E. Barni, Alterazioni cromatiche delle foglie, Musis Quaderni 23 (1992)

C. N. Banwell, Fundamentals of molecular spectroscopy, Mcgraw-Hill Book Company (Uk) Limited, London New York....Toronto (1972, Second Edition)

I. Barducci, Collana di fisica tecnica: fotometria e colorimetria, Masson Editoriale Esa, Milano (1995), 3

P. Brengola, Guida Di Roma, Edizioni Laterza, Roma-Bari (1984)

J. Beck, La percezione del colore delle superfici, Le Scienze Quaderni 78 (1994)

Calendario Atlante De Agostini 2010, Istituto Geografico De Agostini, Novara (2009)

M. Carlieri & M. Mancini, appunti del corso di Grafica Pubblicitaria (1992-1995)

L. Castiglioni, S. Mariotti, Vocabolario della lingua latina, Loecher Editore, Torino (1981)

C. Coluzza, appunti del corso di Conservazione dei Beni Culturali, Università di Roma "La Sapienza", Roma (2003)

C. Coluzza, Appunti d'introduzione alla colorimetria, Università di Roma "La Sapienza", Roma (2003)

Comune di Trieste, Area Cultura, Servizio Musei Scientifici, Civico Orto Botanico, Associazione Tintura Naturale "Maria Elda Salice", Le piante tintorie, Trieste (2003)

Consiglio Nazionale Delle Ricerche, Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane: gasteropodi conchigliati di Alberto Torelli e Gea D'este, (1982)

Dizionario Enciclopedico Scientifico e Tecnico Mcgraw, Hill Zanichelli Inglese – Italiano / Italiano – Inglese, Zanichelli Editore, Bologna (1998, Seconda Edizione)

Dizionario Enciclopedico Italiano, Istituto della Enciclopedia Italiana "Giovanni Treccani", Istituto Poligrafico dello Stato, Roma (1970)

N. Eastaugh, et al., Pigment compendium: a dictionary of historical pigments, Elsevier, Butterworth Heinemann Amsterdam, Boston,...,Oxford,..., Paris, Tokyo (2004)

Enciclopedia Garzanti Della Chimica, Garzanti Editore, Milano (1998)

Enciclopedia Tascabile De Agostini Minicompact, Fiori Di Campo, Istituto Geografico De Agostini, Novara (2002)

Ente Regionale Romanatura, La Flora Tintoria, Gli studi e le guide di Romanatura, Roma (2009)

G. Fioravanti, Il dizionario del grafico, Zanichelli Editore, Bologna (1993)

A. Frova, Sintesi dei colori e colorimetria, Le Scienze Quaderni 78 (1994)

A. Frova, Luce colore visione, Biblioteca Universale Rizzoli, Milano (2000)

D. Galiazzo, La guida del consumatore, De Agostini, Novara (2004)

S. Giedion, Walter Gropius l'uomo e l'opera, Edizioni Comunita', Milano (1954)

R. L. Gregory, Occhio e cervello: la psicologia del vedere, Raffaello Cortina Editore, Milano (1991)

J. Itten, Arte del colore, Il Saggiatore: Arnoldo Mondadori Editore, Milano (1992, Quarta Edizione)

R. Jackson et al., Computer Generated colour a practical guide to presentation and display, John Wiley & Sons, Chichester - New York Brisbane Toronto Singapore (1994)

A. K. Jain, Fundamentals of digital image processing, Prentice Hall, Englewood Cliffs (1989)

D. B. Judd & G. Wyszecki, Color in business, science and industry, John Wiley & Sons, New York Chichester Brisbane Toronto (1975, Third Edition)

D. L. Mac Adam, Color Measurement, Springer – Verlag, Berlin, Heildelberg, New York (1981)

L. Maffei & A. Fiorentini, Arte e cervello, Zanichelli Editore, Bologna (1995)

M. Marotti, Le piante coloranti, Edagricole, Bologna (1997)

M Matteini, A. Moles, La Chimica nel restauro: i materiali dell'arte pittorica, Nardini Editore, Fiesole (Firenze) (1989)

I. Nimeroff, Colorimetry, National Bureau Of Standards Monograph (1968) 104

Oleari, Misurare il colore: spettrofotometria, fotometria e colorimetria fisiologia e percezione, Ulrico Hoepli Editore, Milano (1998)

S. Palazzi, Colorimetria, Nardini Editore, Fiesole (Firenze) (1995)

M. Panella & A. Chiari, Appunti del Master Universitario di I livello in Tecniche per la multimedialità, Università di Roma "La Sapienza", Roma (2008)

Parco Nazionale del Cilento e Vallo Di Diano, Linea Parco: Fibre tessili naturali e loro produzione, filatura e tessitura tradizionale, erbe tintorie e colori naturali, abbigliamento, corredo e complementi d'arredo, essenze, aromi, cosmetici naturali, profumi, Vallo della Lucania (Salerno) (2002)

Parco Nazionale del Cilento E Vallo Di Diano, Nuovi Strumenti per lo sviluppo dell'imprenditorialità nelle aree rurali marginali, Vallo della Lucania (Salerno) (2007)

M. Pastoureau, I colori del nostro tempo, Ponte alle grazie, Adriano Salani Editore, Milano (2010)

S. Pezzoni et alt., La Patente Europea del Computer guida completa versione Office

2000 Syllabus 4, Arnoldo Mondadori Editore, Milano (2003, Prima Edizione)

O. Polunin, Guida agli alberi e arbusti d'Europa, Zanichelli, Bologna (1992)

W. K. Pratt, Digital image processing, John Wiley & sons, Chichester - New York Brisbane Toronto Singapore (2001, Third Edition)

Quagliarini & L. Amorosi, Chimica e tecnologia dei materiali per l'arte, Zanichelli, Bologna (1995)

P. H. Raven, R. F. Evert, H. Curtis, Biologia delle piante, Zanichelli, Bologna (1989, Quarta Edizione Italiana)

Regione Lazio, Assessorato all'agricoltura, Direzione Regionale Agricoltura, Area Servizi Tecnici e Scientifici, Servizio Fitosanitario Regionale; Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura (Centro Ricerche Per l'agrobiologia e la pedologia), Il tarlo asiatico, (2010)

C. Rendina, La grande enciclopedia di Roma, Newton & Compton Editori, Roma (2000)

L. Residori, Fotografie, materiali fotografici, processi e tecniche, degradazione analisi e diagnosi, Il Prato, Saonara (Padova) (2009)

L. Rocci, Vocabolario greco italiano, Società editrice Dante Alighieri, Milano (1981)

F. Silvestri, Compendio di entomologia applicata: parte speciale vol. 1, Portici, Napoli (1939)

P. Silvestroni, Fondamenti di chimica, Veschi, Roma (1987, Settima Edizione)

A. Streitwieser, C. H. Heathcock, E. M. Kosover, Chimica organica, Edises, Napoli (2000)

A. Ternay, Chimica organica contemporanea, Casa Editrice Ambrosiana, Milano (1982)

H. Zollinger, Color Chemistry, Vch, Weinheim, New York, Basel, Cambridge (1991)

Link

- 1) Michele Scarpiniti – Tecniche di elaborazione numerica di immagine e video –
– <http://ispac.ing.uniroma1.it/scarpiniti/index.htm> (2008)
- 2) Isend – <http://www.isend2011.com> – (2010)
- 3) Sana – <http://www.sana.it> – (2011)
- 3) Wikipedia, The Free Encyclopedia – <http://en.wikipedia.org/wiki> – (2009-2010)
- 4) Wikipedia, L'enciclopedia libera – <http://it.wikipedia.org/wiki> – (2009-2010)

Illustrazioni - foto

Le illustrazioni e le foto sono realizzate dall'autrice dal 1991 al 2011, fuorché:

- 1) pag 66 immagine “Spettro elettromagnetico” da WIKIPEDIA The Free Encyclopedia – <http://en.wikipedia.org/wiki> – (2009),
- 2) pag 75 foto “Johannes Itten” da Giorgio Fioravanti – Il Dizionario del Grafico – Zanichelli Editore, (1993, prima edizione),
- 3) pag 78 foto “Luigi Campanella” da anonimo.
- 4) pag 82 foto “Maria Bianco” scattata dalla madre dell'autrice nel 2005.



Johannes Itten - Biografia

[Südernlinden (Berna) 11 Novembre 1888 - Zurigo 27 Maggio 1967]

Teorico del colore, pittore e grafico svizzero

- Dal 1904 al 1908 a Berna, dopo il Liceo, studia come maestro elementare, e insegna secondo il metodo di Friedrich Fröbel, ossia seguendo le idee della psicoanalisi. Dopo alcuni anni d'insegnamento si trasferisce a Ginevra, dove s'iscrive all'Ecole des Beaux-Art, ma non convinto di questa scelta torna a Berna e s'iscrive all'Università di Berna: Facoltà di Scienze Naturali e Matematica e alla Teacher's Academy di Berna-Hofwil allievo di Ernst Schneider.
- Nel 1913 a Stoccarda s'iscrive all'Accademia di Belle Arti, allievo di Adolf Hölzel.
- Nel 1916 a Vienna, presentato da Adolf Loos, partecipa alla 1° Mostra di Pittura Astratta (I). Adolf Loos è un architetto e scrittore d'Arte austriaco, esponente del Funzionalismo (II.) Itten è profondamente influenzato da Adolf Hölzel, Franz Cižek, Eugene Gilliard. A Vienna apre una scuola di pittura.
- Nel 1919 Walter Gropius, lo chiama a insegnare a Weimar (Germania), nella nascente Bauhaus. Walter Gropius è un architetto tedesco esponente dell'Architettura razionale (III). Bauhaus (IV) significa "Casa della costruzione" è la nuova Scuola d'Architettura e Arti Decorative, i corsi riguardavano Architettura, Arredamento, Tessitura, Ceramica, Tipografia, Pubblicità, e persino Teatro e Cinema.
Gropius raduna intorno a sé i più significativi artisti europei, es. Wassily Kandisky, Paul Klee, Lyonel Feiniger, per rendere la scuola un centro internazionale di elaborazione sistematica dei movimenti artistici d'avanguardia: Architettura Razionale e Astrattismo.
In questa scuola Itten sviluppa un innovativo corso preliminare sul colore, la composizione, e i materiali. Il nuovo metodo didattico di Itten stimola ogni studente a trovare una propria originalità; il principio didattico si basa sulla conoscenza degli antichi maestri della pittura, per arricchire il bagaglio culturale degli allievi e sviluppare in ciascuno le proprie preferenze e le proprie capacità.
- Nel 1920 a Weimar, Itten invitò Paul Klee e George Munché a unirsi alla Bauhaus.

Ma Itten è un ascetico, sostenitore della dottrina Mazdaznan (V).

Itten osserva una dieta rigorosamente vegetariana e pratica meditazione, come mezzo per sviluppare la conoscenza interiore e l'intuizione: l'Arte di dimenticare sé stessi, pensare e non-pensare, per cercare la verità nel cuore, e trovarla attraverso la meditazione individuale; questa è la sua principale fonte d'ispirazione. Itten insegna a liberare la propria energia creativa ed esprimerla in un'immagine o in un oggetto. Itten concepisce la pittura come espressione artistica personale e artigianale, invece Walter Gropius e Theo van Doesburg indirizzano la scuola verso una produzione industriale di massa.

- Nel 1923 lascia la Bauhaus di Weimar, per dimissioni forzate, in contrasto con la direzione, ed è sostituito da Laszlo Moholy-Nagy; nello stesso anno a Berlino partecipa a una mostra della "Der Sturm", importante rivista quindicinale tedesca che organizzava mostre, teatro, serate. Nel 1924 con Gunta Stölzl, tessitrice svizzera, prima studentessa e poi docente della Bauhaus, fonda dei laboratori di tessitura. Poi si trasferisce a Zurigo dove studia Filosofia.
- Dal 1926 al 1934 a Berlino fonda una piccola scuola d'Arte e d'Architettura.
- Dal 1932 al 1938 a Krefeld (Germania) dirige la Textilfachschule, Scuola tessile.
- Dal 1938 al 1954 a Zurigo dirige la Kunstgewerbeschule, Scuola d'Arti Applicate.
- Nel 1955 a Ulm (Germania) insegna in corsi sul colore alla Hochschule für Gestaltung (HfG-Ulm), Scuola di Design.
- Dal 1943 al 1960 a Zurigo dirige la Textilfachschule, Scuola tessile.
- Dal 1949 al 1956 a Zurigo fonda e dirige il Museum Rietberg, museo per l'Arte non-Europea, dove conserva ed espone oggetti d'Arte provenienti da Asia, Africa, America, Oceania.
- Nel 1961 pubblica il libro "Arte del colore" che custodisce i suoi insegnamenti, tra cui la sfera dei colori, per alcuni derivata dal cerchio dei colori di Adolf Hölzel, per altri dalla sfera dei colori di Philipp Otto Runge; nel libro riporta alcuni capolavori dei Maestri della Pittura, ma anche lavori e fotoritratto di alcuni suoi allievi, ma non suoi quadri, nonostante avesse lavorato anche come freelance. Il suo stile pittorico è stato ricondotto all'Astrattismo (I), all'Espressionismo (VI), all'Op Art o Optical Art (VII.)

(I) Astrattismo = *movimento artistico, sviluppato in Germania al principio del 20° secolo, Arte di pura astrazione, che si disinteressa della rappresentazione della realtà percepibile oggettivamente, e crea forme e colori che rappresentano esclusivamente la realtà soggettiva dell'artista (es. Paul Klee, Wassily Kandisky, Piet Mondrian).*

(II) Funzionalismo = *stile d'Architettura, che sostiene la stretta aderenza tra funzione e forma di una struttura, e comporta l'eliminazione di ogni sovrastruttura decorativa; poiché costruzione e decorazione sono due identità diverse, così come sono diversi i ruoli di costruttore (architetto-ingegnere) e decoratore (pittore-sculitore). Il Funzionalismo è l'aspetto più tecnico formale del Razionalismo architettonico o Architettura razionalista o Architettura razionale trattata in seguito.*

(III) Architettura razionale = *corrente ideologica, ossia stile d'Arte strettamente correlato a questioni economico sociali, che sostiene la stretta aderenza tra funzione e forma di una struttura e l'eliminazione di ogni sovrastruttura decorativa nell'Architettura, ma anche nella Pittura, Scultura, Grafica, Tessitura, ...Sostiene che la bellezza non risulta dalla decorazione, ma dalla razionalità della distribuzione degli elementi e degli spazi in funzione del loro scopo, ossia sostiene il valore estetico della struttura pura. Sostiene la specializzazione rigorosa dell'Architetto, come del Pittore, dello Scultore, del Grafico, del Tessitore, ...Sostiene l'utilizzo di nuovi materiali, nuovi mezzi e nuovi processi (es. introduzione di ferro e cemento nelle strutture portanti; sostituzione delle pareti in muratura con vetrate nude, luminose nelle strutture; sostituzione delle aiuole con piante libere nei giardini). Sostiene la forma standard, ad esempio uno standard abitativo o lavorativo, ossia*

un'abitazione tipo o un luogo di lavoro tipo adattabile a qualsiasi classe sociale o lavorativa; sostiene anche la combinazione razionale tra loro delle forme standard. La razionalizzazione della funzionalità delle abitazioni e dei luoghi di lavoro comporta ad esempio il miglioramento dell'igiene quindi della salute di tutti.

(IV) Bauhaus = scuola intesa come un sistema di educazione artistica unitaria e completa, altamente specializzata, orientata a una progettazione di massima funzionalità - sobrietà estetica. Scuola fondata sul principio della collaborazione, della ricerca comune tra maestri e allievi, infatti, molti allievi sono diventati poi docenti. E' una scuola razionale, non-gerarchica, democratica, che si forma e si sviluppa da sé, orientando il proprio progresso. E' una scuola seme della Società democratica.

(V) Mazdaznan = setta fondata da Otto Hanish, che è nata a Chicago nel 1890 e si è diffusa anche nell'Europa settentrionale nei primi decenni dello scorso secolo. Questa dottrina si richiama all'antica religione persiana, e mette sullo stesso piano Gesù, Buddha, Allah, Zaratustra; ha aspirazioni salutistiche: pratica Vegetarianismo, Tecniche di respirazione Yoga, Zenismo.

(VI) Espressionismo = movimento artistico, sviluppato in Germania al principio del 20° secolo, Arte di pura espressione intima, che esaspera emotivamente la rappresentazione della realtà percepibile oggettivamente, e crea forme e colori che rappresentano la realtà soggettiva dell'artista es. Vincent van Gogh, Wassily Kandisky, Edvard Munch. (Impressionismo = movimento artistico, sviluppato in Francia nel 19° secolo, Arte di pura impressione del vero, che s'interessa della rappresentazione della realtà percepibile oggettivamente, o meglio che coglie emotivamente la rappresentazione della realtà percepibile oggettivamente, e crea forme e colori che rappresentano gli effetti di luce e colore, le sensazioni luminose coloristiche, le impressioni psicologiche dell'artista es. Claude Monet, Edouard Manet, Auguste Renoir, Edgar Degas, Paul Cezanne, Auguste Rodin, Medardo Rosso).*

(VII) Op Art o Optical Art = un movimento artistico, sviluppato negli Stati Uniti negli anni '60, Arte Ottica o Arte di pura percezione visiva, che utilizza illusioni ottiche es. Victor Vasarely.





Luigi Campanella - Curriculum vitae

Chimico italiano

- 1961 Laurea in Chimica, presso la *Sapienza Università di Roma* (*), Facoltà di Scienze *Matematiche Chimiche e Naturali*
- 1961 Abilitazione alla professione di Chimico
- 1967 Libera docenza in “Elettrochimica”
- 1967/1980 Professore Incaricato Stabilizzato in “Esercitazioni di Chimica Industriale II”, successivamente in “Esercitazioni di Chimica Applicata”
- 1980/2003 Professore Ordinario di “Chimica Analitica”, poi di “Chimica dell’Ambiente e dei Beni Culturali”
- 1994/oggi Titolare di “Chimica Agraria” e “Chimica del Suolo”
- 1998/oggi Titolare di “Chimica del Restauro”
- 2003/oggi Titolare di “Chimica degli Alimenti”, Facoltà di Farmacia
- 1981/1983 Presidente del Consiglio di Corso di Laurea in Chimica Industriale
- 1983/1986 Direttore del Dipartimento di Chimica
- 1988/1992 Coordinatore del Dottorato di Ricerca in Scienze Chimiche
- 1988/1994 Preside della Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali

Autore di oltre 500 lavori nei settori della Chimica Analitica, dell’Elettrochimica, della Chimica Ambientale, delle Biotecnologie Analitiche, della Chimica dei Beni Culturali; ha partecipato a oltre 500 Congressi Nazionali e Internazionali. In particolare ha preparato, caratterizzato e applicato numerosi biosensori, basati su enzimi immobilizzanti o su tessuti vegetali, per la determinazione di sostanze d’interesse clinico, farmaceutico, e ambientale e per la datazione di reperti archeologici cellulosici. Con queste ricerche è entrato a far parte del Gruppo di Ricerca CEE su “Biosensori”. Ha anche studiato l’applicazione di metodi chimici e biologici alla degradazione e alla rimozione di inquinanti (tensioattivi, idrocarburi, pesticidi, metalli pesanti) in scarichi civili e industriali.

Autore di sei libri nei campi dell’Analisi Industriale e Applicata, della Chimica Analitica, della Chimica degli Alimenti, della Filosofia della Chimica, della Museologia Scientifica e della Chimica per l’Arte.

- 1989/1990 Presidente della Divisione di Chimica Analitica della Società Chimica Italiana.
- 1990/1992 Vice presidente della Società Chimica Italiana.
- 1991/oggi Presidente del MUSIS (Museo Multipolare della Scienza e dell'Informazione Scientifica) 1993/1997 Consigliere Scientifico del Sindaco di Roma.
- 1994 Vincitore dell'“International Capire Prize for a creative future”.
- 1996 Vincitore del Premio Internazionale “Scuola Strumento di Pace”.
- 2003 Vincitore della Medaglia d'oro della Divisione di Chimica Ambientale della Società Chimica Italiana.
- 2004/2006 Presidente della Divisione di Chimica dell'Ambiente e dei Beni Culturali.
- 2005 Vincitore del Premio Science for Peace (USA Convention).
- 2005/2009 Presidente dell'Ordine dei Chimici Interregionale Lazio-Umbria-Abruzzi.
- 2007 Vincitore della Medaglia Liberti della Società Chimica Italiana.
- 2008 Vincitore del Premio Croce per il superamento della sperimentazione animale.
- 2009 Vincitore del Premio Anassilaos per la Ricerca Scientifica.
- 2008/2011 Presidente della Società Chimica Italiana.

Rappresentante italiano nella IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry).

Membro di EuCheMS (European Association for Chemical and Molecular Sciences)

Membro di AOAC International (Association of Official Analytical Chemists International).

Responsabile di Accordi Scientifici Internazionali con l'Università dell'Avana (Cuba), Facoltà di Scienze, e con l'Università Lomonosov (Mosca), centro Eco Salute.

Garante per la Chimica del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche).

Membro di numerose Commissioni di Studio del CNR dell'ENEA (Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente), della *Sapienza Università di Roma*, del MURST (Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica); fra le quali il Comitato per le Infrastrutture, per i Materiali Innovativi e per la Chimica del MURST e il Gruppo Metalli dell'Istituto Ricerca sulle Acque del CNR.



(*) La *Sapienza Università di Roma* è l'antica Università romana fondata nel 1303 dal Papa Bonifacio VIII. Il *Palazzo della Sapienza* fu sede dell'Università fino al 1935, anno in cui fu inaugurata l'attuale Città Universitaria, l'antico palazzo oggi è adibito ad *Archivio di Stato*. Nell'antica sede dell'Università, il complesso di edifici e il cortile attuali furono realizzati alla fine del Cinquecento da Pirro Ligorio e Giacomo della Porta, mentre la chiesa di *S. Ivo della Sapienza* fu

realizzata da Francesco Borromini dal 1634 al 1660, e divenne una delle opere più rivoluzionarie dell'architettura barocca. La pianta è costituita da due triangoli equilateri, simbolo della Trinità, che s'intersecano per formare all'esterno una stella a sei punte, simbolo della Sapienza, e all'interno un esagono regolare in cui è costruita un'ape, elemento araldico dello stemma dei Barberini.

Sulla cupola svetta il celebre lanternino a spirale, ispirato alla *Torre di Babele*, simbolo ebreo e cristiano della follia umana. La parola babilone deriva dal babilonese Bāb-ilu "porta del Dio (Marduk)" oggi è sinonimo di confusione. La Genesi racconta che gli abitanti di Sennaar decisero di costruire una città e una torre "la cui cima raggiunga il cielo", Dio punì il loro orgoglio, confuse le loro lingue, le loro idee, i loro progetti; la torre rimase incompiuta e li disperse nel mondo. Borromini sovrappose alla torre una croce per ammonire gli studenti della Sapienza di non inorgogliersi, perché la Vera Conoscenza è dalla Fede.



S.Ivo alla Sapienza – Roma
Lanternino a spirale

Massimo Carlieri - Curriculum vitae

Architetto, Grafico e Incisore italiano

- 1975 Laurea in Architettura, presso la *Sapienza Università di Roma*.
- 1976 Iscrizione all'Ordine degli Architetti di Roma, e svolgimento della sua attività professionale tra lo studio di Palazzo Capranica e l'insegnamento di Grafica Pubblicitaria presso il *S. Giacomo*, Scuola Serale del Comune di Roma (*).
- 1978 Partecipazione alla Mostra per il Bicentenario della morte di Giambattista Piranesi, le sue tre lastre sono conservate presso l'Istituto Nazionale per la Grafica a Roma.
- 1996 Ruolo organico nell'Ufficio Tecnico del Dipartimento Ambiente.
- 2002 Responsabile della progettazione e restauro delle Ville e Parchi Storici del Comune: Villa Borghese, Villa Torlonia, Parco degli Scipioni, etc. (**).
- 2009 Curatore del Giardino dell'Algardi a Villa Pamphilij, incaricato dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri.



Villa Torlonia – Roma

Casina delle civette (sinistra), Villino medioevale (destra alto), Laghetto con Bambù (destra basso)

(*) “*Scuola Arti Ornamentali S.Giacomo*” è una delle quattro Scuole d’Arte e dei Mestieri del Comune di Roma. Queste sono scuole rivolte all’educazione permanente degli adulti, con corsi serali nei campi artistico-artigianale e tecnico-scientifico. In particolare, il “S. Giacomo”, da oltre un secolo, dimostra una lunga tradizione artistica e didattica, tra i suoi docenti vorrei ricordare Antonino Calcagnadoro e tra gli allievi Mario Mafai, Tito Ridolfi. La scuola con il Direttore Bernardo Ciaccia, offriva corsi d’Affresco, Arazzo, Arredamento, Ceramica, Grafica, Murales, Oreficeria e Sbalzo, Pittura, Restauro, Scultura, Stampa d’Arte, Stampa su stoffa, Tessitura; oggi offre anche corsi di Storia dell’Arte, Macramè, Scultura in legno, Trompe l’oeil, Mosaico, Restauro dell’Affresco, Restauro del Dipinto, Restauro del Mobile.

(**) 2008 l'Architetto, per primo a Roma, ha individuato il tarlo asiatico (o cerambicide asiatico) *Anoplophora chinensis*. Il coleottero, originario dell'Asia, era stato già trovato in Italia, per la prima volta, in provincia di Milano nel 2000, nell'area urbana di Roma nel 2008 proprio da Massimo Carlieri. Quest'insetto è particolarmente pericoloso perché non ha antagonisti in Occidente e attacca piante sane fino a determinarne la morte. Numerose Latifoglie possono essere attaccate: aceri, agrumi, carpini, faggi, ippocastani, meli, noccioli, ontani, peri, pioppi, platani.

Al momento l'unico modo per contrastare la diffusione di quest'insetto è l'abbattimento dell'albero infestato.

Le ricerche effettuate dal Servizio Fitosanitario della Regione Lazio, dal 2008 a oggi, hanno dimostrato che il focolaio a Roma è limitato all'area segnalata tempestivamente dall'Architetto Carlieri.



Villa Borghese - Roma
Giardini Segreti

Maria Bianco - Curriculum vitae

- 1987 *Maturità Classica*, presso il *Liceo Ginnasio Statale "Giulio Cesare"* a Roma.
- 1995 Attestato di Grafica Pubblicitaria Triennale, presso la *"Scuola Arti Ornamentali S.Giacomo"*, sotto la guida del Prof. Massimo Carlieri (Architetto) e del Prof. Marco Mancini (Fotografo).
- 27 Maggio 2004 Laurea in Chimica (indirizzo analitico-ambientale, Vecchio Ordinamento), presso la *Sapienza Università di Roma - Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali - Dipartimento di Chimica*, votazione 108/110, titolo della Tesi: *"Parametri di colore e loro correlazione con le concentrazioni di pigmenti nelle foglie"*; Relatore Prof. Luigi Campanella (Chimico) con la collaborazione del Prof. Carlo Coluzza (Fisico), Dott. Fabio Attorre (Botanico), Prof. Franco Bruno (Botanico), Prof. Andrea Frova (Fisico).
- 2004/2005 Attestati di frequenza ai corsi ECDL, Web Master, Web Design e Flash, presso il Test Center *Sapienza Università di Roma* e di altre scuole private a Roma.
- 2008 Premio di studio per il Master in Tecniche per la Multimedialità, presso la *Sapienza Università di Roma - Facoltà di Ingegneria - Dipartimento INFO-COM* sotto la direzione del Prof. Gianni Orlandi (Ingegnere); titolo della Tesi: *"Valutazione della qualità di un servizio IPTV"*, svolta presso il laboratorio *"Valutazione QoS Multimediali"* dell'*ISCOM (Istituto Superiore delle Comunicazioni e delle Tecnologie dell'Informazione)*.
- 2009/2010 Raccolta del materiale necessario all'ultimazione di *Colore: Linea Parco*, per il Prof. Domenico Nicoletti (Architetto) nel *Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano* (Salerno); *Progetto Cilestre* per il Sig. Massimo Baldini del Museo dei Colori naturali di Lamoli a Borgo Pace (Pesaro-Urbino); invece a Roma, visite guidate sul riconoscimento e l'utilizzo di piante tintorie e una pubblicazione sull'argomento per le iniziative di *RomaNatura*, l'Ente Regionale per la Gestione del Sistema delle Aree Naturali Protette del Comune di Roma; *Seminario sul Colore Naturale* nel *Giardino Botanico Sant'Eufemia* nel *Parco Nazionale della Majella* (Pescara), per la Dott.ssa Mirella Di Cecco (Botanico) con la Dott.ssa Rosella Cilano e il Sig. Giancarlo Velati dell'Associazione *Tintura Naturale Maria Elda Salice* di Milano.



Ringraziamenti

Un infinito grazie

ai miei Genitori Arturo e Annamaria

al mio Sposo Tito

a mio Fratello Guido e alla sua Claudia

a mia Sorella Giovanna, al suo Giancarlo e al loro piccolo Gregorio

al Prof. Luigi Campanella

al Prof. Massimo Carlieri

al Prof. Carlo Coluzza e al Prof. Giovanni Ettore Gigante

al Prof. Franco Bruno e al Prof. Fabio Attorre

al Prof. Andrea Frova

ai Prof. Gianni Orlandi, Prof. Armando Chiari, Prof. Massimo Panella, Prof. Michele Scarpiniti

al Prof. Marco Mancini

al Prof. Domenico Nicoletti

al Dott. Luca Marini, al Dott. Paolo Monti, al Dott. Stefano Casini e a tutta RomaNatura

al Dott. Giancarlo Zirpoli, Dott. Fabio Mastino, all'Ing. Massimo Brozzi

al Sig. Massimo Baldini, al Maestro Marco Fantuzzi

alla Dott.ssa Mirella Di Cecco, al Sig. Giancarlo Velati, alla Dott.ssa Rosella Cilano

alla Prof.ssa Paola Picardi

al Prof. Pierluigi Santosuosso

alla Dott.ssa Francesca Cibir, alla Dott.ssa Emma Incocciati, alla Dott.ssa Laura Forte

al Dott. Maurizio Mei, al Dott. Niccolò Falchi

alla Prof.ssa Marcella Guiso e alla Prof.ssa Adriana Maras

all'Ing. Carlo Giorgio e alla sua Anna Maria, e alle loro Diana ed Elettra con le Famiglie

al Sig. Fernando del Bono

al Dott. Andrea Galeazzi, al Dott. Andrea Angeloni e la Nardini tutta

Maria Bianco Giorgio

Roma, 3 Marzo 2011

NARDINI EDITORE PER LA CONSERVAZIONE E IL RESTAURO

www.nardinieditore.it

info@nardinieditore.it

PERIODICI

KERMES. LA RIVISTA DEL RESTAURO,
trimestrale

BOLLETTINO DELL'ISTITUTO CENTRALE
PER IL RESTAURO (ICR), *semestrale*

ARKOS. SCIENZA E RESTAURO
DELL'ARCHITETTURA, *trimestrale (2003-
2006) - disponibile presso l'editore*

JACQUARD, *Fondazione Lisio - Arte della seta,
semestrale*

KERMESQUADERNI

Tecniche e sistemi laser per il restauro
dei beni culturali,
a cura di Roberto Pini, Renzo Salimbeni

I restauri di Assisi.
La realtà dell'utopia (con CD-rom),
a cura di Giuseppe Basile

Conservazione preventiva
delle raccolte museali,
*a cura di Cristina Menegazzi,
Iolanda Silvestri*

The Painting Technique of Pietro
Vannucci, called il Perugino,
*a cura di Brunetto G. Brunetti,
Claudio Seccaroni, Antonio Sgamellotti*

Villa Rey. Un cantiere di restauro,
contributi per la conoscenza,
a cura di Antonio Rava

Le patine. Genesi, significato,
conservazione,
a cura di Piero Tiano, Carla Pardini

Patrimonio monumentale. Monitoraggio
e conservazione programmata,
a cura di Paola Croveri, Oscar Chiantore

Impatto ambientale. Indagine
sulle porte bronzee del Battistero
di Firenze,
a cura di Piero Tiano, Carla Pardini

Pulitura laser di bronzi dorati e argenti,
a cura di Salvatore Siano

Raphael's Painting Tecnique:
Working Pratique before Rome,
a cura di Ashok Roy, Marika Spring

Il Laser. Pulitura su materiali di
interesse artistico. Attività sperimentale,
a cura di Annamaria Giovagnoli

Sebastiano del Piombo e la Cappella
Borgherini nel contesto della pittura
rinascimentale,
*a cura di Santiago Arroyo Esteban, Bruno
Marocchini, Claudio Seccaroni*

Basic Environmental Mechanisms
Affecting Cultural Heritage.
Understanding Deterioration
Mechanisms for Conservation Purposes,
*a cura di Dario Camuffo, Vasco Fassina,
John Havermans*

QUADERNI DEL BOLLETTINO ICR

Restauri a Berlino. Le decorazioni
rinascimentali lapidee nell'Ambasciata
d'Italia, *a cura di Giuseppe Basile (in
italiano, tedesco e inglese)*

SPECIALI E DOSSIER DI ARKOS

AA. VV., Genova. Il restauro
dei palazzi dei Rolli

AA. VV., Genova Capitale Europea
della Cultura 2004.

Le opere di rinnovamento della città

AA. VV., Duomo di Trento,
Giubileo 2000: I restauri

ARCHITETTURA E RESTAURO

AA.VV., Dalla Reversibilità
alla Compatibilità

AA.VV., Il recupero del centro storico
di Genova

AA.VV., Il Minimo Intervento
nel Restauro

AA.VV., La fruizione sostenibile
del bene culturale

AA. VV., Il quartiere del ghetto di
Genova. Studi e proposte per il recupero
dell'esistente

QUADERNI DI ARCHITETTURA

*diretta da Nicola Santopuoli
e Alessandro Curuni*

Federica Maietti, Dalla grammatica
del paesaggio alla grammatica
del costruito. Territorio e tessuto storico
dell'insediamento urbano di Stellata

Il rilievo per la conservazione.
Dall'indagine alla valorizzazione
dell'altare della Beata Vergine del
Rosario nella chiesa di S. Domenico
a Ravenna,
a cura di Nicola Santopuoli

ARTE E RESTAURO

diretta da Andrea Galeazzi

Umberto Baldini, Teoria del restauro
e unità di metodologia
Voll. I-II

Ornella Casazza, Il restauro pittorico
nell'unità di metodologia

Mauro Matteini, Arcangelo Moles,
Scienza e restauro. Metodi d'indagine

Alessandro Parronchi, Botticelli
fra Dante e Petrarca

Roberto Monticolo, Meccanismi
dell'opera d'arte. Da un corso
di disegno per il restauro

Thomas Brachert, La patina
nel restauro delle opere d'arte

Mauro Matteini, Arcangelo Moles,
La chimica nel restauro. I materiali
dell'arte pittorica

Il restauro del legno,
a cura di Gennaro Tampone
Voll. I-II

Heinz Althöfer, Il restauro delle opere
d'arte moderne e contemporanee

Cristina Giannini, Lessico del restauro.
Storia, tecniche, strumenti

AA.VV., Le professioni del restauro.
Formazione e competenze

AA.VV., Conservare l'arte
contemporanea

AA.VV., Archeologia. Recupero
e conservazione

AA.VV., Restauro di strumenti
e materiali. Scienza, musica,
etnografia

Giovanni Montagna, I pigmenti.
Prontuario per l'arte e il restauro

Giovanna C. Scicolone, Il restauro
dei dipinti contemporanei.
Dalle tecniche di intervento tradizionali
alle metodologie innovative

*Bruno Fabbri, Carmen Ravanelli
Guidotti*, Il restauro della ceramica

*Giulia Caneva, Maria Pia Nugari,
Ornella Salvadori*, La biologia
nel restauro

AA.VV., Conservazione dei dipinti
su tavola

Americo Corallini, Valeria Bertuzzi,
Il restauro delle vetrate

AA.VV., Arte contemporanea.

Luciano Colombo, I colori degli antichi

Sergio Palazzi, Colorimetria.

La scienza del colore nell'arte
e nella tecnica

Benedetta Fazi, Nuove tecniche
di foderatura. Le tele vaticane
di Pietro da Cortona a Urbino

Vishwa Raj Mehra, Foderatura
a freddo. I testi fondamentali
per la metodologia e la pratica

AA.VV., Ambiente, città e museo

AA.VV., Organi storici delle Marche.
Gli strumenti restaurati

Francesco Pertegato, Il restauro
degli arazzi

Giulia Caneva, Maria Pia Nugari,
Daniela Pinna, Ornella Salvadori,
Il controllo del degrado biologico

Cristina Ordóñez, Leticia Ordóñez,
Maria del Mar Rotaecche, Il mobile.
Conservazione e restauro

AA.VV., Teatri storici.
Dal restauro allo spettacolo

Heinz Althöfer, La radiologia per il restauro

Paolo Fancelli, Il restauro dei monumenti

Maria Ida Catalano, Brandi
e il restauro. Percorsi del pensiero

AA. VV., Aerobiologia e beni culturali.
Metodologie e tecniche di misura

AA. VV., Ripristino architettonico.
Restauro o restaurazione?

AA. VV., Restauro dei dipinti
su tavola. I supporti lignei

Claudio Seccaroni, Pietro Moiola,
Fluorescenza X. Prontuario per l'analisi

XRF portatile applicata
a superfici policrome

Monumenti in bronzo all'aperto.
Esperienze di conservazione
a confronto (con CD-rom),
a cura di Paola Letardi, Ilva Trentin,
Giuseppe Cutugno

Tensionamento dei dipinti su tela.
La ricerca del valore di tensionamento,
a cura di Giorgio Capriotti
e Antonio Iaccarino Idelson,
con contributi di Giorgio Accardo
e Mauro Torre, ICR,
e un'intervista con Roberto Carità

Cristina Giannini, Roberta Roani,
Giancarlo Lanterna, Marcello Piccolo,
Dizionario del restauro
e della diagnostica

Manufatti archeologici. Studio
e conservazione (solo CD-rom),
a cura di Salvatore Siano

Cesare Brandi, Theory of Restoration,
edited by Giuseppe Basile

La biologia vegetale per i Beni
Culturali, Vol. I:
Biodeterioramento
e Conservazione,
a cura di Giulia Caneva, Maria Pia Nugari,
Ornella Salvadori

La biologia vegetale per i Beni
Culturali, Vol. II:
Conoscenza e Valorizzazione,
a cura di Giulia Caneva

Lo Stato dell'Arte3,
a cura di IGIIC

Lo Stato dell'Arte4,
a cura di IGIIC

Lo Stato dell'Arte5,
a cura di IGIIC

Lo Stato dell'Arte6,
a cura di IGIIC

Lo Stato dell'Arte7,
a cura di IGIIC

Codici per la conservazione
del patrimonio storico. Cento anni
di riflessioni, "grida" e carte,
a cura di Ruggero Boschi, Pietro Segala

La protezione e la valorizzazione
dei beni culturali,
a cura di Giancarlo Magnaghi

La teoria del restauro nel Novecento
da Riegl a Brandi,
a cura di Maria Andaloro

L'eredità di John Ruskin nella cultura
italiana del Novecento,
a cura di Daniela Lamberini

AA. VV., La diagnostica e la
conservazione
dei manufatti lignei (solo CD-rom)

Meteo e Metalli. Conservazione
e Restauro delle sculture all'aperto.
Dal *Perseo* all'arte contemporanea,
a cura di Antonella Salvi

Marco Ermentini, Restauro Timido.
Architettura Affetto Gioco

Leonardo. L'Ultima Cena. Indagini,
ricerche, restauro, *a cura di Giuseppe Basile,*
Maurizio Marabelli

Dendrocronologia per i Beni Culturali e
l'Ambiente,
a cura di Manuela Romagnoli

Valentina Russo, Giulio Carlo Argan.
Restauro, critica, scienza

ARTE E RESTAURO/PITTURE MURALI

direzione scientifica:
Cristina Danti - Cecilia Frosinini

Alberto Felici, Le impalcature nell'arte
per l'arte. Palchi, ponteggi, trabiccoli
e armature per la realizzazione
delle pitture murali

Il colore negato e il colore ritrovato.
Storie e procedimenti di occultamento
e descialbo delle pitture murali,
a cura di Cristina Danti, Alberto Felici

ARTE E RESTAURO/FONTI

Ulisse Forni, Il manuale del pittore
restauratore, *introduzione e note*
a cura di Vanni Tiozzo – e-book

Ricette vetrarie muranesi.
Gasparo Brunoro e il manoscritto
di Danzica, *a cura di Cesare Moretti,*
Carlo S. Salerno, Sabina Tommasi Ferroni

Il mosaico parietale. Trattatistica e
ricette dall'Alto Medioevo al Settecento,
a cura di Paola Pogliani, Claudio Seccaroni

ARTE E RESTAURO/STRUMENTI

Vincenzo Massa, Giovanna C. Scicolone,
Le vernici per il restauro
Giovanni Liotta, Gli insetti
e i danni del legno. Problemi di restauro

Maurizio Copedè, La carta
e il suo degrado

Elena Cristoferi, Gli avori.
Problemi di restauro

Francesco Pertegato, I tessuti.
Degrado e restauro

Michael G. Jacob, Il dagherrotipo
a colori.

Tecniche e conservazione

Gustav A. Berger, La foderatura

Sergio Palazzi, Analisi chimica
per l'arte e il restauro

AA.VV., Dipinti su tela.
Metodologie d'indagine per i supporti
cellulosici

Giorgio Guglielmino, Le opere d'arte
trafugate

Chiara Lumia, Kalkbrennen. Produzione tradizionale della calce al Ballenberg / Traditionelle Kalkherstellung auf dem Ballenberg (con DVD)

Anna Gambetta, Funghi e insetti nel legno. Diagnosi, prevenzione, controllo

ARTE E RESTAURO/@NTEPRIMA

Federica Dal Forno, La ceroplastica anatomica e il suo restauro.

Un nuovo uso della Tac, una possibile attribuzione a G.G. Zumbo – e-book

Luigi Orata, Tagli e strappi nei dipinti su tela. Metodologie di intervento – e-book

Mirna Esposito, Museo Stibbert.

Il recupero di una casa-museo con il parco, gli edifici e le opere delle collezioni. I restauri nel primo centenario del grande collezionista

Collana edita con l'Associazione Giovanni Secco Suardo

QUADERNI DELL'ARCHIVIO STORICO NAZIONALE E BANCA DATI DEI RESTAURATORI ITALIANI

diretta da Giuseppe Basile e Lanfranco Secco Suardo

Restauratori e restauri in archivio – Vol. I: Profili di restauratori italiani tra XVII e XX secolo, *a cura di Giuseppe Basile*

Restauratori e restauri in archivio – Vol. II: Nuovi profili di restauratori

italiani tra XIX e XX secolo, *a cura di Giuseppe Basile*

Collane edita con il Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale"

dirette da Carla Enrica Spantigati

ARCHIVIO

Restauri per gli altari della Chiesa di Sant'Uberto alla Venaria Reale, *a cura di Carla Enrica Spantigati*

Delle cacce ti dono il sommo imperio. Restauri per la Sala di Diana alla Venaria Reale (con DVD interattivo), *a cura di Carla Enrica Spantigati*

CRONACHE

Restaurare l'Oriente. Sculture lignee giapponesi per il MAO di Torino, *a cura di Pinin Brambilla Barcilon ed Emilio Mello*

RESTAURO IN VIDEO

Duccio e il restauro della Maestà degli Uffizi

Giotto e il restauro della Madonna d'Ognissanti

Guglielmo de Marcillat e l'arte della vetrata in Italia

Il Volto Santo di Sansepolcro

La vetrata di San Francesco ad Arezzo

Cimabue e il restauro della Maestà di Santa Trinita

NARDINI EDITORE®

in libreria e presso la casa editrice

Per ordini e informazioni:

tel. +39 055 79543 01/11/20 - fax +39 055 7954331

info@nardinieditore.it - www.nardinieditore.it

L'editore si dichiara disponibile a regolare eventuali spettanze
per le immagini utilizzate di cui non sia stato
possibile reperire la fonte.

QUESTO VOLUME
È STATO STAMPATO IN PDF
DA NARDINI EDITORE
FIRENZE
NELL'ANNO MMX

