

PIGMENTI: UN MONDO DI COLORI



UNIVERSITÀ
DI CAMERINO



Gianluca Carradorini – Ascoli Piceno 22 gennaio 2016

PROGRAMMA CORSO

PARTE TEORICA 4 ore	pagina
I Materiali coloranti: teoria del colore.	3
Lo spettro elettromagnetico	4
Luce bianca e luce colorata	5
Origine del colore	7
Definizione di colore	9
Produzione di colore	13
Teorica chimica ed atomica di colore	14
Tipi di materiali coloranti	16
Tecniche pittoriche	17
Leganti e vernici	24
Pigmenti, metodi di preparazione	31
Caratteristiche dei pigmenti	34
Tecniche analitiche per lo studio dei materiali coloranti	45
Tabelle dei pigmenti (elenco schede descrittive alle pagine 59-61)	58 - 150

PARTE PRATICA 4 ore	pagina
Preparazione di pigmenti in laboratorio	151
- Gialli	
- Rossi - arancioni	
- Bruni	
- Verdi	
- Azzurri	
- Bianchi	
- Neri	
- Coloranti e pigmenti sintetici moderni (preparazione e cenni visione del potere colorante e coprente)	

I MATERIALI COLORANTI

TEORIA DEL COLORE

Per affrontare il concetto di colore è necessario partire da molto lontano e precisamente dal sole che illumina il nostro pianeta. Il sole inonda la terra di luce bianca che ci permette la visione dei corpi.

Che cosa è la luce, La luce è una forma di energia (energia radiante o energia elettromagnetica) che si trasmette nel vuoto e presenta una duplice natura; ondulatoria e corpuscolare.

In altre parole è costituita da “pacchetti di energia” chiamati “fotoni” che viaggiano nello spazio ad una velocità elevatissima (velocità della luce) 300.000 Km/sec. descrivendo delle onde sinusoidali



Fig.1

Relativamente alla prima definizione (ondulatoria) la luce è caratterizzata dalla lunghezza d'onda λ , pari alla distanza tra due cicli oppure dalla frequenza ν , equivalente al numero di cicli nell'unità di tempo che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda (fig.1)

$$\nu = 1/\lambda;$$

relativamente alla seconda definizione, la luce è formata da pacchetti di energia luminosa, i fotoni, aventi energia proporzionale alla frequenza in ragione della legge di Planck

$$E = h \nu \text{ (Joule)}$$

Il valore sperimentale della costante di Planck è :

$$h = 6,626\ 069\ 57(29) \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 4,135\ 667\ 516(91) \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$$

Trasportando energia i fotoni durante il loro movimento nello spazio, come tutte le forme di energia in movimento (elettroni che si muovono all'interno di un conduttore creano un campo elettromagnetico) creano un campo elettrico ed un campo magnetico ortogonali tra di loro (fig.2). Per questo motivo la luce è definita una forma di radiazione elettromagnetica.

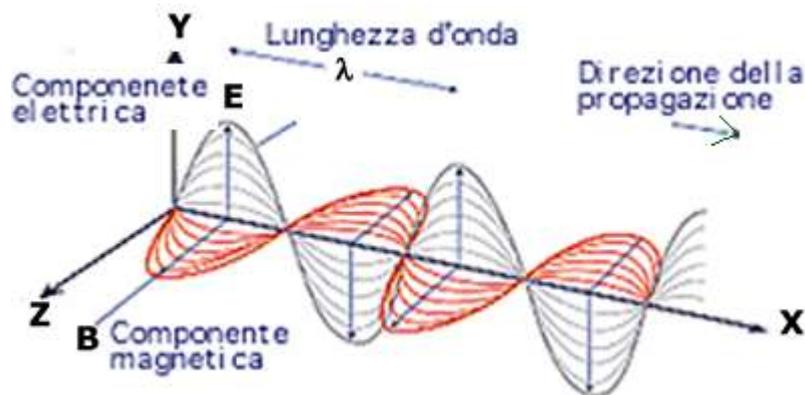


Fig.2

Una radiazione elettromagnetica è quindi tanto più energetica quanto maggiore è la sua frequenza e quanto minore è la sua lunghezza d'onda.

LO SPETTRO ELETTROMAGNÉTICO

Lo spettro elettromagnético comprende l'intera gamma delle lunghezze d'onda esistenti in natura, dalle onde radio, lunghissime e poco energetiche, ai raggi cosmici, cortissimi e dotati di straordinaria energia. Fenomeni fisici apparentemente diversissimi, come le onde radio che trasportano suoni e voci nell'etere e i raggi X che impressionano le lastre radiografiche, appartengono in realtà alla medesima famiglia, quella delle onde elettromagnetiche.

All'interno dello spettro elettromagnetico, solo una piccolissima porzione appartiene al cosiddetto spettro visibile, l'insieme delle lunghezze d'onda a cui l'occhio umano è sensibile e che sono alla base della percezione dei colori. Esso si situa tra i 380 e i 780 nanometri (fig.3).

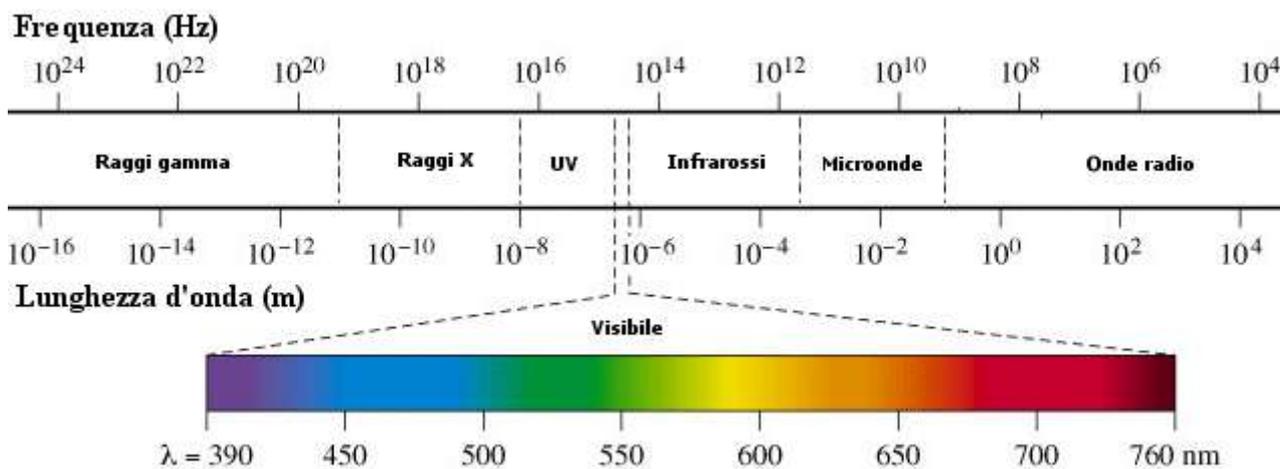


Fig.3



Fig.4

Nell'esempio si nota che una radiazione blu, con lunghezza d'onda intorno a 450 nm, per la legge di Planck, è più energetica di una radiazione rossa con lunghezza d'onda intorno a 700 nm. (fig.4) Le radiazioni più energetiche sono i raggi gamma che si sprigionano dalle reazioni nucleari e creano gravi danni alla salute umana mentre le meno energetiche sono le onde radio.

Una comune lampada da 100 W a luce rossa può emettere, trascurando la quantità di energia dispersa in calore, centinaia di trilioni di fotoni ogni secondo (dell'ordine di grandezza cioè di 10²⁰). Questo significa che la luce è costituita da un numero enorme di fotoni che presi singolarmente trasportano quindi una quantità infinitesima di energia. Tuttavia questa quantità infinitesima di energia è sufficiente a rompere alcuni legami molecolari e ad esempio a far innescare le reazioni di fotosintesi clorofilliana delle piante. In questo caso un fotone della luce rossa di lunghezza d'onda di 700 nanometri, che trasporta quindi una energia estremamente piccola rispetto a quelle delle scale di energia dell'esperienza quotidiana pari a:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \simeq \frac{(6,626 \times 10^{-34} Js)(3 \times 10^8 ms^{-1})}{7 \times 10^{-7} m} \simeq 2,83 \times 10^{-19} J$$

viene assorbito da un recettore e dà avvio alla produzione di zucchero. Per questo motivo alcune speciali lampade sono utilizzate per accelerare la crescita delle piante.

LUCE BIANCA E COLORATA

La luce visibile, cioè la radiazione compresa tra 380 e 780 nm, è definita globalmente *luce bianca*: essa è la somma delle componenti colorate, dal violetto al rosso passando per il blu, il verde, il giallo, ecc., corrispondenti alle lunghezze d'onda comprese nell'intervallo suddetto.

Queste componenti possono essere evidenziate quando un raggio di luce passa attraverso un *prisma*, (fig.5) un oggetto capace di rallentarle in maniera differente per cui ne escono separate; lo stesso effetto si ha nell'arcobaleno, quando la luce bianca passa attraverso le goccioline d'acqua di cui è saturata l'aria dopo un temporale.

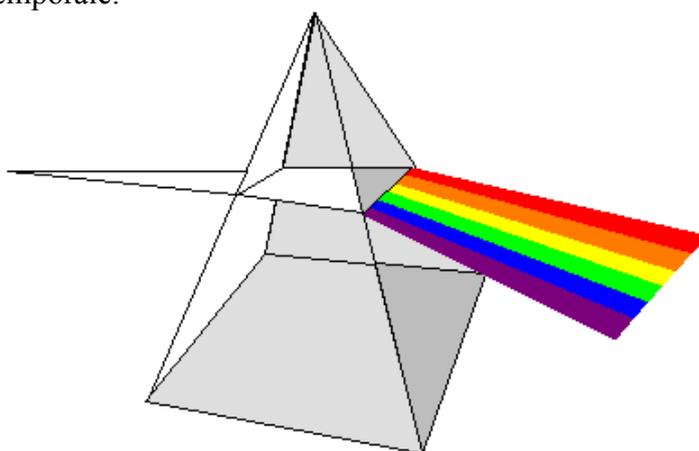


Fig.5



Fig. 6 : GLORIA SOLARE, raro arcobaleno circolare che si forma quando il sole proietta la vostra ombra sulla nebbia sottostante.



Fig. 7: SPETTACOLARE ARCOBALENO SUI MONTI SIBILLINI

L'ORIGINE DEL COLORE

Perché le cose sono colorate? Ci sono fondamentalmente tre cause che, in innumerevoli varianti, rendono il mondo colorato.

La luce può essere:

1) GENERATA

La luce visibile si può generare attraverso l'energia elettrica (es. lampadina), l'energia chimica (es. combustione) o l'energia termica (es. vulcano in eruzione) (Fig.8).



Fig.8

2) TRASMESSA (nello spazio attraverso l'oggetto) o RIFLESSA (nello spazio dalla superficie dell'oggetto)

Trasmessa come la luce che passa attraverso un vetro colorato, la luce quindi attraversa l'oggetto che ne assorbe una porzione (fig.9).

Assorbita quando la luce colpisce la superficie di un corpo che ne assorbe una parte e la restante viene riflessa è questa ultima parte che ci fornisce il colore dell'oggetto (fig.10).

Se c'è un colore su un oggetto, c'è una molecola in esso in grado di assorbire parte dello spettro visibile e rifletterne un'altra

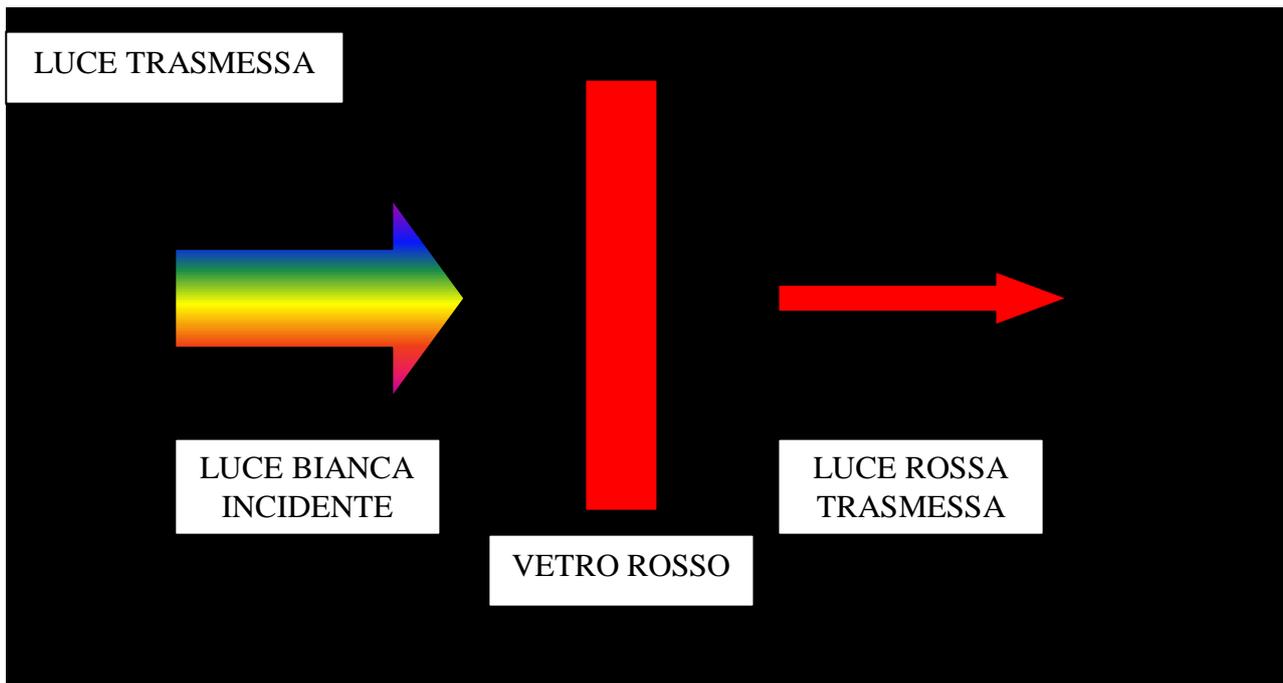


Fig.9

LUCE RIFLESSA



Fig.10

ESEMPIO DI LUCE TRASMESSA O RIFLESSA



Fig.11

LUCE RIFLESSA all'esterno

LUCE TRASMESSA dall'interno

La **coppa di Licurgo** (fig.11) è una coppa diatreta di vetro di epoca romana, risalente al IV secolo. La coppa è costruita con vetro dicroico contenente oro colloidale (Vedi scheda Oro) e mostra un colore diverso a seconda del modo in cui la luce passa attraverso di essa: rosso quando illuminata da dietro e verde quando illuminata frontalmente, è conservata al British Museum di Londra.

3) MODIFICATA come nel cielo al tramonto o in un prisma. Molti esempi di colore naturale derivano dalle proprietà ottiche della luce , dall'eventuale diversa sorgente luminosa e dalle sue modificazioni attraverso processi come diffusione, rifrazione, diffrazione, interferenza, ecc.(fig. 12)

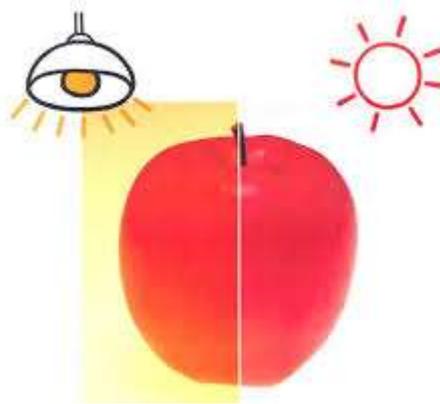


Fig.12

DEFINIZIONE DI COLORE

Il colore è una sensazione prodotta sul cervello, tramite l'occhio, da un corpo opaco colpito dalla luce o in grado di emettere luce (fig.13-15).

Due situazioni sono definibili in maniera semplice: il bianco e il nero.

Un corpo che riflette completamente la luce bianca appare bianco, mentre un corpo che assorbe completamente la luce bianca appare nero. Appaiono colorati i corpi che riflettono o producono un particolare e limitato intervallo di lunghezze d'onda. Per quanto riguarda i materiali coloranti, il meccanismo prevalente è quello dell'assorbimento di luce ed emissione di luce riflessa.

Perché gli oggetti appaiono colorati?

Gli oggetti colorati contengono dei **PIGMENTI** che **DIFFONDONO** solo la luce di un particolare colore, assorbendo il resto

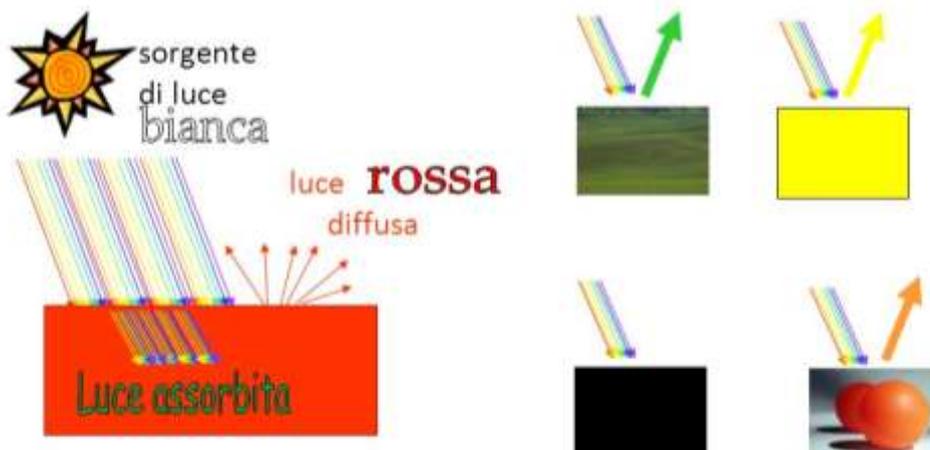


Fig.13

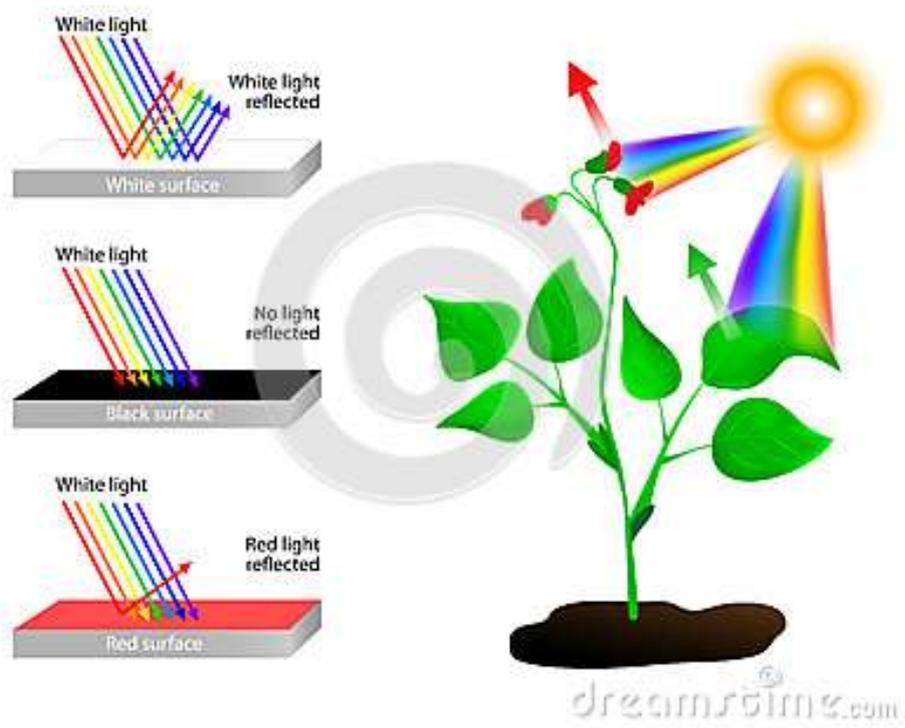


Fig.14



Fig.15

RUOTA DEI COLORI dove, a partire dai tre colori fondamentali blu, rosso e giallo, è possibile valutare le tinte che si generano dalla variazione continua tra un colore e l'altro e produrre colori secondari “mescolando” colori primari tra loro o terziari “mescolando” colori secondari tra loro (fig.16-18).

Quello che fa un pittore quando per ottenere alcuni colori non presenti nella tavolozza, mescola due o più pigmenti.

Il cerchio cromatico

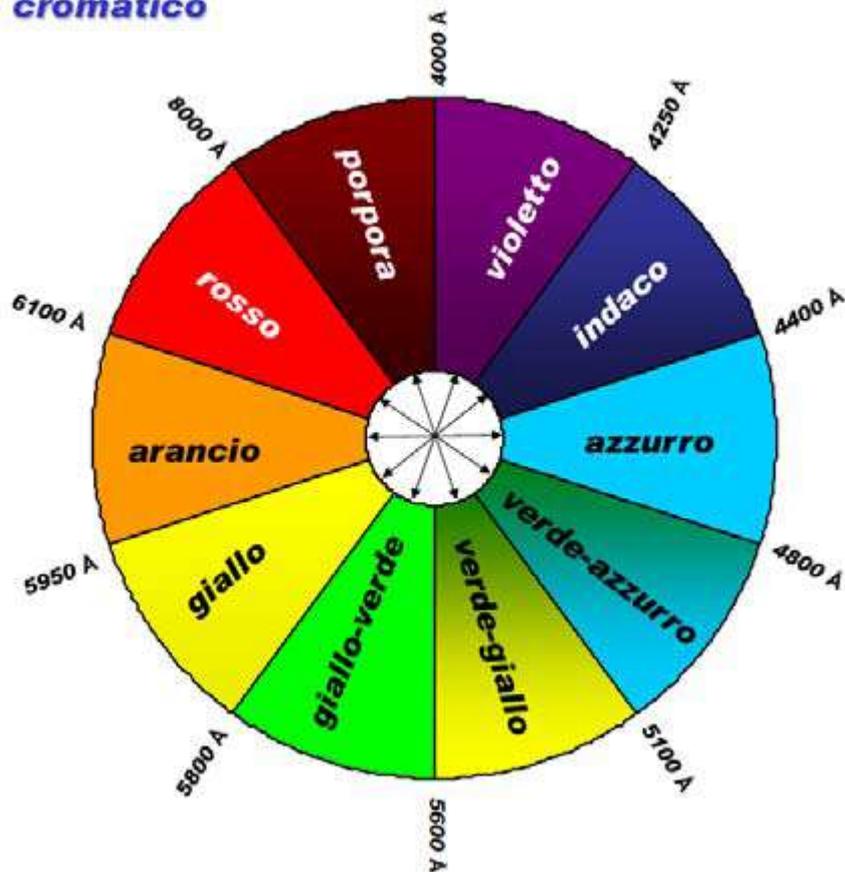


Fig.16



Fig.17

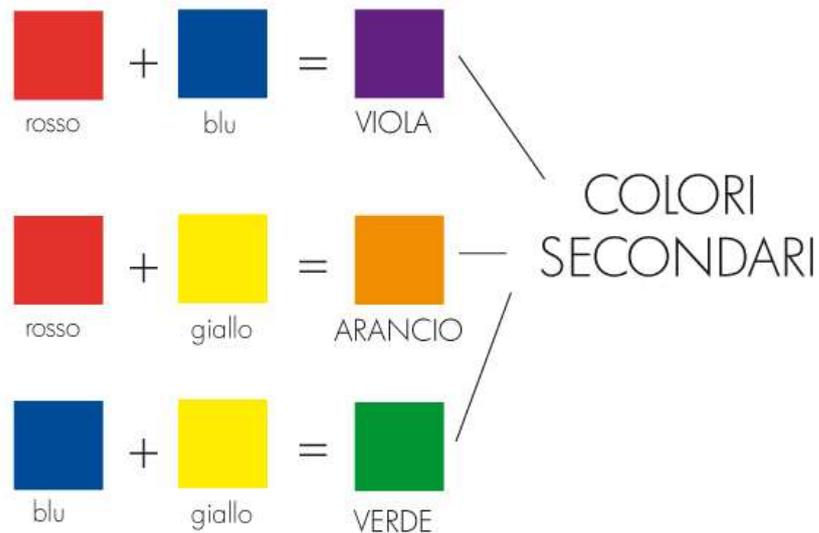


Fig.18

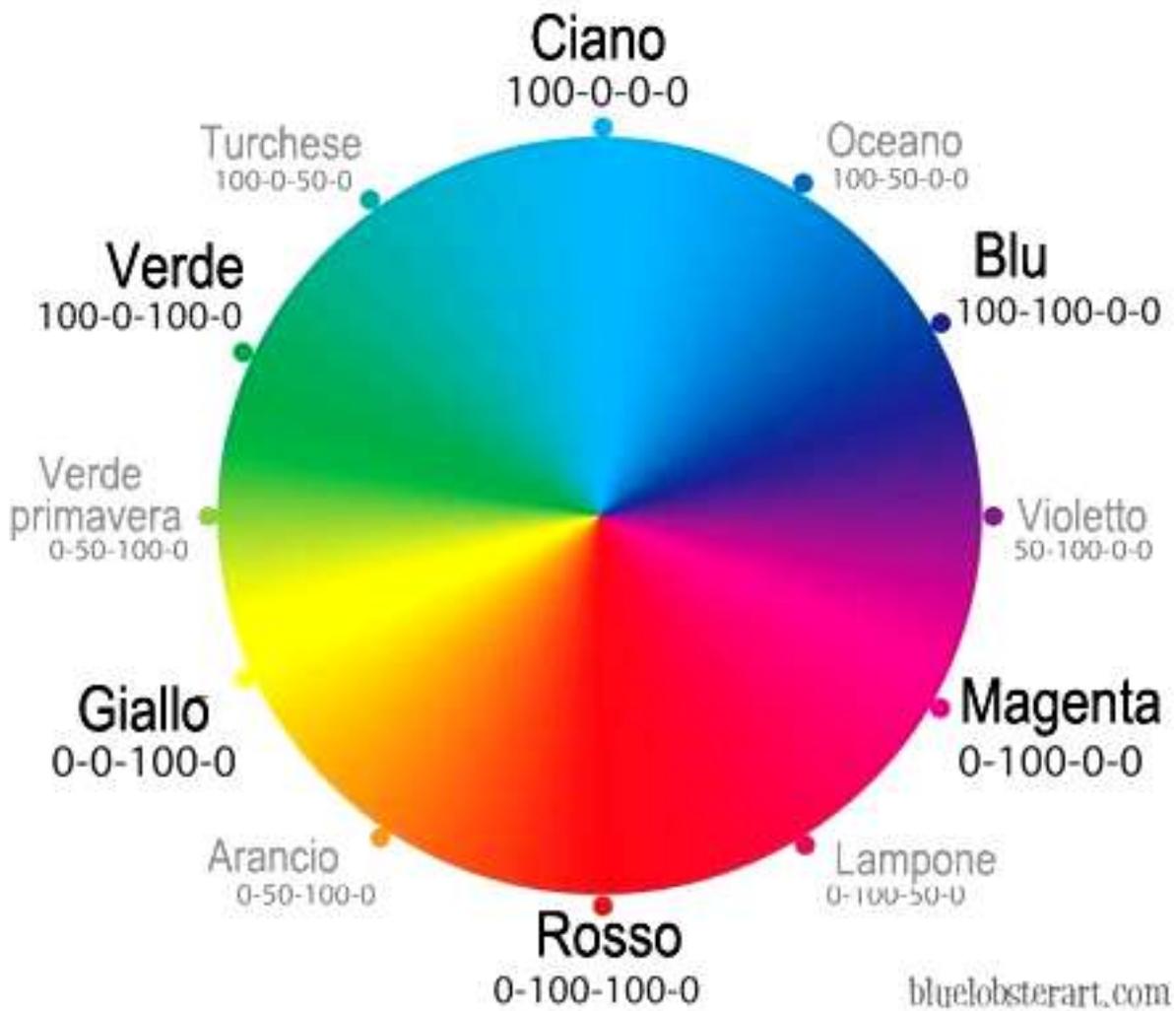


Fig.19

GAMMA DEI COLORI PERCEPIBILI DALL'OCCHIO UMANO:
L'occhio umano può percepire più di 2.000.000 di colori o tonalità diverse (fig.19).

PRODUZIONE DI COLORE

Abbiamo visto quindi che il meccanismo prevalente di produzione del colore da un oggetto è quello dell'assorbimento parziale di luce bianca ed emissione di luce riflessa.

I colori corrispondenti alla lunghezza d'onda assorbita e a quella riflessa sono detti *complementari*.

Per esempio, un oggetto che sia in grado di assorbire la radiazione a 400-440 nm (luce violetta) apparirà giallo-verde; un oggetto che assorba nel range 600- 700 nm (luce rossa) appare di colore blu-verde (fig.20).

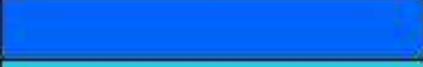
Lunghezza d'onda, nm	Colore	Colore complementare
400-430		
430-480		
480-490		
490-510		
510-530		
530-570		
570-580		
580-600		
600-680		

Fig.20

Fa eccezione il grigio che, nelle sue varie tonalità, non è un vero colore essendo una miscela di bianco e nero.

Un particolare colore può essere ottenuto (a parte la possibilità di emettere luce propria) miscelando colori puri.

Per esempio, è possibile generare il colore rosa in tre modi:

- diluendo colore arancio (~620 nm) con colore bianco
- miscelando colore rosso (~700 nm) e ciano (~490 nm)
- miscelando colore rosso (~700 nm), verde (~520 nm) e violetto (~420 nm)

L'artista è interessato principalmente alla luce riflessa come visibile nella classica tavolozza (fig.21);



Fig.21

TEORIA CHIMICA DEL COLORE

Il chimico analitico, invece, deve concentrarsi soprattutto sulla luce assorbita per poter individuare correttamente le sostanze responsabili della colorazione evidente a livello macroscopico.

Talvolta le sostanze responsabili del colore possono essere delle semplici impurezze presenti nel reticolo cristallino di un composto a livello di un atomo ogni 100.000.

Le forme cristalline di CORINDONE presenti in natura, denominate RUBINO (rosso) e ZAFFIRO (azzurro) (fig. 22) sono delle gemme preziose naturali costituite entrambe da Ossido di Alluminio, Al_2O_3 , nel primo sono presenti delle tracce di Cromo, nel secondo tracce di Ferro e Titanio, queste tracce producono la vistosa differenza di colore trasmesso.



Fig.22

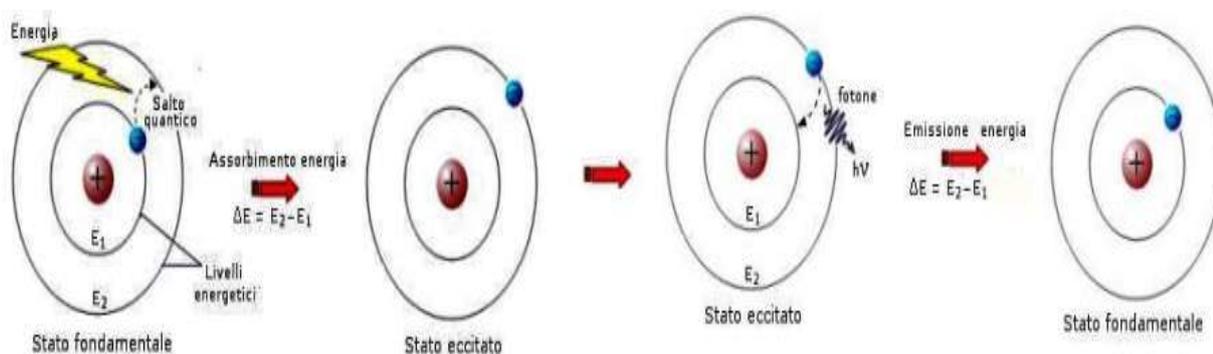


Fig.23

TEORIA ATOMICA DEL COLORE

Per semplificare l'argomento ipotizziamo che una radiazione elettromagnetica nel campo del visibile colpisce una molecola di cui è costituito un oggetto (fig. 23).

La maggior parte dell'energia luminosa assorbita dagli atomi e molecole va ad incrementare la loro energia cinetica, misurabile con l'aumento della sua temperatura (il corpo si surriscalda) disperdendosi nella loro massa.

Una parte minore dell'energia assorbita è assorbita dagli elettroni più esterni di ciascun atomo o molecola o da una porzione specifica di una molecola quale un definito gruppo funzionale o gruppo cromoforo.

Un gruppo funzionale di una molecola è caratterizzato da atomi legati in uno specifico modo esempio $-COOH$, $-OH$, $-NH_2$, $-CH_3$ ecc. al resto della molecola.

L'elettrone "eccitato" passa da un orbitale più interno ad uno più esterno, si dice che subisce un "salto quantico" di energia ben precisa e definita.

Questa situazione non è stabile e l'elettrone tende a perdere l'energia assorbita per ritornare nel suo orbitale più interno e più stabile.

Ritornando indietro nel "salto quantico" riemette energia assorbita sotto forma di radiazione elettromagnetica riflessa con una energia e quindi con una lunghezza d'onda ben precisa per cui noi vediamo una luce riflessa di un caratteristico colore.

Un corpo nero posto al sole si surriscalda molto di più di un corpo bianco perché egli assorbe tutte le frequenze della luce visibile non emettendo alcuna pertanto tutta l'energia che lo colpisce va solo ed esclusivamente ad incrementare l'energia cinetica delle sue molecole.

Il corpo bianco riemette totalmente tutta la luce incidente e quindi l'energia luminosa "rispecchia" sul corpo senza assorbimento di conseguenza non vi è alcun aumento della sua energia cinetica (temperatura).

Nell'esempio seguente si nota che a seconda del livello di orbitale più esterno a cui l'elettrone salta a seguito di assorbimento di energia elettromagnetica, nel suo ritorno alla situazione normale egli emette una radiazione di lunghezza d'onda più energetica a seconda di quale orbitale più esterno è saltato e quindi vedremo l'emissione di una luce di colore ben preciso.

Nell'orbitale successivo più esterno alla situazione normale l'energia in gioco è bassa e quindi nel ritorno alla situazione normale l'elettrone emetterà una radiazione rossa meno energetica.

Nel ritorno alla situazione normale dall'orbitale più lontano le energie in gioco sono maggiori e la luce emessa sarà di colore blu più energetica (fig. 24).

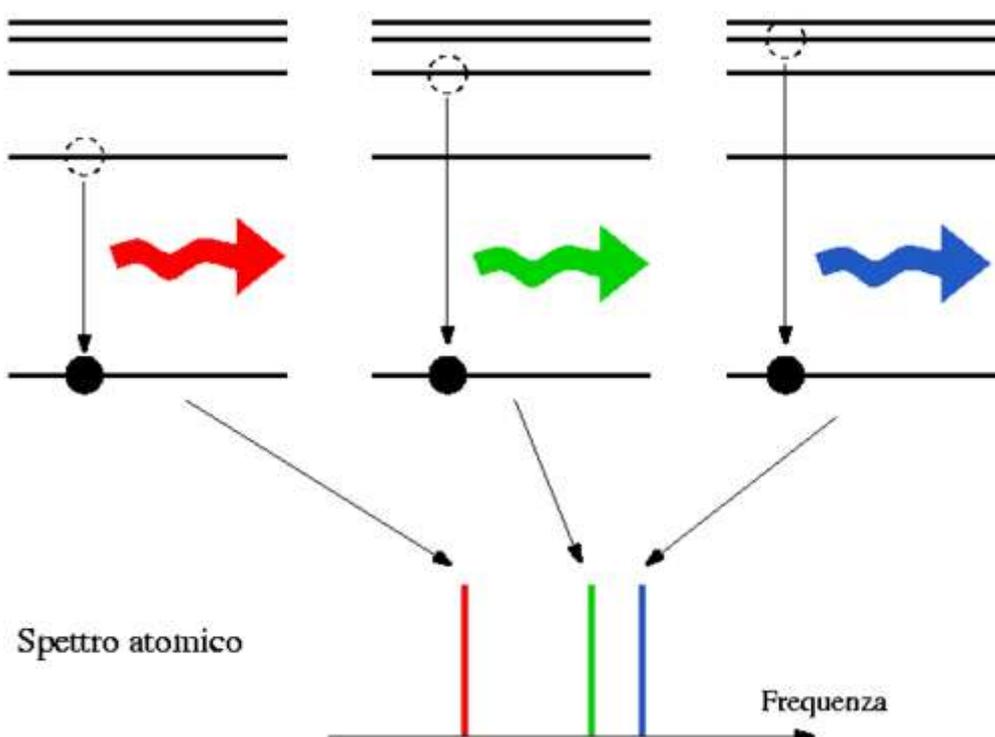


Fig.24

In alcuni pigmenti inorganici il colore nasce da situazioni completamente diverse e complesse, da transizioni elettroniche a trasferimento di carica tra ligando e metallo come nel caso del Cromato di Piombo oppure tra due atomi di metallo che si trovano in un diverso stato di ossidazione come avviene nel Blu di Prussia o come nel caso del Blu Oltremare (lapislazzuli naturale) il colore è dovuto ad anioni radicali dello zolfo intrappolati in piccole quantità nella matrice cristallina.

Si possono quindi trarre le seguenti conclusioni:

1) Il colore di un composto è strettamente connesso con la presenza di specifici raggruppamenti atomici, dotati di legami in grado di consentire un'elevata mobilità agli elettroni (per esempio sotto forma di possibile risonanza tra più strutture molecolari). Questo implica la possibilità di assorbire energia da raggi monocromatici con frequenza compresa nel campo del visibile, cosicché questi gruppi di atomi sono portatori di colore nei composti che li contengono e pertanto vengono definiti cromofori.

2) Il colore di un composto è funzione (non lineare e non facilmente prevedibile in teoria) del numero e del tipo dei gruppi cromofori complessivamente presenti nella molecola.

TIPI DI MATERIALI COLORANTI

I materiali utilizzati per impartire il colore ad un oggetto sono classificabili in:

- **Pigmenti**, sostanze generalmente inorganiche (minerali o rocce, composti inorganici di sintesi) aventi proprietà coprenti, insolubili nel mezzo disperdente col quale formano un impasto più o meno denso. Sono dotati di *colore* e di *corpo*; impartiscono il proprio colore aderendo mediante un legante alla superficie del mezzo che si desidera colorare. Vengono utilizzati soprattutto nell'arte pittorica (fig.25).

Il colore rappresenta la propria capacità di colorare un supporto, il corpo è la capacità coprente del supporto su cui vengono stesi.



Fig.25

- **Coloranti**, sostanze generalmente organiche naturali o di sintesi trasparenti, solubili nel mezzo disperdente. Sono dotati di *colore* ma non di *corpo*; impartiscono il proprio colore per inclusione, assorbimento o legame chimico con il mezzo che si desidera colorare (fig.26).

Vengono utilizzati soprattutto per la tintura dei tessuti, es. *Indaco*, *Porpora di Tiro*.

Possono essere trasformati in pigmenti, come nel caso degli attuali coloranti sintetici a base di ftalocianine facendoli adsorbire su carbonato di calcio o ossido di alluminio o gel di silice, in questo modo acquistano corpo e quindi hanno potere coprente.



Fig.26

- **Lacche**, coloranti organici soprattutto di origina vegetale solubili in acqua, intrappolati in un substrato solido come calcare o argilla, precipitati e successivamente polverizzati, da utilizzare analogamente ai pigmenti, es. *Robbia (alizarina)*, *Cocciniglia (acido carminico)*

- **Mordenti**, che non sono materiali coloranti ma composti intermediari utilizzati per fissare chimicamente i coloranti (naturali o artificiali) al substrato (stoffe o carte), generalmente costituiti da sali metallici (alluminio, rame, ferro, cobalto ecc.) che possono conferire colori diversi a seconda del metallo (fig.27).



Fig.27

TECNICHE PITTORICHE

Tutte le tecniche pittoriche prevedono l'applicazione del colore ad un superficie (fig.28). Per fare ciò, è necessario miscelare la sostanza colorante in un opportuno *mezzo*. La scelta del metodo di applicazione e del mezzo disperdente hanno caratteristiche importanti sul prodotto finito, in quanto ciascuna ha i propri limiti e potenzialità.

Le principali tecniche pittoriche

Possono essere catalogate in base al tipo di supporto o al tipo di legante utilizzato:

Tecnica pittorica	Tipo di supporto	Tipo di legante
Pittura murale a fresco	intonaco	Ca(OH) ₂ calce
Pittura murale a secco	intonaco	Proteico/proteico+olio siccativo
Pittura su tavola a tempera o olio	Tavola lignea	Proteico (tempera)- oli siccativi
Pittura su tela a tempera o ad olio	Tela di lino o cotone	Proteico (tempera)- oli siccativi
Miniatura	pergamena	Proteico e polisaccaride
Acquarello	carta	polisaccaridi

Fig.28

1) Tecniche su parete

Mosaico: si utilizzano tasselli di pietra, vetro colorato, ceramica o altro applicati su un pavimento o su un muro.

Affresco: il pigmento si stende sull'intonaco ancora fresco e viene *ingabbiato* dal calcare che si forma per reazione della calce con l'anidride carbonica

Fresco secco: il pigmento si stende sull'intonaco secco appena bagnato e aderisce semplicemente alla parete.

Data la particolare importanza della tecnica dell'affresco (fig.29), è necessario spendere qualche parola in più dal punto di vista prettamente chimico .

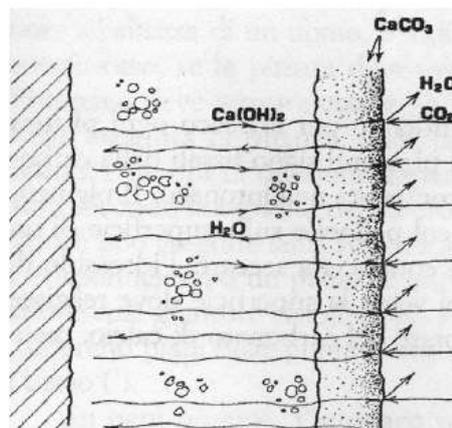
In questa tecnica, che pare sia stata inventata durante la civiltà minoica, i pigmenti sono dispersi (non disciolti in quanto insolubili in acqua) in acqua e poi applicati all'intonaco, composto da calce viva.

Man mano che la parete si asciuga, l'idrossido di calcio dell'intonaco si combina con l'anidride carbonica presente nell'atmosfera, formando così carbonato di calcio secondo la reazione:



In questo modo si forma sulla superficie uno strato fine e trasparente e vitreo che *intrappola* i pigmenti, mantenendoli protetti per molto tempo. L'affresco tende anzi a migliorare col tempo, in quanto l'effetto protettivo del calcare diventa più pronunciato.

Pittura murale: TECNICA AD AFFRESCO



Carbonatazione della calce $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

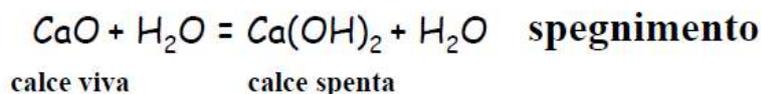
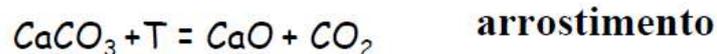


Fig.29

La tecnica dell'affresco è piuttosto difficile; i colori vanno stesi rapidamente, prima che la calce secchi, e senza commettere errori che non si possono poi correggere. Per questo i maestri affrescatori usavano disegnare i soggetti su cartone, le famose *sinopie*, e dividere il lavoro in sezioni definite *giornate*.

Il range di colori utilizzabili è ristretto a quelli che possono resistere all'azione caustica della calce viva, un composto fortemente basico. Tra quelli utilizzati in antichità, si possono citare i neri a base carboniosa, le ocre rosse e gialle, le terre verdi, marroni e d'ombra, il bianco di San Giovanni e lo smalto. Altri colori possono essere usati a secco, ma sono poco durevoli: tra di essi venivano utilizzati il blu oltremare, l'azzurrite, la malachite.

Famosi artisti hanno prodotto in Italia principalmente gli affreschi più belli che si possano vedere al mondo, basti pensare a Giotto, Raffaello, Michelangelo (Fig.30), Ghirlandaio, Filippo Lippi, e molti altri.

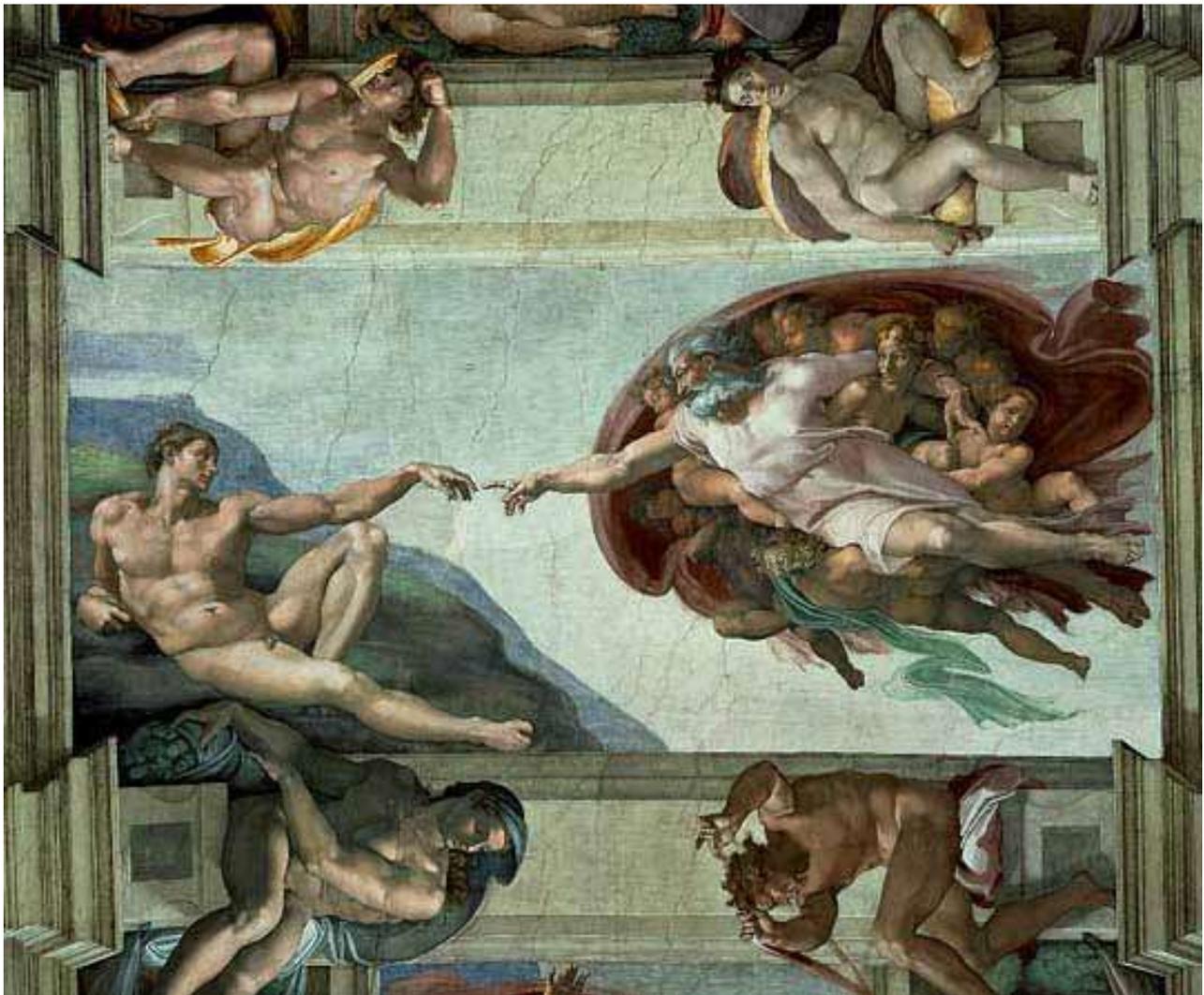


Fig. 30: Affresco soffitto della Cappella Sistina - Anno 1512 - MICHELANGELO BUONARROTI

2) Tecniche su tavola o tela

La pittura su tavola è stato il principale supporto delle opere pittoriche europee dal medioevo al XVI secolo, prima di venire quasi completamente sostituita dalla pittura su tela. La "tavola" lignea era di solito preparata scegliendo alcune assi di legno stagionato alcuni anni (affinché non fosse più soggetto a deformazioni), coperte da una preparazione di gesso. I colori venivano in genere applicati con tempere ammorbidite nel tuorlo d'uovo. In Italia e nel sud Europa si sceglievano legni semplici come quelli di pioppo, di tiglio o di cipresso, mentre nell'area fiamminga si usavano legni più rari e pregiati: in ogni caso i risultati in termini di durata nel tempo entrambi i metodi si sono rivelati ottimi.

L'importante era evitare legni che contenessero alte quantità di tannino (come il castagno), una sostanza di alcuni alberi che talvolta rifioriva anche sulle tavole stagionate macchiando di nero lo strato preparatorio o addirittura la pellicola pittorica. Esistono testimonianze di pittura su legno sia nella Grecia antica sia a Roma, ma solo alcuni frammenti ci sono pervenuti, mentre, per ragioni climatiche, abbiamo ben più esempi provenienti dall'Antico Egitto. La pittura su tavola divenne popolare in Europa nel XII secolo, per via delle nuove pratiche liturgiche che prevedevano la celebrazione della messa con il sacerdote davanti e non oltre l'altare, il quale diveniva così libero per esservi poste immagini sacre (dossali e crocifissi sagomati). Nel XV secolo, con l'umanesimo e il Rinascimento gli schemi tradizionali vennero superati, con una superficie pittorica trattata in maniera più libera e meno rigida.

I nuovi ceti borghesi e mercantili richiedevano opere di nuovo formato come i ritratti, mentre si delineava un maggiore realismo con la scomparsa del fondo oro.

Anche in questa tecnica l'Italia ha visto la comparsa, nel corso dei secoli, dei più grandi artisti del mondo (fig. 31).

Nel XV secolo nei Paesi Bassi (fig. 32) alcuni importantissimi artisti iniziarono a dipingere su tela e successivamente utilizzando pigmenti sciolti in olio (tempera su olio), un supporto che aveva l'innegabile pregio della maggior trasportabilità, la relativa economicità e l'ottima resa.

Gradualmente la tela si diffuse in tutta Europa e in Italia si affermò nel XVI secolo.

Tradizionalmente essa è formata dall'intreccio di fibre di lino, di canapa o juta ma, con l'età moderna è largamente invalso anche l'uso del cotone e delle fibre sintetiche. Le diverse trame dei tessuti hanno una notevole influenza sulla resa pittorica: trame fini come quella del lino consentono finiture più minuziose (come quelle a velatura della pittura fiorentina del Rinascimento), la canapa o la juta sono invece adatte ad esecuzioni pittoriche più libere o a opere di grandi dimensioni (come nella pittura di scuola veneta). Originariamente la tela veniva applicata mediante colle sulle tavole di legno (se di grandi dimensioni costituite da più tavole opportunamente saldate tra loro con incastri) ed aveva la funzione di uniformare la superficie nonché di ovviare ai problemi legati alle escursioni cui è soggetto il legno per il calore o l'umidità. Solo a partire dal Rinascimento la tela comincia ad essere inchiodata e tesa su telai mobili, dotati di chiavi per garantirne la tensione, creando il tipo di supporto che ancora oggi è il più largamente diffuso tra gli artisti.

Questo sistema garantisce una tensione costante della tela, consente di sostituire il telaio nel caso di deformazioni col passare del tempo e facilita il trasporto delle opere, in quanto la tela può essere agevolmente rimossa dal telaio e arrotolata riducendone notevolmente l'ingombro.

Prima di essere dipinta la tela necessita di due operazioni:

- l'incollaggio, con cui viene stabilizzata la trama della tela ed eliminati eventuali peli presenti sulla superficie utilizzando una miscela di colla e gesso
- l'imprimatura che costituisce il primo fondo di materia atto a ricevere la pittura, generalmente uno strato ad olio di colore omogeneo, nei primi tempi era costituito da biacca e olio di lino al fine di impermeabilizzare la preparazione a gesso e colla sottostante. In alternati casi potevano applicare più mani di colla animale (collatura)

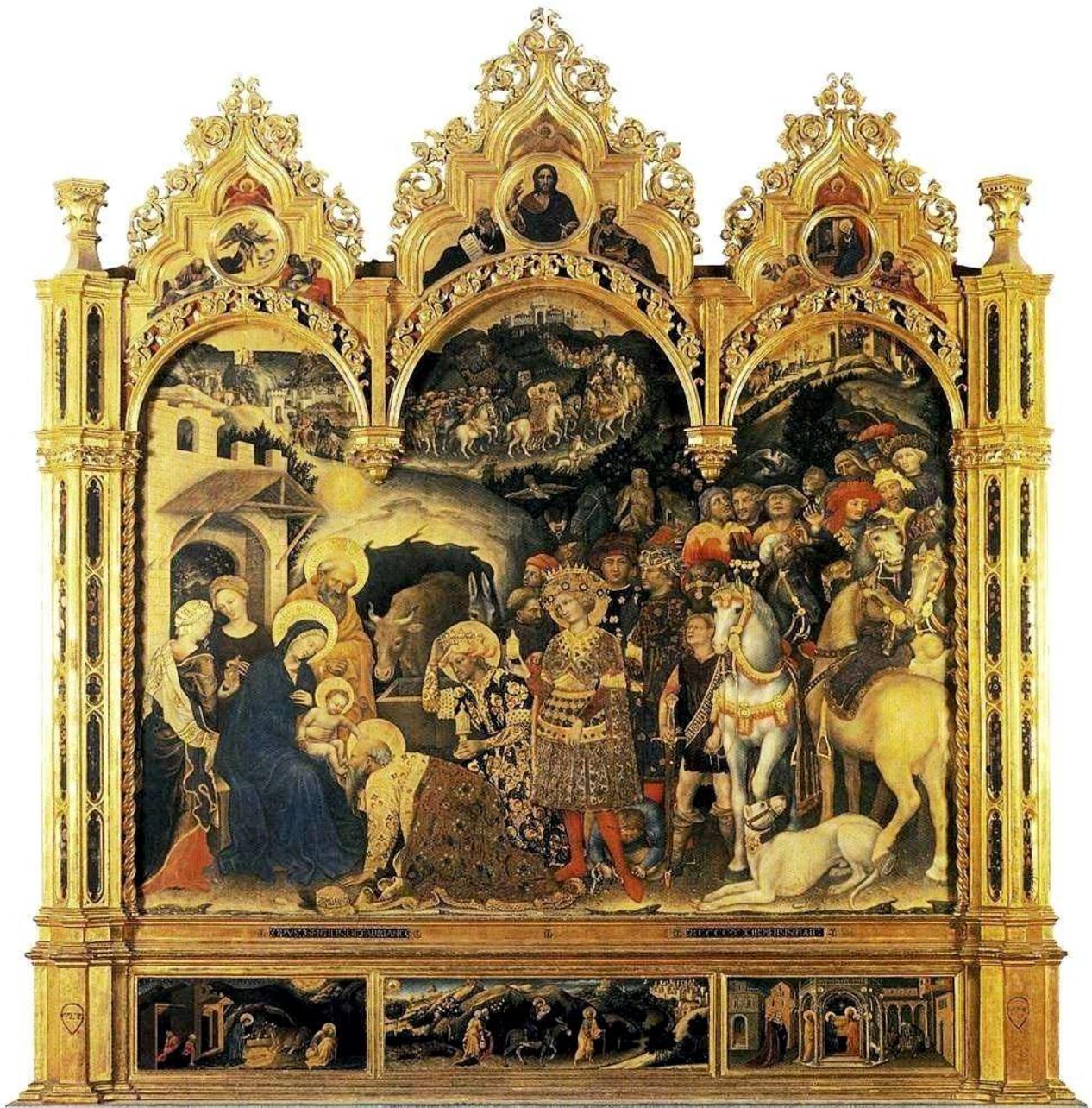


Fig. 31 ADORAZIONE DEI MAGI – GENTILE DA FABRIANO - Anno 1423
GALLERIA DEGLI UFFIZI – FIRENZE
Tempera su tavola



Fig.32: RITRATTO DEI CONIUGI ARNOLFINI – LONDRA NATIONAL GALLERY
Tempera ad olio (uno dei primi dipinti ad olio) su tavola del pittore fiammingo Jan van Eyck,
datato 1434.

SECONDO LE MODALITÀ DI MISCELAZIONE DEI PIGMENTI CON IL LEGANTE LE TECNICHE SU TAVOLA O TELA SI DISTINGUONO IN :

Encausto: i pigmenti sono stesi per mezzo di cera d'api e miscelati con oli essenziali, applicati su legno e riscaldati con una fiamma per ammorbidire il tutto e rendere stabili i colori; è il procedimento più diffuso nell'antichità fino al VIII-IX secolo d.C., quando viene abbandonato.

Tempera a uovo: miscelazione del pigmento con rosso d'uovo (a volte anche con bianco) e diluizione con acqua; usato fino al XV secolo

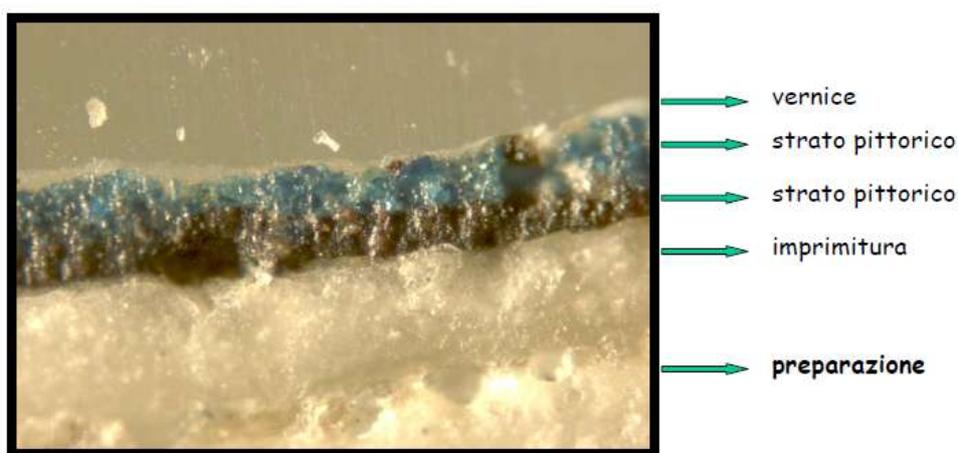
Tempera a olio: diluizione del pigmento con olii essenziali (trementina, olio di lino) e applicazione sul supporto, sul quale viene poi stesa una *vernice* protettiva incolore; (fig. 33) gli oli devono avere la proprietà di polimerizzare (Olii siccativi) per stabilizzare i colori, creando una rete protettiva; usata a partire dal XV secolo a partire da pittori fiamminghi (Jan Van Eyck).

Tempera ad acqua: nota come acquerello, consiste nella diluizione del pigmento e di un legante con acqua e applicazione, di solito su carta; usato in Europa dal XVI secolo, ma in Cina e Giappone da molto prima

Tempera con colori acrilici e vinilici: pigmento miscelato con acqua e leganti sintetici sviluppati nel XX secolo e utilizzati nell'arte moderna e contemporanea

Immagine al microscopio di una sezione stratigrafica di una tempera ad olio su tavola:

PITTURA SU TAVOLA/TELA



Legante: polimeri organici naturali

Strato pittorico: sospensione di pigmenti nel legante

Fig. 33

LEGANTI E VERNICI

Altrettanto importanti dei materiali coloranti veri e propri sono altri composti utilizzati per applicare e proteggere i colori: i *leganti* e le *vernici*. Mentre i primi hanno lo scopo di facilitare l'adesione dei pigmenti al substrato di applicazione, le seconde hanno genericamente una funzione protettiva e in parte decorativa.

Possono essere classificati in vari; dal punto di vista chimico essi sono tutti composti organici, la cui struttura permette di classificarli in quattro gruppi:

- Composti a base di proteine
- Composti a base di polisaccaridi
- Composti a base di acidi grassi
- Resine naturali e sintetiche (XX secolo)

Essendo composti a base organica, sono soggetti nel tempo a degrado chimico e ciò comporta problemi nella conservazione dei manufatti pittorici.

L'identificazione di queste sostanze e dei loro prodotti di degradazione può essere effettuata mediante le tecniche di spettroscopia molecolare (IR e Raman). Gli spettri Raman dei vari leganti, per quanto meno facilmente interpretabili rispetto a quelli dei pigmenti, permettono comunque l'identificazione dei principali composti. Va notato che il riconoscimento dei leganti è spesso reso difficoltoso dalla presenza di prodotti di degradazione.

Leganti a base di proteine

Le proteine sono polimeri costituiti da sequenze di aminoacidi (fig.34-35). Le molecole organiche sono stilizzate come visibile in fig. 34,36 e 37, al centro delle congiunzioni delle linee, che rappresentano i legami, ci sono degli atomi di carbonio, ogni carbonio, avente valenza 4, forma 4 legami con altri atomi.

Quelle utilizzate in campo pittorico sono di origine animale e vengono impiegate prevalentemente nella pittura a tempera. Alcuni esempi sono l'*albumina* (fig.35, presente nel bianco d'uovo), la *caseina* (proteina del latte) e le *colle animali* o *gelatine* (costituite da collagene).

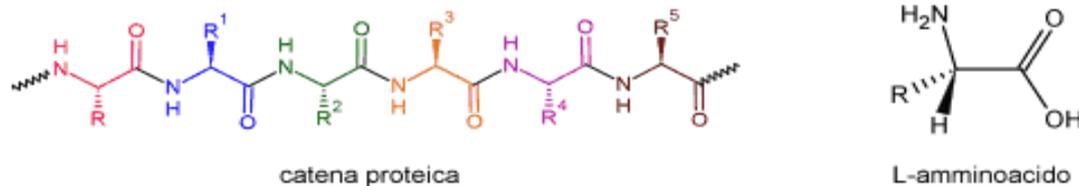


Fig. 34

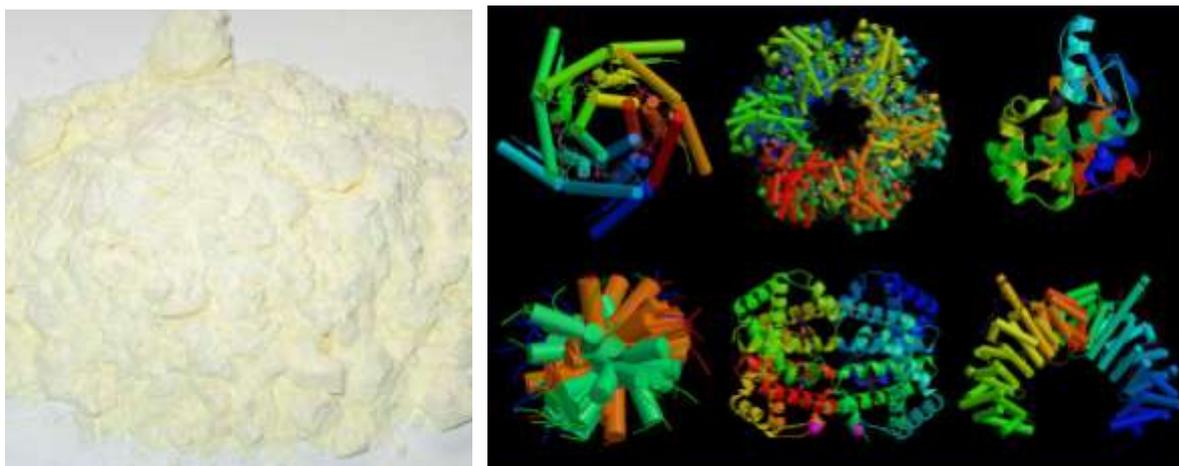


Fig.35 Albumina in polvere e rappresentazione di molecole proteiche.

Leganti a base di polisaccaridi

I polisaccaridi sono polimeri costituiti da sequenze di monosaccaridi (fig. 36) o zuccheri. Al contrario dei composti a base proteica, essi sono di origine per lo più vegetale. L'azione legante che svolgono è dovuta alla formazione di legami ad idrogeno con le sostanze che compongono il substrato di applicazione.

Alcuni esempi sono l'*amido* (fig. 37, polimero del glucosio ottenibile da patate, riso o grano) e le *gomme*, secrezioni di piante tra cui è particolarmente importante la *Gomma Arabica*, estratta dalle piante di Acacia (fig. 38).

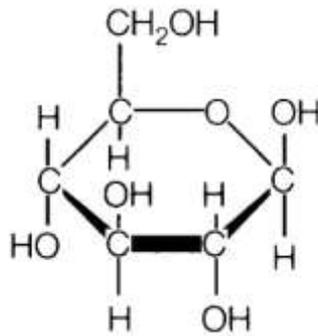
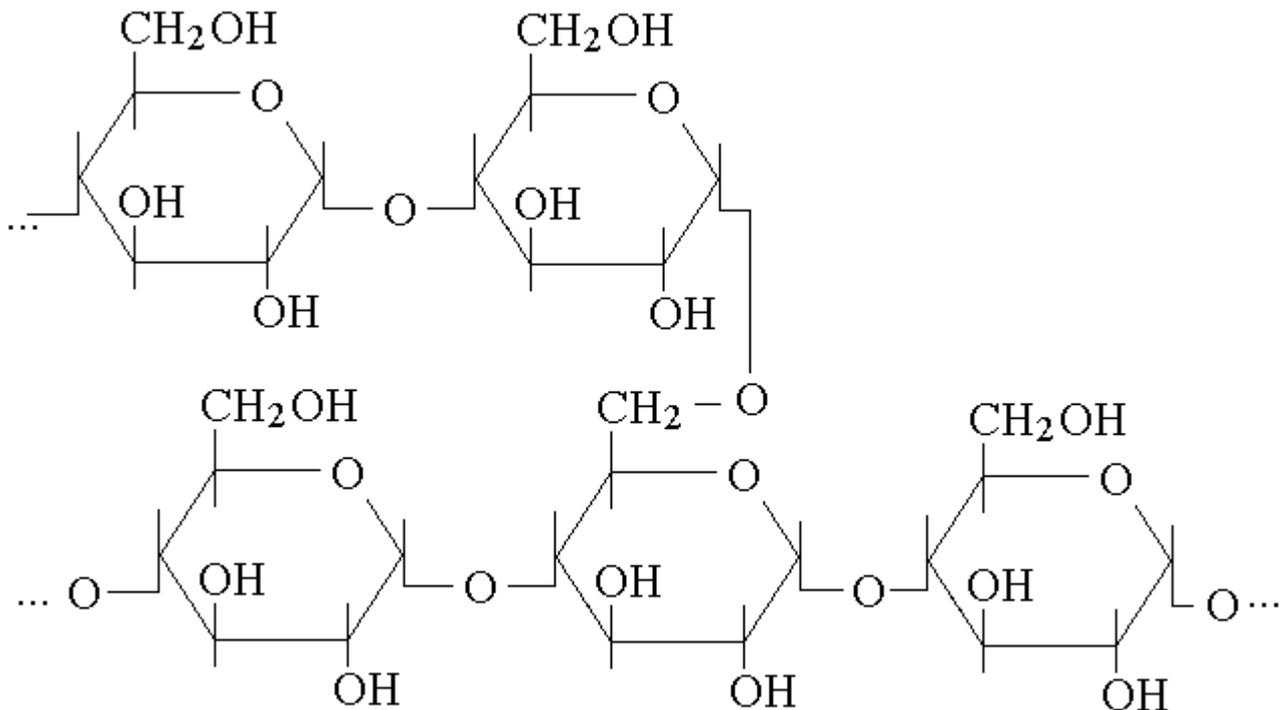
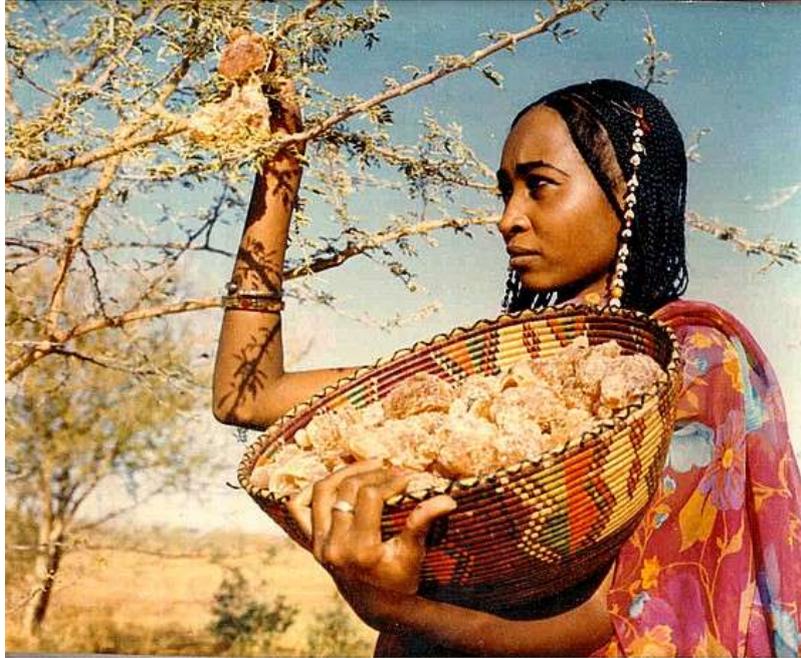


Fig. 36: un esempio di monosaccaride: il glucosio



Amido e glicogeno: omopolisaccaridi ramificati del glucosio.

Fig. 37



Young woman collecting gum arabic from low branches of acacia tree in the Kordofan region of Sudan.
Courtesy of the Gum Arabic Co., Ltd., Sudan

Fig. 38

Leganti a base di acidi grassi

Si tratta di un gruppo composto da numerose sostanze, divisibili in *cere* e *oli siccativi*.

- le *cere* sono miscele complesse di composti organici, di origine animale (*cera d'api*, fig.39), vegetale (*cera carnauba*) o minerale (*cera montana*). Sono utilizzate principalmente negli affreschi: nell'antichità, la cera d'api era miscelata all'acqua per formare un'emulsione nella quale veniva disperso il pigmento, che si fissava poi per evaporazione dell'acqua. Un altro impiego si ha nel restauro di dipinti.



Fig. 39

• gli *oli siccativi* sono composti noti come esteri o trigliceridi, ottenuti a partire da glicerina e acidi grassi insaturi ossia contenenti uno o più doppi legami all'interno della catena di atomi di carbonio che lo costituiscono (fig.40). Dopo esposizione all'aria cioè a seguito di una reazione chimica che coinvolge l'ossigeno dell'aria, l'ossidazione, questi composti polimerizzano e formano un robusto *film* insolubile in acqua e in molti solventi organici. Il più importante siccativo è senza dubbio l'*olio di lino*, (fig. 41) ottenuto dai semi del *linum usitatissimum* e purificato per mezzo di sostanze alcaline; altri siccativi sono l'*olio di semi di girasole* e l'*olio di semi di papavero*. Si dice che gli inventori dei siccativi siano i pittori fratelli Van Eyck (XV secolo), ma l'impiego è probabilmente anteriore; in ogni caso è a partire da loro che la pittura ad olio si perfezionò.

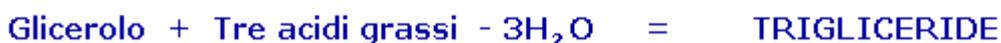
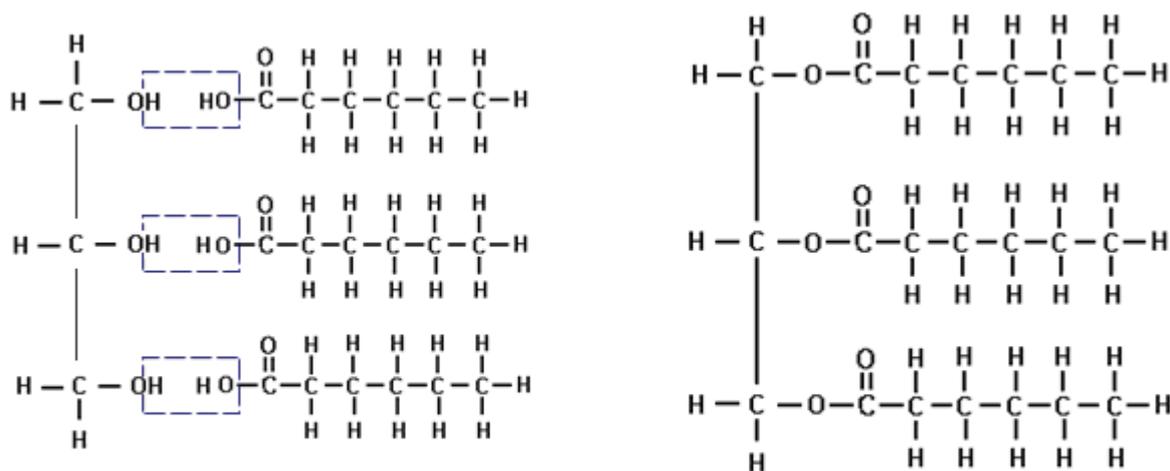


Fig. 40

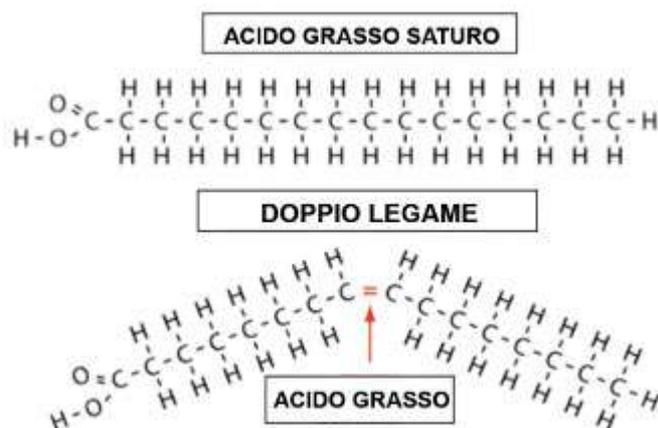


Fig.41: differenza tra acidi grassi saturi ed insaturi



Fig. 41

Vernici costituite da resine naturali

Le resine formano un gruppo eterogeneo. Esse sono miscele complesse di sostanze organiche, tra cui molte di origine terpenica. Sono prevalentemente di origine vegetale, di aspetto vischioso e sono utilizzate come vernici protettive più che come leganti, generalmente sciolte in un olio siccativo o in un solvente. Ciò è dovuto al fatto che induriscono a contatto con l'aria. Alcuni esempi sono la *trementina* (prodotta dall'escrezione di conifere), la *colofonia* (fig.42: prelevata da conifere) e la *mastiche* (fig.43: prelevata dal lentisco, albero mediterraneo).

Sono poi di particolare interesse le resine colorate come il *sangue di drago*, (fig.44) di color rosso scuro, e la *Gambogia* o *Gomma Gutta*, di color giallo, che oltre ad esercitare azione protettiva influenzano il colore dell'artefatto.



Fig.42: Colofonia in grani e colature di resina colofonia su un tronco di conifera.



fig. 43 : Resina mastice che si estrae dalle incisioni della corteccia del lentisco, albero mediterraneo che cresce anche nella fascia costiera italiana.



Fig. 44 : Il **sangue di drago** è una resina di colore rosso, che si ottiene da numerose e differenti specie di piante: *Croton*, *Dracaena*, *Daemonorops*, *Calamus* e *Pterocarpus*. Questa resina rossa era usata nei tempi antichi per molti scopi: per laccare il legno, in medicina, come incenso e come tinta.

Resine sintetiche acriliche e viniliche

E' una tempera moderna (anni '60) moltissimo utilizzata per la praticità, la resistenza e la brillantezza. E' costituita da un'emulsione acquosa di un polimero principalmente acrilico o vinilico in cui è stato disperso il pigmento.

Le resine acriliche si ottengono dalla polimerizzazione di diversi monomeri acidi, come l'acido acrilico (o acido 2-propenoico, $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$), metacrilico ($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$) e dai loro esteri (ad esempio il metacrilato di metile, $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{-COOCH}_3$) (fig.45).

L'emulsione viene ottenuta facendo polimerizzare un estere dell'acido metacrilico in acqua al 50% mediante aggiunta di perossido di benzoile come catalizzatore di tipo radicalico.

Le resine viniliche si ottengono dalla polimerizzazione del monomero acetato di vinile e suoi derivati, il più conosciuto è il polimero VINAVIL (fig. 46) utilizzato anche come colla oltre a produrre il collante nelle tempere a base acquosa industriali (idropitture).

Si ottengono così emulsioni ad alto peso molecolare le cui goccioline, una volta evaporata l'acqua, aderiscono per coalescenza e formano una pellicola elastica e flessibile.

Sono adatte a produrre i colori acrilici le emulsioni con particelle di diametro non superiore ai 10 μm .

Particelle più grandi non riuscirebbero a penetrare nei pori del supporto (muro, tela o tavola preparata) e si verrebbe a formare un film non sufficientemente ancorato e che quindi tenderebbe a distaccarsi sfogliandosi.

Il pigmento non può essere disperso direttamente nell'emulsione ma bisogna prima disperderlo in una soluzione acquosa al 2% di metilcellulosa.

Formulazione della dispersione del pigmento

3,4 soluzione acquosa al 2% di metilcellulosa

6,5 pigmento

0,1 Nipagina (o acido salicilico) come antisettico e antimuffa

Preparazione della Tempera

5 g della dispersione di pigmento

5 g di emulsione acrilica

Dopo aver mescolato e disperso il pigmento con il macinello, si prepara la tempera mescolando accuratamente uguali quantità di pigmento disperso ed emulsione acrilica. Si ottiene un impasto scorrevole che può essere utilizzato sia a pennello in strato sottile sia a spatola in fortissimo spessore senza timore di screpolature o di distacchi.

L'aspetto dei colori così ottenuti è lucido o satinato. Se si diluiscono questi colori con acqua e si aggiunge contemporaneamente carbonato di calcio sedimentario (bianco Meudon) fino alla giusta consistenza, si ottengono le tempere acriliche praticissime per la pittura murale, su carta e cartone.

E' importante lavare immediatamente subito dopo l'uso tutti gli attrezzi e conservare i recipienti ermeticamente chiusi o tubetti questi colori perché l'essiccazione e la formazione di pellicole sono praticamente irreversibili.

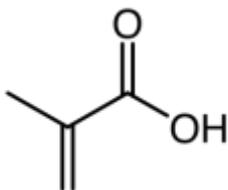


Fig.45: Polimeri acrilici e Acido metacrilico (monomero)

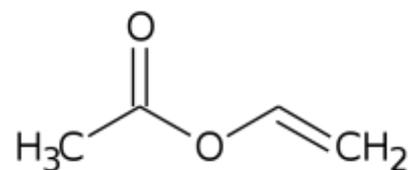
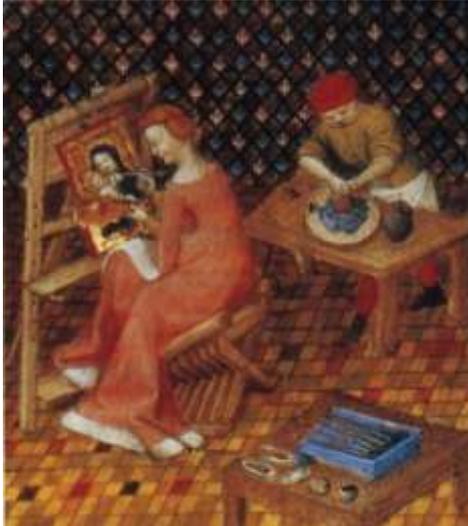


Fig.46: Polimero vinilico e Acetato di vinile (monomero)

PIGMENTI

La preparazione dei pigmenti può essere distinta in tre principali tecniche diverse:

a. Pigmenti prodotti dalla macinazione di minerali con successiva purificazione per lavaggio con acqua o acidi ed asciugatura (fig.47);



ANTICA TELA RAFFIGURANTE
LA MACINAZIONE DEI PIGMENTI



MACINAZIONE DEL REALGAR NATURALE

Fig. 47

b. Pigmenti prodotti dalla cottura ad alte temperature 500-1200°C (o calcinazione) di sostanze di natura inorganica (composti ottenuti con il metodo -c) , minerale o biologica quale animale o vegetale (fig. 48);

- Preparazione della Calce CaO per calcinazione del Calcare (CaCO_3 - Carbonato di calcio).
- Preparazione del Litargirio, Massicot e Minio PbO - Pb_3O_4 dalla Biacca PbCO_3 , del carbone dalla legna.
- Preparazione dell'Ossido di Cromo Cr_2O_3 verde partendo dall'Idrossido di Cromo $\text{Cr}(\text{OH})_3$ di colore grigio-verde.



PRODUZIONE DEL LITARGIRIO DALLA BIACCA



FORNO A MUFFOLA PER CALCINAZIONE

Fig. 48

b. Pigmenti prodotti in fase gassosa partendo da sostanze di natura inorganica o biologica quale animale o vegetale portate allo stato di vapore (fig.49),

- Preparazione del carbon black o nerofumo che si raccoglie nell'aria sotto forma di polvere sottile per combustione di sostanze organiche.

- Preparazione attuale di Biossido di Titanio partendo dal minerale Rutilo che viene dapprima trattato con Cloro a 1000°C per formare il Cloruro di Titanio $TiCl_4$, quest'ultimo viene trasformato in ossido bianco TiO_2 per ossidazione in fase vapore con ossigeno a 1500°C, ottenendo così il pigmento bianco purissimo e sotto forma di polvere sottile.

- Preparazione (metodo francese) dell'Ossido di Zinco ZnO ossidando i vapori di zinco con ossigeno a 700°C.



PRODUZIONE (NON CONSIGLIATA) DEL NEROFUMO
RICORDARSI DI AVVISARE I VIGILI DEL FUOCO



IMPIANTO DI PRODUZIONE BISSIDO DI
TITANIO

Fig. 49

d. Pigmenti prodotti “artificialmente” attraverso reazioni chimiche di precipitazione, cioè che portano alla formazione di un sale inorganico insolubile nel solvente (in genere acqua) e che si separa sotto forma di solido facilmente purificabile (fig.50), che approfondiremo e di cui ne prepareremo alcuni nel corso DEL PRESENTE SEMINARIO.



CARBONATO DI PIOMBO O BIANCA



JODURO DI PIOMBO

Fig.50

d. Pigmenti o meglio coloranti prodotti artificialmente attraverso reazioni chimiche (sintesi) organiche anche piuttosto complesse, a stadi, generalmente partendo da reagenti ottenuti da derivati del petrolio (fig.51).

Il primo colorante artificiale fu la “mauveina” preparata da un Chimico, Perkis nel 1856 secondo la seguente reazione molto esemplificata (fig.52):

“ALBERO GENEALOGICO” DEI MODERNI COLORANTI ARTIFICIALI

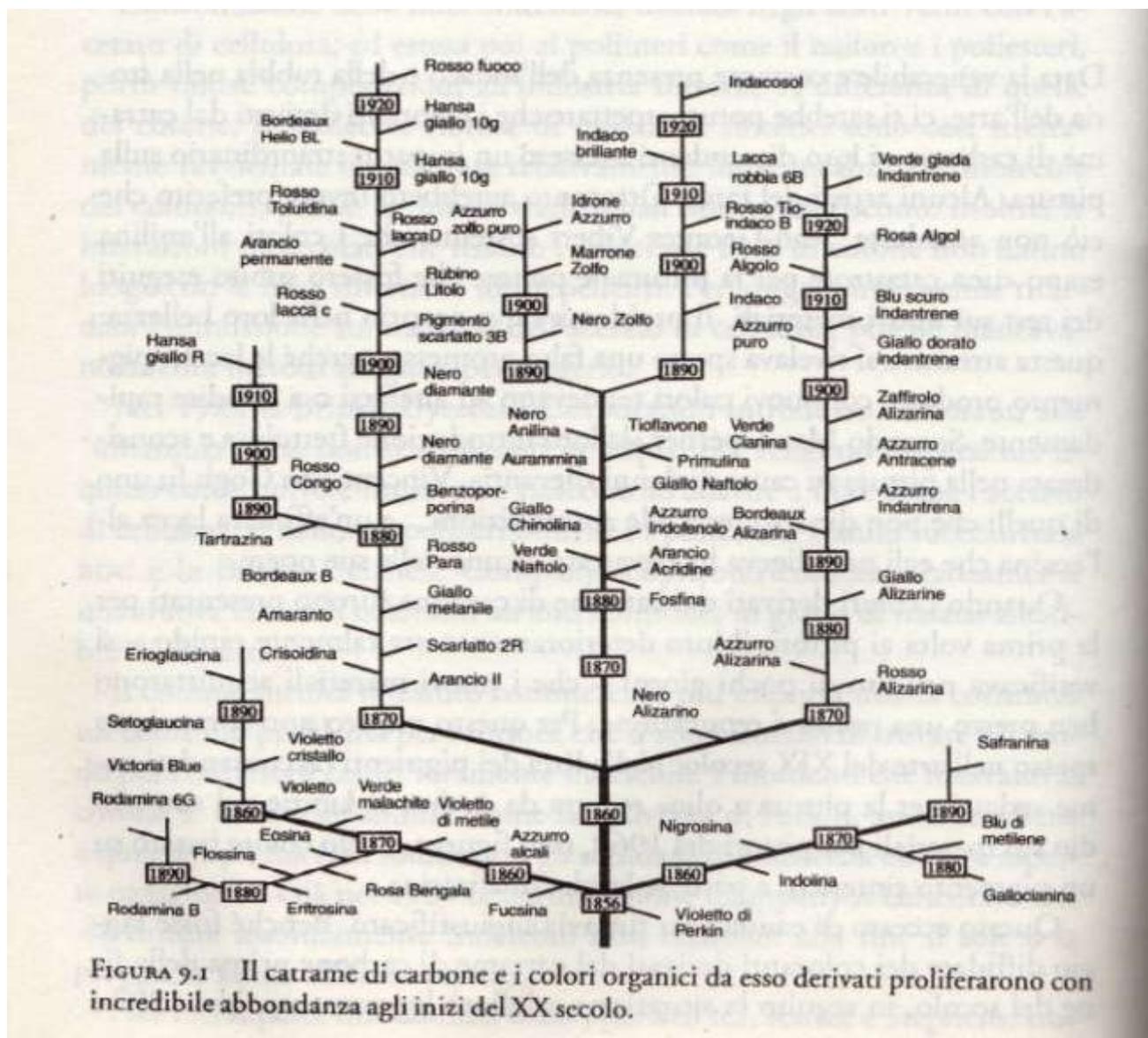


Fig. 51

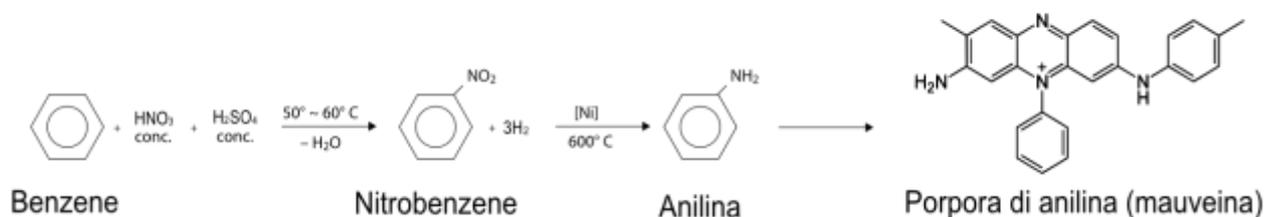


Fig.52

CARATTERISTICHE DEI PIGMENTI

Risulta oltremodo semplice riconoscere entro i tre differenti processi sopraccitati l'altra comune distinzione praticata sui pigmenti: quella tra "naturali" e "artificiali".

Di là dall'origine e dai sistemi di produzione (certamente significativi soprattutto in fatto di costo e di cronologia), le caratteristiche di un pigmento più importanti in pittura sono legate a tre suoi parametri chimico-fisici: le incompatibilità con altre sostanze (e relative alterazioni); il potere coprente (anche in relazione alle varie tecniche compatibili); la capacità di assorbimento del legante. Per tali ragioni, i pigmenti adoperati nel corso dei secoli, su vari supporti e con varie tecniche, giungendo sino ai dipinti a olio su tela e oltre, scaturirono da un lunghissimo percorso di ricerca e di selezione; anche il modo di discioglierli e di elaborarli fu codificato in dettagliate e preziose ricette pittoriche. La prima selezione fu probabilmente indirizzata al 'potere coprente', fattore direttamente collegato alla forma, alla finezza e all'indice di rifrazione dei grani del pigmento (oltreché, fortemente, al legante utilizzato).

Le proprietà dei pigmenti, un buon pigmento deve presentare:

- * Potere colorante in base alle dimensioni delle particelle
- * Insolubilità nel legante e facilità di assorbimento (se per tempere a olio)
- * Stabilità chimica nel tempo
- * Stabilità fotochimica nel tempo
- * Stabilità fisica, Assenza di sfarinamento nel tempo
- * Inerzia nei confronti di sostanze con cui devono essere mescolati, compatibilità chimica
- * Elevato potere coprente, indice di rifrazione elevato.
- * Inerzia chimica nei confronti di chi lo usa, non deve essere tossico o esserlo meno possibile
- * basso costo

La composizione varia da produttore a produttore e viene indicata dal Color Index Name, (Fig.53) un sistema di classificazione normalizzato, stabilito dalla Society of Dyers and Colourists, di Londra. Ad ogni colore viene associato, oltre al nome commerciale, un codice di 2 lettere e 1 numero:

- la prima lettera indica se si tratta di un pigmento (P), di un colorante (D), di un colorante basico (B) o di una sostanza colorante naturale (N);
- la seconda lettera indica la categoria cromatica di appartenenza tra dieci disponibili: rosso (R), arancio (O), giallo (Y), verde (G), blue (B), viola (V), marrone (Br), bianco (W), nero (Bk) o metallico (M);
- il numero viene assegnato al pigmento/colorante quando viene inserito nello standard della sua gamma coloristica.

Il codice riguarda solo ed esclusivamente la composizione chimica; il colore effettivo può variare in funzione della granulometria, della concentrazione, del tempo di calcinazione, o delle impurezze presenti (per colori naturali).



Fig.53

Potere colorante e dimensioni delle particelle

Più le dimensioni delle particelle sono piccole ed esse risultano più omogenee e maggiore è il potere colorante (e anche coprente nella maggior parte dei casi) del pigmento, in altre parole più radiazione luminosa verrà emessa dalla superficie del pigmento e quindi il nostro occhio percepirà una sua maggiore colorazione, ossia presenta un maggiore potere colorante (fig.54-55).

Attualmente la maggior parte dei pigmenti sintetici, come il *blu cobalto* e il *blu oltremare*, sono prodotti con particelle inferiori a 1 μm , mentre i pigmenti naturali prodotti per macinazione o quelli prodotti anticamente per sintesi hanno particelle più grandi ed irregolari.

Per fare un esempio, l'azzurrite, preparata dal minerale omonimo per macinazione, poteva avere granulometria compresa tra 50 e 120 μm , con valori disomogenei anche all'interno della stessa partita di pigmento.

Ciò permette spesso di distinguere un pigmento sintetico da uno naturale e uno moderno da uno antico in base all'osservazione al microscopio: le particelle appaiono di dimensioni e forme alquanto diverse

L'effetto delle particelle

Come si è detto in precedenza, il colore di un pigmento (in luce bianca) si può definire tecnicamente in termini di *tinta*, *chiarezza* e *saturatione*

Questi parametri dipendono dalle caratteristiche di assorbimento della luce da parte dei costituenti chimici. Tuttavia, essendo i pigmenti composti da particelle disperse in un mezzo, il loro colore dipende anche dalle dimensioni, dalla forma e dalla purezza di queste particelle

Le dimensioni dei pigmenti possono variare da meno di 10 μm (paragonabile alla farina) a oltre 100 μm . Per i pigmenti moderni alcuni valori tipici sono i seguenti:

- nero di carbone: 0.01 - 0.08 μm
- bianco titanio: 0.22 - 0.24 μm
- pigmenti organici: 0.01 - 1.00 μm
- pigmenti inorganici: 0.10 - 5.00 μm



Fig.54

FORMA E DIMENSIONE DELLE PARTICELLE

Per capire come le dimensioni e la forma delle particelle possono influire sulla resa cromatica di un pigmento, bisogna considerare come la luce impatta sugli strati pittorici in un quadro

Il *blu cobalto*, prodotto per sintesi da CoCl_2 e AlCl_3 , si ottiene in particelle straordinariamente fini e omogenee. La luce incidente penetra scarsamente attraverso uno strato di questo pigmento che ha quindi ottimo *potere coprente*

Al contrario, l'*azzurrite* si prepara per macinazione dell'omonimo minerale di rame, ottenendo una polvere costituita da particelle di forme e dimensioni irregolari, attraverso la quale la luce penetra facilmente. Inoltre, siccome il minerale contiene inclusioni di altre fasi come la malachite, il pigmento rifletterà luce blu ma anche rossa, verde o gialla

La luce incidente sulla superficie è rifratta attraverso lo strato di pigmento + legante, e arriva allo strato sottostante: più grandi e irregolari sono le particelle del pigmento, maggiore è il contributo del fondo alla luce riflessa dal dipinto

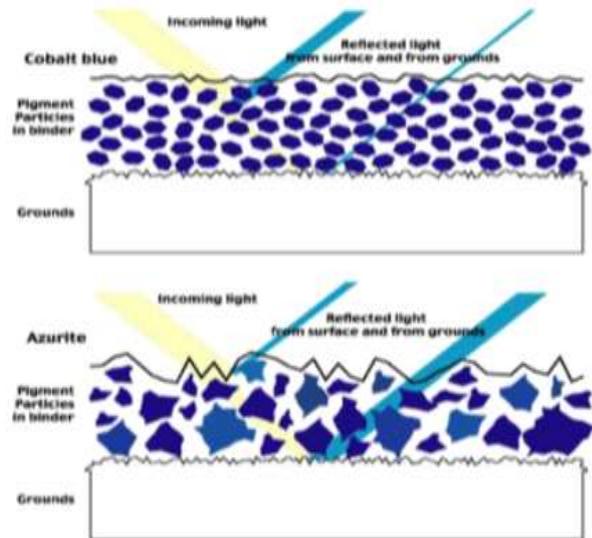


Fig. 55

Potere coprente e indice di rifrazione

Quando una fascio di luce colpisce una superficie pittorica, in base al fenomeno della rifrazione (fig.56), esso subisce una deviazione del suo cammino in linea retta, tanto maggiore quanto maggiore è il cosiddetto Indice di rifrazione del mezzo, in quanto la luce attraversando le sue molecole, subisce una diminuzione, seppure infinitesima, della sua velocità.

L'indice di rifrazione n è definito come il rapporto tra il seno dell'angolo incidente e il seno dell'angolo rifratto ed è una costante per ogni tipo di materiale trasparente alla luce.



Il raggio incidente, il raggio trasmesso e quello normale al piano di incidenza giacciono sul medesimo piano. Inoltre vale la seguente relazione (Legge di Snell) tra l'angolo di incidenza α_i e l'angolo di rifrazione α_r :

$$\frac{\text{sen}(\alpha_2)}{\text{sen}(\alpha_1)} = n_1/n_2$$

Fig. 56

Su una superficie pittorica costituita da uno strato di vernice protettiva e il sottostante strato pittorico (Fig.57), si creano due fenomeni di rifrazione, il primo sullo strato di vernice che avrà un suo Indice di rifrazione n_1 e il secondo sullo strato pittorico almeno fino alla parte trasparente alla luce ed avrà il suo indice di rifrazione n_2 .

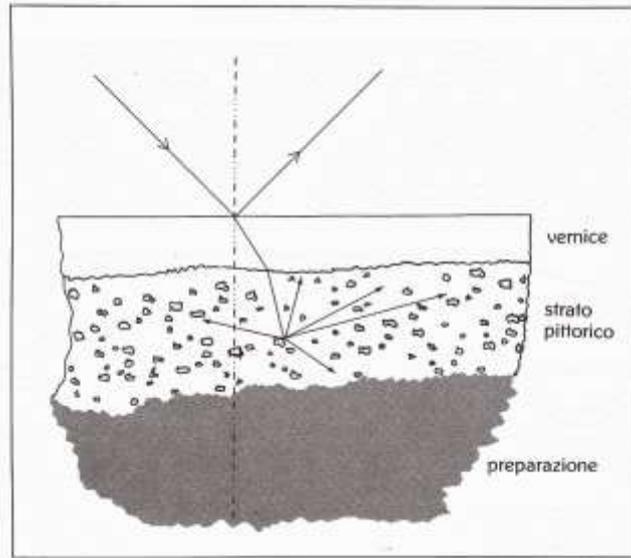


Fig.57

$$\sin(\alpha_1) / \sin(\alpha_2) = n_1 / n_2$$

Nella pellicola pittorica l'angolo di rifrazione è tanto più elevato quanto maggiore è la differenza tra n_1 del legante e n_2 del pigmento. Un angolo di rifrazione elevato determina un elevato potere coprente del film pittorico.

1. Pigmenti con n elevato (fig.58) hanno elevato potere coprente in quanto disperdono di più la luce e quindi inviano al nostro occhio più radiazione che "copre" quello che sta sotto al pigmento (disegno preparatorio o preparazione stessa)
2. I leganti con n elevato rendono la pellicola pittorica trasparente, proteggendo lo strato pittorico ma non alterandone i colori.

N.B. L'olio di lino è il legante con n più elevato ($n = 1.48$)



Fig.58: Tra i pigmenti bianchi il biossido di titanio è quello a maggiore potere coprente.

Un pigmento può avere un elevato potere colorante ad esempio il Blu di Prussia e anche un elevato potere coprente ma può anche accadere, anche se raramente, che un pigmento può presentare un elevato potere colorante ma un bassissimo potere coprente come del caso dei coloranti organici che infatti devono essere adsorbiti su un supporto inerte (allumina, silice, carbonato di calcio) che le conferiscono così un potere coprente.

Stabilità chimica e fotochimica.

L'alterazione cromatica indotta dalla luce non è attiva solo sulle lacche e coloranti o pigmenti di origine organica.

Esistono alcuni pigmenti che sono soggetti a degrado fotolitico per motivi ancora non del tutto chiari, con conseguente viraggio ad altri colori.

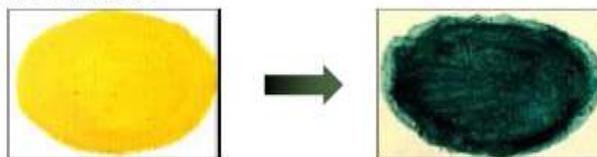
Gli esempi più eclatanti di tale viraggio si hanno per il pigmento arancione Realgar che tende a virare al giallo orpimento e per il cinabro o vermiglione che da rosso vira al nero.

Molti pigmenti invece subiscono un degrado chimico nel tempo mediante l'aria, l'umidità (fig.59).

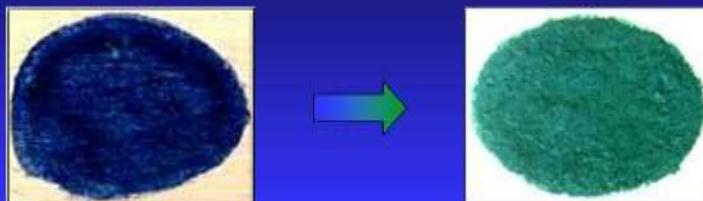
STABILITÀ CHIMICA

Un aspetto facilmente comprensibile delle proprietà che un pigmento deve avere è la sua *stabilità chimica*. Le caratteristiche chimiche di un pigmento devono essere compatibili con l'ambiente chimico circostante, comprendendo in questa definizione i mezzi disperdenti, i protettivi, gli strati di preparazione ma anche gli altri pigmenti, nei confronti dei quali il pigmento deve essere inerte

Un esempio di degradazione chimica può essere il viraggio al verde di pigmenti gialli costituiti da cromati: in presenza di sostanze riducenti (come alcuni pigmenti organici) si ha la riduzione di Cr(VI) a Cr(III)



La stabilità chimica dei pigmenti deve esplicarsi anche nei confronti di sostanze esterne, quali l'ossigeno (presente nell'aria), l'umidità e agenti potenzialmente aggressivi come i gas inquinanti: SO₂, SO₃ ed H₂S; quest'ultimo è in grado di degradare pigmenti a base di piombo, argento e altri metalli con cui forma solfuri neri



Il viraggio da azzurrite, $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ a malachite, $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ è noto da molti secoli. I due minerali sono chimicamente molto affini, e il passaggio dal primo al secondo avviene spontaneamente

Dal punto di vista artistico questo viraggio, ben noto ai pittori, era il punto debole dell'azzurrite, che per questo era considerata meno pregiata di altri pigmenti blu. In alcuni casi, invece, il cangiamento dell'azzurrite era sfruttato per avere una tinta particolare blu-verdastra

Fig.59

Gli ioduri di alcuni metalli formano pigmenti molto appariscenti ma di scarso valore pratico in quanto scuriscono per fotossidazione.

(prepareremo alcuni ioduri interessanti solo dal punto di vista preparativo).

Altri pigmenti invece subiscono degrado a seguito di contatto con altri pigmenti, esiste quindi una incompatibilità tra numerosi pigmenti (Fig.60)

Compatibilità tra pigmenti

Pigmento	Incompatibilità
a base di rame	
Verde smeraldo	Incompatibile con pigmenti contenenti zolfo
Verdigris	Incompatibile con pigmenti contenenti zolfo
a base di zolfo	
Giallo cadmio, Rosso cadmio	Incompatibile con pigmenti a base di piombo e di rame
Orpimento, Realgar	Incompatibile con pigmenti a base di piombo e di rame
Vermiglione	Incompatibile con pigmenti a base di rame
a base di piombo	
Bianco piombo	Incompatibile con pigmenti contenenti zolfo
Giallo di piombo-stagno	Incompatibile con pigmenti contenenti zolfo
Massicot	Incompatibile con pigmenti contenenti zolfo
Giallo di Napoli	Incompatibile con pigmenti contenenti zolfo

Va notato che il pigmento organico verde ftalocianina, contenente un atomo centrale di rame, non è incompatibile con pigmenti di zolfo in quanto il rame ha un comportamento chimico differente

Fig.60

I pigmenti inorganici usati nelle varie tecniche pittoriche sono quasi tutti di origine minerale e sono costituiti da ossidi, carbonati, solfuri, ecc. di vari metalli.

Questi pigmenti devono essere insolubili nel legante e nei solventi più comuni, compresa l'acqua e devono essere, il più possibile, chimicamente inerti nei confronti delle sostanze con cui vengono in contatto.

Normalmente, un dipinto non viene sottoposto ad alte temperature né viene a contatto con acidi od alcali forti; ma la luce, l'aria, gli agenti inquinanti e l'umidità possono modificare le proprietà e la composizione di un pigmento. Ad esempio, i pigmenti che contengono sostanze organiche sono meno stabili di quelli inorganici nei confronti della luce che tende a scolorirli.

In genere l'azione della luce è più marcata con le radiazioni di maggiore energia, ossia le radiazioni corrispondenti al blu, al violetto ed all'ultravioletto. Infatti, queste radiazioni possono provocare la rottura di alcuni legami π , alterando il movimento degli elettroni nella molecola del colorante oltre che a dare inizio alla disgregazione della molecola stessa..

L'azione dell'aria si esplica soprattutto attraverso l'ossigeno, l'acqua in forma di vapore, l'anidride carbonica CO_2 e altre sostanze presenti in piccole quantità, come l'anidride solforosa SO_2 , l'anidride solforica SO_3 , l'acido solfidrico H_2S , eccetera.

Comunque, molto spesso il legante, avvolgendo ogni singola particella del pigmento, ha un'azione protettiva nei suoi confronti, isolandolo dal contatto con gli agenti esterni e con pigmenti di natura diversa.

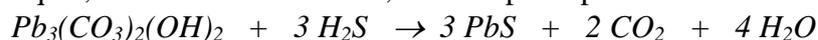
Luce, umidità ed aria possono quindi agire sui pigmenti provocando delle alterazioni cromatiche. In altre parole, avvengono delle reazioni chimiche attraverso le quali il pigmento si trasforma in un'altra sostanza, con una composizione diversa e, quindi, con un colore diverso.

L'ossigeno presente nell'aria provoca, soprattutto, delle reazioni di ossidazione, anche in questo caso, i pigmenti organici sono i più sensibili. Tra i pigmenti minerali inorganici, come esempi di ossidazione, visibili in alcune pitture murali, possiamo ricordare quelli della Biacca e del Minio che vengono entrambi trasformati in biossido di piombo, PbO_2 , di colore bruno scuro.

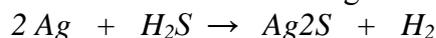
Con la biacca $2 Pb_3(CO_3)_2(OH)_2 + O_2 \rightarrow 6 PbO_2 + 2 CO_2 + 2 H_2O$

Con il minio $2 Pb_2O_3 + O_2 \rightarrow 4 PbO_2$

L'acido solfidrico reagisce con tutti i pigmenti che contengono quei metalli con i quali forma solfuri insolubili in acqua, di colore nero o bruno, ad esempio il piombo contenuto nella biacca:



Oppure con l'argento metallico utilizzato in foglia :



L'anidride carbonica, associata all'umidità, è implicata in complesse reazioni, spesso reversibili, che interessano soprattutto i pigmenti costituiti da ossidi o da carbonati.

Ad esempio, in atmosfera asciutta il "Bianco di Zinco" si trasforma nel corrispondente carbonato



Mentre, in atmosfera umida, l'ossido di rame, nero, si trasforma in un carbonato basico: la malachite di colore verde :



Con concentrazioni diverse di acqua ed anidride carbonica può formarsi l'Azzurrite $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ di colore azzurro, a sua volta, in condizioni ambientali diverse, l'Azzurrite può reagire formando la Malachite, di colore verde, come si può osservare spesso nelle pitture murali in presenza di umidità.

A complicare la situazione, la presenza di anidride solforosa può portare alla formazione di solfati basici rameici, come il minerale Brochantite : $Cu_4(SO_4)(OH)_6$, di colore verde azzurro, oppure la presenza di acqua marina può portare alla formazione di cloruri basici rameici.

Gli ossidi acidi, o anidridi, come SO_2 e SO_3 , che a partire dal XIX secolo, a causa dell'inquinamento, si sono aggiunti in grandi quantità a quelli di origine naturale, combinandosi con l'acqua formano degli acidi forti : acido solforoso H_2SO_3 ed acido solforico H_2SO_4 , che, a loro volta trasformano, ad esempio, i carbonati, di solito poco solubili in acqua, in solfati, molto più solubili.

Con questa reazione, il carbonato di calcio (il marmo) viene trasformato in solfato di calcio (il gesso)



L'umidità non è, di per sé, un agente molto aggressivo, tuttavia, associata agli altri, ne facilita le reazioni portando le sostanze in soluzione. Comunque, l'azione degli agenti atmosferici è, di solito, molto rallentata dalla presenza sia della vernice protettiva che del legante pittorico.

Alcuni pigmenti, venendosi a trovare a contatto, possono interagire tra loro. Ad esempio alcuni pigmenti costituiti da solfuri tendono a reagire con i pigmenti a base di piombo o di rame, formando i relativi solfuri di colore scuro. Ad esempio il “giallo di cadmio” può reagire con l’azzurrite:



I pigmenti a base di cromati, di colore giallo-arancio, possono ossidare vari pigmenti organici (la reazione è catalizzata dalla luce) causandone la perdita di colore e trasformandosi, a loro volta, in ossido cromoso Cr_2O_3 di colore verde.

Se è chimicamente puro, il miscuglio è abbastanza stabile alla luce, tuttavia con il passare del tempo ed in presenza di umidità o soprattutto di sostanze organiche il cromato si trasforma in ossido cromoso verde.



La reazione di riduzione viene accelerata da una esposizione diretta alla luce solare.

Questa reazione può avvenire anche quando un cromato è mescolato a pigmenti di origine organica, in questo caso il composto organico si ossida variando di colore mentre il cromato si riduce diventando verde.

I pigmenti a base di bitume hanno la particolarità di non seccare mai completamente, di conseguenza, con il loro movimento e le loro contrazioni, specialmente sotto l’azione del calore, provocano la reticolazione della superficie pittorica formando delle larghe cretture che talvolta coinvolgono anche gli strati pittorici adiacenti.

Tra le altre proprietà dei pigmenti meritano attenzione quelle legate alle loro interazioni con il legante o medium; infatti, per essere usati, i pigmenti devono essere miscelati con un legante adesivo in modo da formare, con esso, una pasta facilmente stendibile. Le caratteristiche di questa pasta dipendono sia dalla natura del pigmento che da quella del legante. Di solito, ogni pigmento richiede una quantità ben definita di un determinato legante.

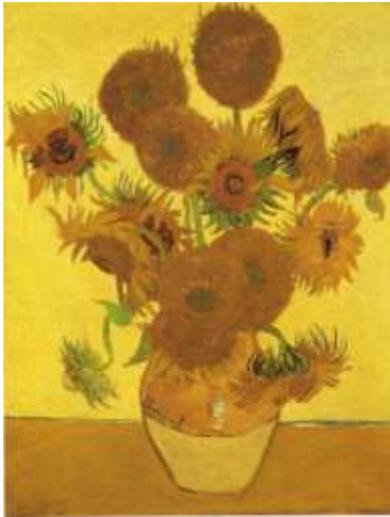
In alcuni casi la quantità di legante necessaria per ottenere una pasta con una densità adatta per l’applicazione può risultare eccessiva rispetto alla stabilità del film pittorico che si formerà. Questo succede, ad esempio, con le Terre d’Ombra mescolate con l’olio.

Bisogna anche tenere presente che, con l’invecchiamento, il legante può ingiallire e modificare l’aspetto cromatico del pigmento disperso in esso, questo caso si verifica, soprattutto se il legante è l’olio di lino, una sostanza con una spiccata tendenza ad ingiallire.

Alcuni pigmenti mostrano una stretta affinità per un determinato legante, altri, invece, sono quasi incompatibili; questo, con il passare del tempo, ha consolidato l’uso prevalente, di ciascun pigmento, per una specifica tecnica pittorica.

Ad esempio, nella pittura “a fresco” il legante, costituito da idrossido di calcio (calce spenta) $\text{Ca}(\text{OH})_2$, che è una base o alcali forte, esclude l’uso di molti pigmenti perché sono sensibili agli alcali.

Anche i moderni pigmenti organici sintetici hanno mostrato fenomeni di degrado. famoso è il degrado che ha subito il colore giallo dei “girasoli” oscuri di Van Gogh o i 5 grandi pannelli murali dipinti da Rothko per l’università di Harvard nel 1963 su tonalità rosse che dovettero essere rimossi perché il colore si era completamente alterato (fig.61).



DEGRADO DEGLI AFFRESCHI DI GIOTTO E CIMABUE NELLA BASILICA SUPERIORE DI ASSISI

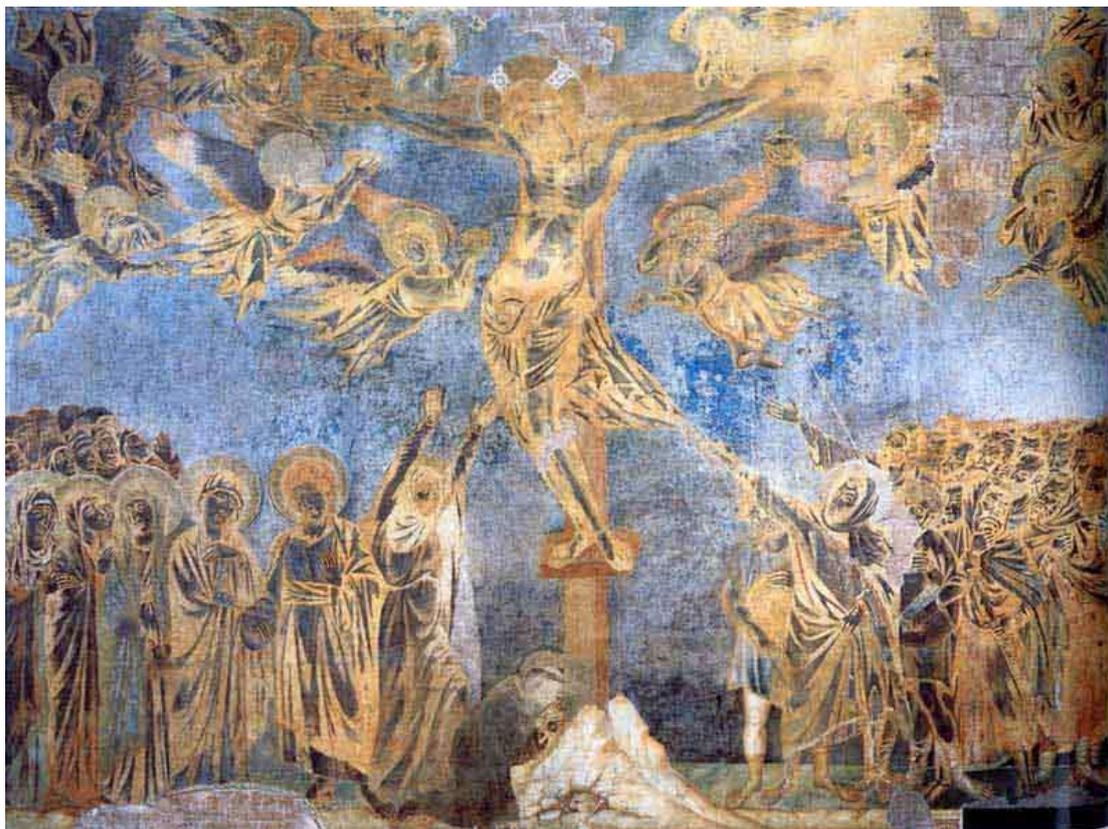


Fig.62: CIMABUE: ANNERIMENTO DELLA BIANCA IN PRESENZA DI PIGMENTI CONTENENTI ZOLFO (ORPIMENTO GIALLO)



Fig.63: GIOTTO: AZZURRITE TRASFORMATA IN MALACHITE VERDE A CAUSA DELL'UMIDITA' O DI INFILTRAZIONI DI ACQUA.

Tossicità dei pigmenti

Alcuni pigmenti sono velenosi, specialmente quelli che contengono piombo, cromo, cadmio, arsenico, mercurio.

Generalmente la tossicità dei pigmenti si manifesta per via inalatoria quando la polvere di pigmento, in genere molto sottile, si disperde nell'aria e mediante la sua inalazione arriva ai polmoni e quindi immediatamente nel sangue, durante la preparazione della tempera ad acqua o ad olio, prima di disperdere il pigmento nel solvente.

Il sangue trasporta il composto tossico negli organi bersaglio più sensibili quali fegato, reni, cervello e quindi si manifesta l'intossicazione.

La tossicità per ingestione, che ovviamente deve essere volontaria, o cutanea, è più limitata in quanto alcuni pigmenti, ad esempio il giallo cadmio, estremamente insolubili, non vengono solubilizzati neppure nel forte ambiente acido dello stomaco e quindi vengono eliminati senza essere assorbiti dal corpo umano o non vengono assorbiti dalla pelle.

Gli antichi erano consapevoli della loro pericolosità, Cennino Cennini (pittore italiano, 1370-1440) nel suo "Il Libro dell'Arte" (il più importante trattato sulla pittura nell'arte italiana e uno tra i principali per l'arte europea) scrisse, a proposito dell'Orpimento: "Questo tal colore è artificiato e fatto d'archimia, ed è proprio toscano (tossico).....guardati da imbrattartene la bocca, che non ne riceva danno la persona"

Il Verde smeraldo, Arsenito rameico, sembra essere stato la causa della morte di Napoleone in quanto la camera era dipinta di verde con il suddetto pigmento.

La perdita di polveri di pigmento per distacco dall'intonaco legato a calce, e non a polimeri vinilici come nelle attuali tempere all'acqua molto più solidi, potrebbe aver portato ad una aerodispersione del pigmento fortemente tossico soprattutto per via inalatoria.

Quindi per inalazione ripetuta nel tempo si è sviluppata la patologia (avvelenamento) che lo ha portato alla morte.

Anche Michelangelo che preparava in proprio i colori che utilizzava sembra soffrisse di intossicazione da inalazione di pigmenti a base di piombo (malattia professionale denominata Saturnismo, caratterizzata da sintomi ben precisi).

Van Gogh non avrebbe potuto dipingere le sue famose tele della serie dei girasoli ma sembra che dell'equilibrio mentale del pittore possa aver contribuito l'avvelenamento da cadmio contenuto nel pigmento giallo cadmio che utilizzava e che inalava durante la preparazione del pigmento stesso.

Le confezioni di pigmenti in polvere contenenti elementi tossici devono riportare in etichetta i simboli, le indicazioni di pericolo e i consigli di prudenza per avvertire l'utilizzatore sui rischi a cui potrebbe essere esposto durante il suo utilizzo, in base alla normativa REACH sull'etichettatura dei prodotti e formulati chimici (fig.64).

RISCHIO CHIMICO DEI PIGMENTI, SIMBOLI DI PERICOLO (REACH)



Vecchi simboli di rischio



Fig.64

Esempio di etichetta del ROSSO CINABRO, VERDE SMERALDO, ORPIMENTO, TUTTI I PIGMENTI A BASE DI RAME, CADMIO, PIOMBO, CROMO, MERCURIO ecc.(fig.65)



Fig.65

PIGMENTI ALTAMENTE TOSSICI E CANCEROGENI PRINCIPALMENTE A LIVELLO INALATORIO

- Bianco di Antimonio , triossido di antimonio
- Bianco di Piombo (biacca) , carbonato basico di piombo
- Rosso di Cadmio , solfuro di cadmio
- Rosso Cinabro , solfuro di mercurio
- Rosso di Toluidina , azopigmento insolubile
- Rosso Lithol , sali di Na-Ba-Ca di azopigmento solubile
- Arancio di Cadmio , seleniuro di cadmio
- Arancio Molibdato , cromato, molibdato e solfato di piombo
- Giallo di Bario , cromato di bario
- Giallo di Cadmio , solfuro di cadmio
- Giallo di Cadmio e Bario , solfuri di cadmio e zinco, solfati di bario
- Giallo di Cromo , cromato di piombo
- Giallo di Cobalto (aureolina) , cobaltonitrito di potassio
- Giallo di Napoli , antimoniato di piombo
- Giallo di Stronzio , cromato di stronzio
- Giallo di Zinco , cromato di zinco
- Giallo di Toluidina , azopigmento insolubile
- Verde Cromo , blu di Prussia e cromato di piombo
- Viola di Cobalto , arseniato o fosfato di cobalto
- Violetto di Manganese , ammonio pirofosfato di manganese

PIGMENTI MODERATAMENTE TOSSICI

- Bianco di Zinco , ossido di zinco
- Cremisi di Alizarina , biidrossiantrachinone
- Verde smeraldo o Viridiano , ossido di cromo idrato
- Verde di Cobalto , cobalto calcinato con ossidi di Zn e Al
- Blu Ceruleo , stannato di cobalto
- Blu di Cobalto , alluminato di cobalto
- Blu di Manganese , manganato e solfato di bario
- Blu di Prussia , ferrocianuro ferrico
- Nero di Carbone , carbone (a causa delle impurezze organiche quali benzopirene ecc. che possono prodursi durante la loro preparazione)

TECNICHE ANALITICHE PER LO STUDIO DEI MATERIALI COLORANTI

I materiali coloranti possono essere analizzati con molte tecniche analitiche.

Le tecniche più idonee sono quelle di spettroscopia molecolare (Raman, IR, XRD) perché consentono di identificare in maniera definitiva il composto responsabile del colore: per esempio, quasi tutti i pigmenti e i coloranti mostrano uno spettro Raman caratteristico e riconoscibile.

Le tecniche spettroscopiche elementari (XRF, PIXE, SEM), invece, arrivano all'identificazione mediante la determinazione di uno o più elementi-chiave, benché in alcuni casi non diano risposte definitive

Le tecniche cromatografiche sono spesso impiegate nella determinazione di coloranti oltre che di leganti (per i quali è adatta la tecnica GC-MS), raramente per i pigmenti.

Le tecniche di analisi isotopica, infine, sono utilizzabili per identificare l'origine dei pigmenti contenenti piombo.

Sono particolarmente utili le tecniche che permettono l'analisi *in situ* senza prelievo, come le spettroscopie Raman e XRF.

La determinazione del pigmento utilizzato in un'opera può essere utile alla sua datazione storica o alla evidenziazione di un falso.

Alcuni pigmenti infatti presentano un ben preciso periodo di utilizzo storico come visibile nella seguente tabella (fig.66):

tavola sinottica dell'uso dei pigmenti

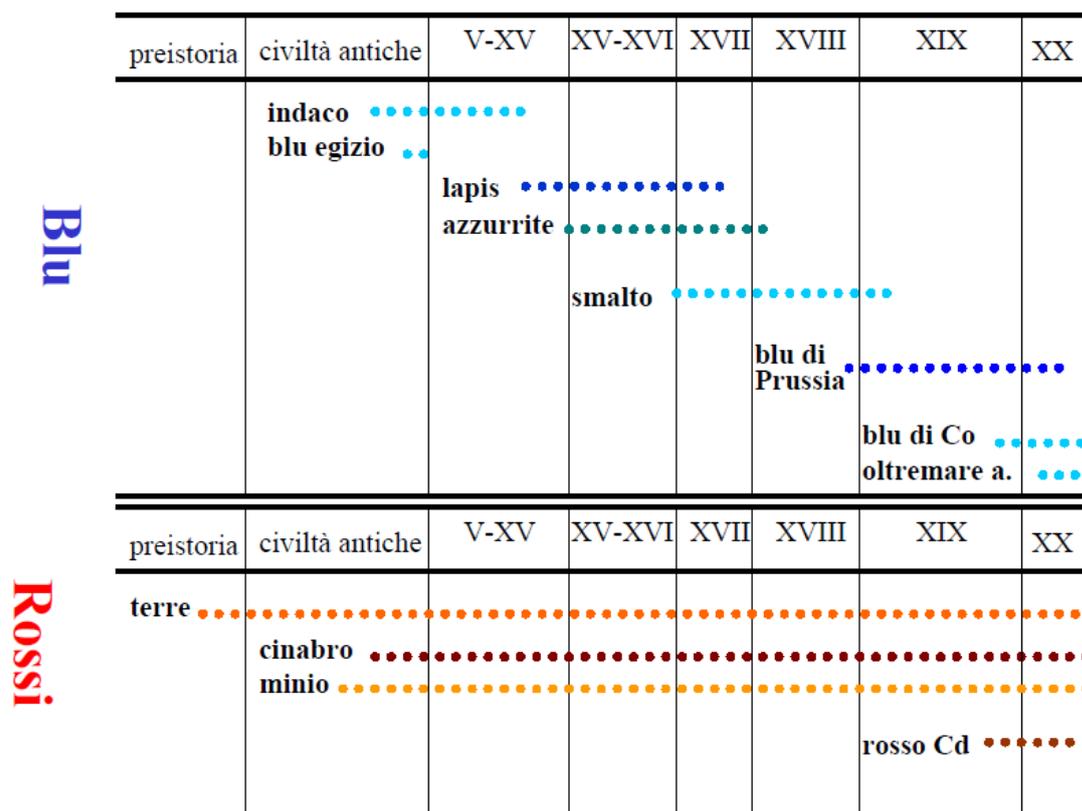


Fig.66

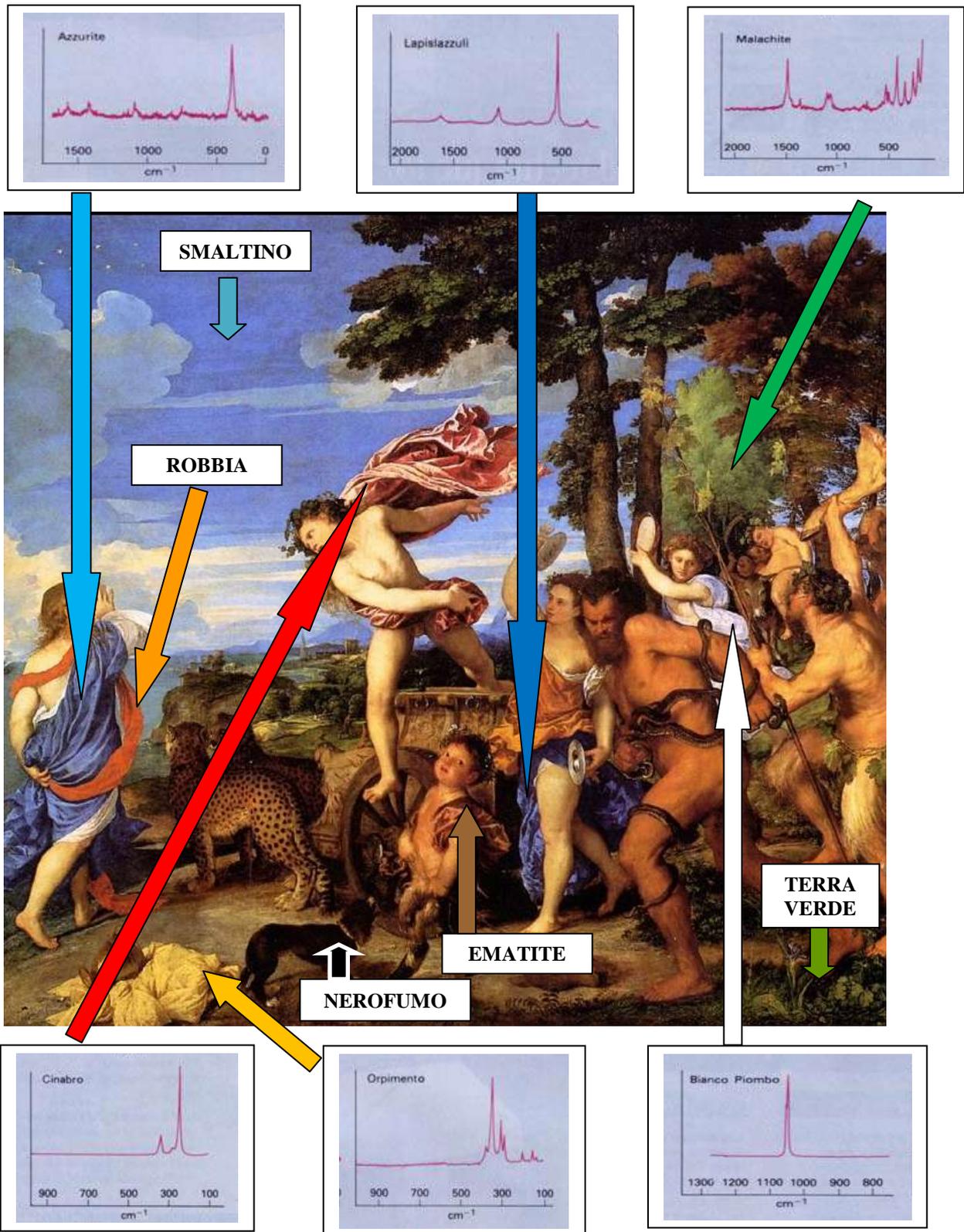


Fig.67: Tiziano Vecellio (1480/1485 – 1576) in cui sono presenti quasi tutti i pigmenti conosciuti all’epoca. Si tratta del quadro “Bacco ed Arianna” (1520-1523), ora alla National Gallery di Londra.

“rappresenta quasi un catalogo dei pigmenti conosciuti fino al Cinquecento”. Ne enumera sedici, comprendenti tra l’altro tre “blu” (azzurrite, lapislazzuli, smaltino) e tre “rossi” (cinabro, lacca di robbia e ematite). Viene quasi automatico il parallelo con la tavola periodica di Mendeleev, un “catalogo” degli elementi che al pari dei colori per il pittore e delle note per il musicista, costituisce lo strumento della creatività per il chimico.

Gli spettri Raman (vedi pagina 53) sono caratteristici di ciascun tipo di pigmento pertanto l’analisi in spettroscopia Raman permette la loro identificazione.



Fig. 68: Dipinti murali grotte di Lascaux.



Hieronymus Bosch's Palette (1450-1516)

1. Yellow Ochre
2. Lead Tin Yellow
3. Azurite
4. Vermilion
5. Carmine Lake
6. Malachite
7. Copper resinate
8. Lead White
9. Ivory Black

Hieronymus Bosch (1450 - 1516); late gothic palette

Fig.69: Dipinto di Bosch e relativi pigmenti utilizzati.



Caravaggio (1571-1610)

Palette

1. Umber
2. Yellow Ochre
3. Red ochre
4. Vermilion
5. Lead White
6. Carbon black
7. Lead tin yellow
8. Copper resinate

Caravaggio, the Baroque palette

Caravaggio, Amor vincit omnia, 1603, Staatliche Museen Berlin.

Fig.70: Dipinto di Caravaggio e relativi pigmenti utilizzati.



Pablo Picasso (1881-1973), the Cubism palette

Pablo Picasso, Les Femmes d'Alger (1907), MoMa, New York

Les Femmes d'Alger (1907) is a pivotal work in the development of Modern Art. Described as the "core of Picasso's laboratory" by the French writer and poet André Breton, the work jolted the imagination of Picasso's contemporaries and generations of artists since. For this painting, Picasso used lead white, vermilion, cobalt blue, ochre, bone black, emerald green, and cadmium yellow.



Andy Warhol (1928-1987), the acrylic age

Andy Warhol, Portrait of Brooke Hayward, 1973, Tate Gallery, London

Andy Warhol and other contemporary artists used many materials for their paintings.

The colored (non-black) paint layers are made of acrylic emulsion paint. The black areas are made of an alkyd medium - an oil-resin binding medium commonly used in house paints and inks. The white priming layer was also identified as an alkyd medium. Warhol's palette included: titanium white, cadmium yellow/orange, cobalt blue, viridian, Mars red, and carbon black. The pink and red pigments have been identified as synthetic quinacridone reds.

Fig.71: Dipinti di Picasso e Warhol e relativi pigmenti utilizzati.

Le tecniche spettroscopiche principalmente utilizzate sono due, in assorbimento ed in riflettanza.

SPETTROSCOPIA IN ASSORBIMENTO

Nella spettroscopia in assorbimento una radiazione elettromagnetica variabile in lunghezza d'onda, viene inviata da una opportuna sorgente visibile o ultravioletta, selezionata mediante un monocromatore (prisma o reticolo), attraverso il campione da analizzare (fig.72).

Il campione da analizzare potrà essere un frammento di pigmento di un dipinto ecc.

Quest'ultimo, in base alle sue caratteristiche ed al suo colore, assorbirà la radiazione elettromagnetica a determinate lunghezze d'onda (es. se è di colore verde assorbirà la radiazione rossa, come visto in precedenza).

Questa radiazione che attraversa il campione, inviata ad un detector, crea un segnale elettrico che sarà trasformato dallo strumento (spettroscopio) in uno spettro, ossia un grafico dove si riporta l'energia trasmessa dal campione (ascisse) in funzione della lunghezza d'onda della radiazione elettromagnetica inviata al campione (ordinate).

Tale spettro chiamato appunto di assorbimento, è caratteristico del campione esaminato e permette quindi di individuare la sua tipologia.

L'inconveniente di questa tecnica è che è necessario prelevare un pezzo di campione da destinare all'analisi spettroscopica quindi la metodica è distruttiva, si intuisce facilmente che delle volte, nello studio di un dipinto, tale tecnica non è possibile applicarla.

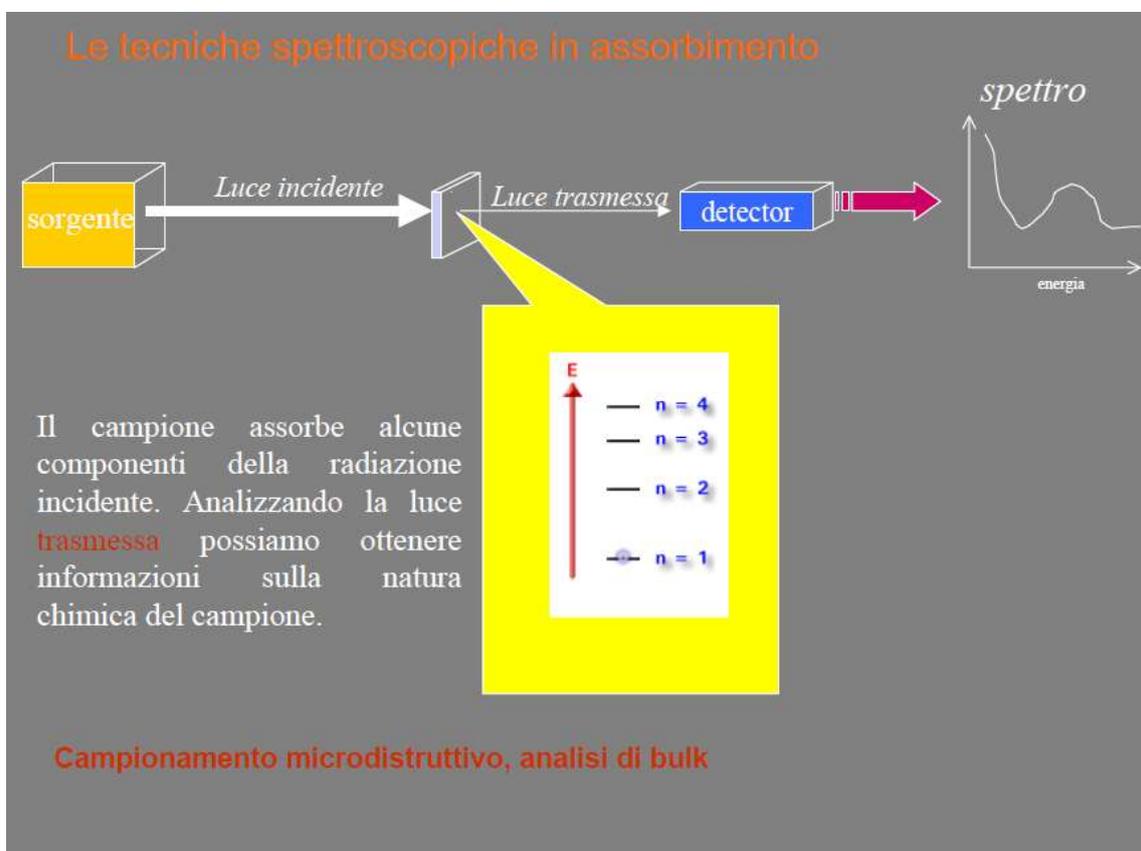


Fig.72

A seconda poi della tipologia e quindi dell'energia della radiazione inviata al campione possiamo esaminare anche parti più interne di un dipinto, come visibile nella figura 73 successiva.

Più è energetica la radiazione incidente più penetriamo all'interno del dipinto, tale analisi è utile quando si deve eseguire un eventuale restauro in modo da conoscere a fondo le condizioni del dipinto.

DIAGNOSTICA SPETTROSCOPICA DI UN DIPINTO

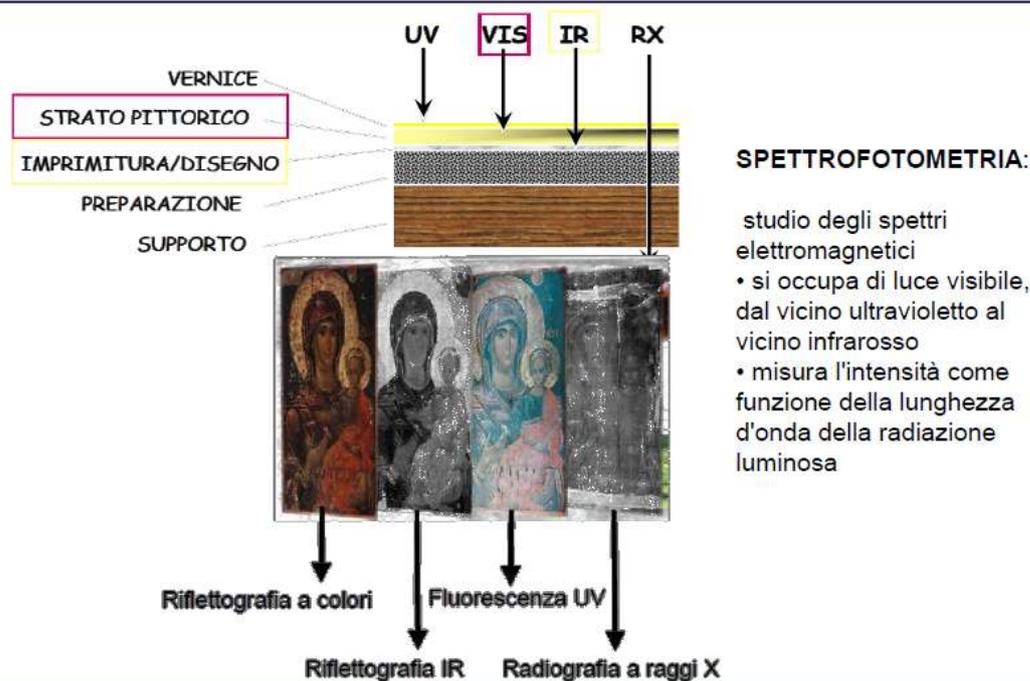


Fig.73

SPETTROSCOPIA IN RIFLETTANZA

Nella spettroscopia in riflettanza una radiazione elettromagnetica variabile in lunghezza d'onda, viene inviata da una opportuna sorgente visibile o ultravioletta, selezionata mediante un monocromatore (prisma o reticolo), non più attraverso il campione da analizzare ma viene riflessa su di esso (fig.74).

Il campione da analizzare potrà essere un frammento di pigmento di un dipinto ecc. Quest'ultimo, in base alle sue caratteristiche ed al suo colore, assorbirà la radiazione elettromagnetica a determinate lunghezze d'onda e rifletterà la radiazione che non riesce ad assorbire (es. se è di colore verde assorbirà la radiazione rossa, ma rifletterà appunto quella di colore verde come visto in precedenza).

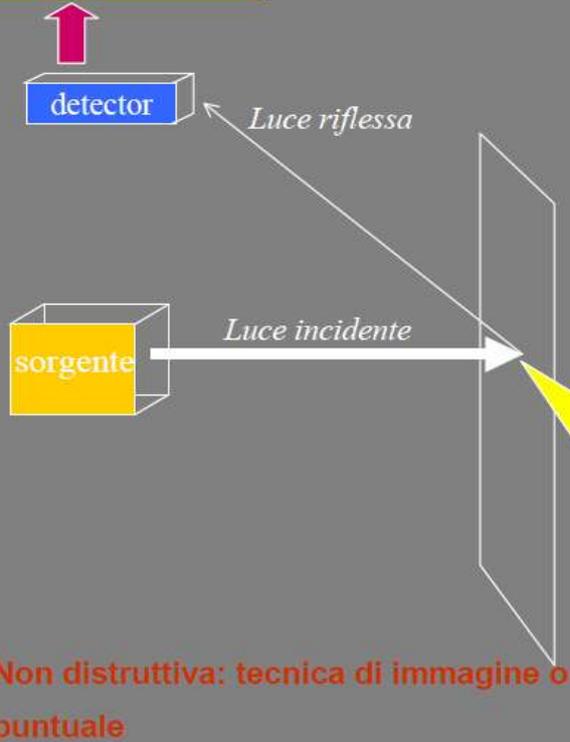
Questa radiazione che viene riflessa dal campione, inviata ad un detector, crea un segnale elettrico che sarà trasformato dallo strumento (spettroscopio) in uno spettro, ossia un grafico dove si riporta l'energia riflessa dal campione (ascisse) in funzione della lunghezza d'onda della radiazione elettromagnetica inviata al campione (ordinate).

Tale spettro chiamato appunto di riflettanza, in analogia a quello di assorbimento, è caratteristico del campione esaminato e permette quindi di individuare la sua tipologia (Fig.75).

Il vantaggio di questa tecnica è che non è necessario prelevare un pezzo di campione da destinare all'analisi spettroscopica quindi la metodica non è distruttiva e quindi facilmente applicabile allo studio dei dipinti.

Le tecniche spettroscopiche in riflettanza

spettro o immagine



Il campione assorbe alcune componenti della radiazione incidente. Analizzando la luce **riflessa** possiamo ottenere informazioni sulla natura chimica del campione.

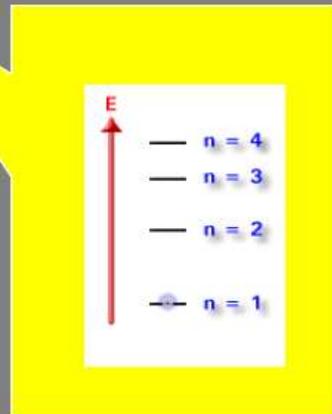


Fig.74

DIAGNOSTICA SPETTROSCOPICA DI UN DIPINTO

SPETTROFOTOMETRIA VISIBILE IN RIFLETTANZA DIFFUSA

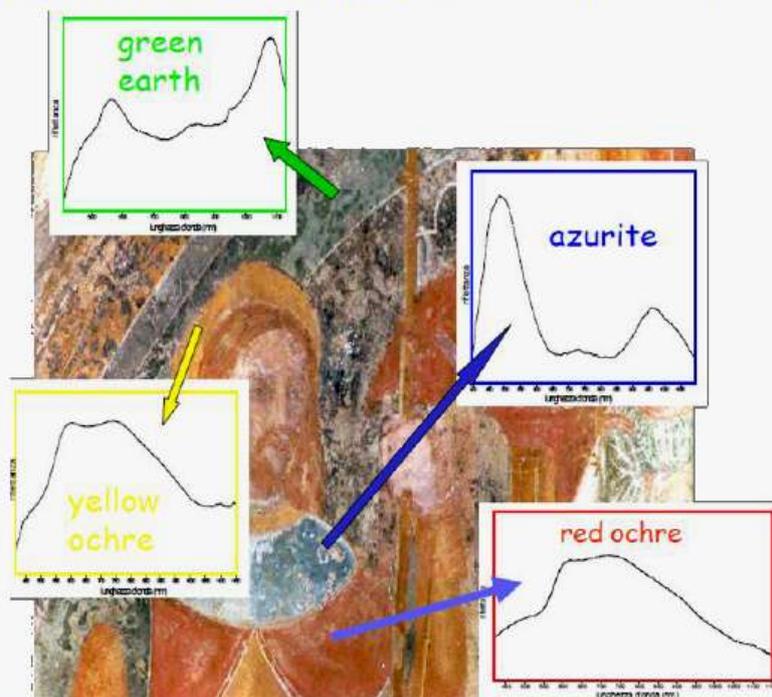


Fig.75

SPETTROSCOPIA RAMAN

Questa tecnica, complementare alla tecnica IR, è basata sull'effetto Raman (fig.76): un campione, irraggiato con luce monocromatica, cioè a λ singola, riemette luce a λ maggiore (energia inferiore) in quanto parte dell'energia viene assorbita per far vibrare i gruppi funzionali delle molecole presenti nel campione che in questo modo possono essere rivelati in maniera analoga alla spettroscopia IR.

A differenza dell'infrarosso, tuttavia, non si misura la luce assorbita ma quella che viene restituita o diffusa dai gruppi funzionali dopo l'assorbimento. (fig.77)

La risposta è visibile sotto forma di spettro (Fig.78).

La strumentazione necessaria per effettuare una misura Raman è costituita da una sorgente laser a λ fissa, da un microscopio per focalizzare il raggio laser sul campione e da un sistema di rivelazione della radiazione Raman emessa dal campione. Dopo l'irraggiamento con il laser, si registra l'energia luminosa riemessa dal campione sotto forma di spettro, che consente di vedere quali sostanze sono presenti in base ai segnali rilevati (fig.79).

Si tratta di una tecnica attualmente molto utilizzata nel campo dei beni culturali, grazie al fatto di essere completamente non distruttiva e di permettere l'esecuzione di misure in situ, cioè direttamente sul campione senza necessità di asportarne una parte per effettuare la misura in laboratorio.

Anche in questa tecnica lo spettroscopista esperto sa interpretare lo spettro in termini di gruppi funzionali, mentre l'utente può riconoscere la sostanza che ha fornito lo spettro in base al confronto con una banca dati.

Introduzione ai principi della tecnica: effetto Raman



Quando un fascio di radiazioni attraversa un mezzo trasparente, le specie presenti diffondono una parte di esso in tutte le direzioni. Nel 1928 il fisico indiano *C.V. Raman* notò che la lunghezza d'onda di una piccola frazione della luce diffusa differisce da quella incidente di una quantità che dipende dalla struttura molecolare delle specie presenti.

Sir *C.V. Raman* per questa scoperta vinse il Nobel nel 1930.

Introduzione ai principi della tecnica: effetto Raman

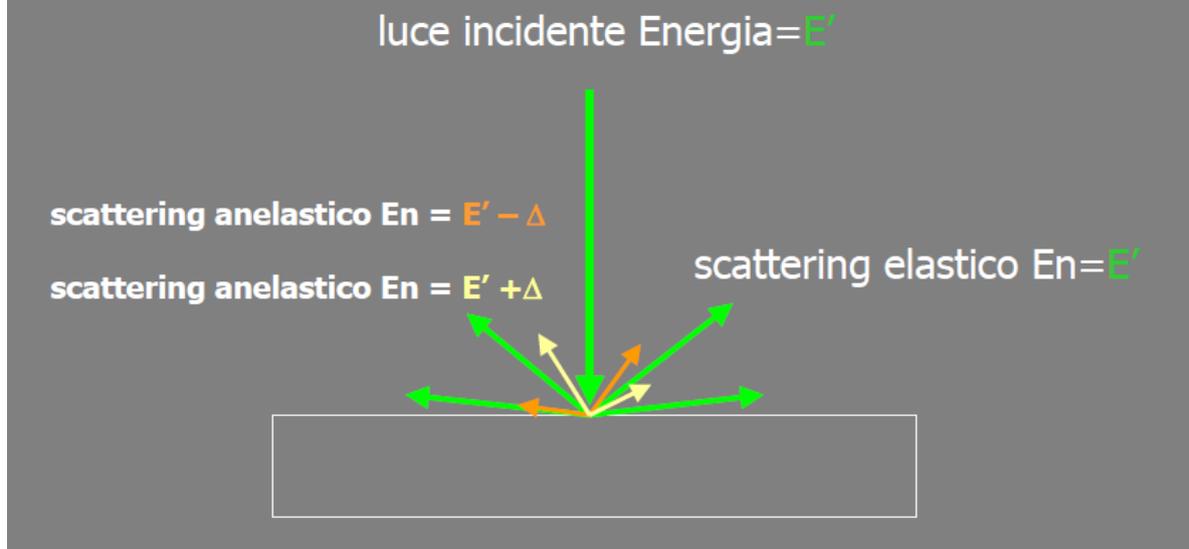


Fig.76 SPETTROMETRIA RAMAN: radiazioni indicate con le frecce gialle ed arancioni rappresentano la radiazione raman che presenta variazione della lunghezza d'onda rispetto alla luce incidente, piu' lunga o piu' corta, specifica del materiale dove e' stata fatta incidere la radiazione iniziale (radiazione Rayleigh).

Introduzione ai principi della tecnica: effetto Raman

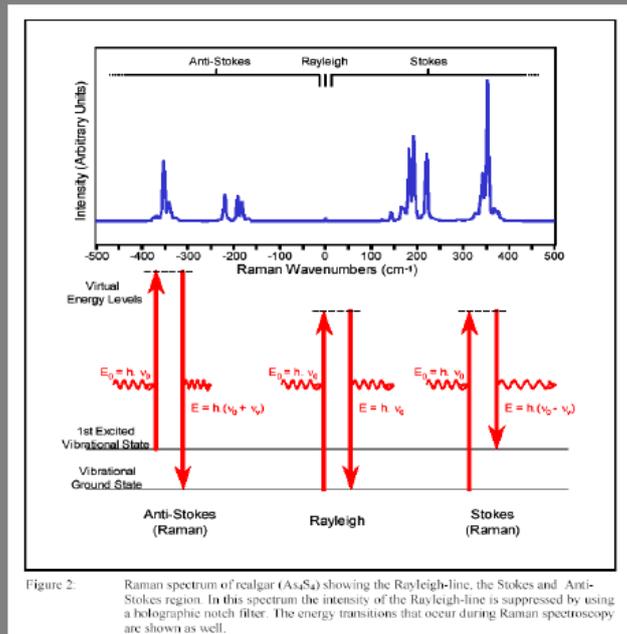


Fig.77

Per valutare la capacità diagnostica della spettrometria Raman è sufficiente confrontare gli spettri ottenibili da pigmenti rossi aventi composizione chimica differente

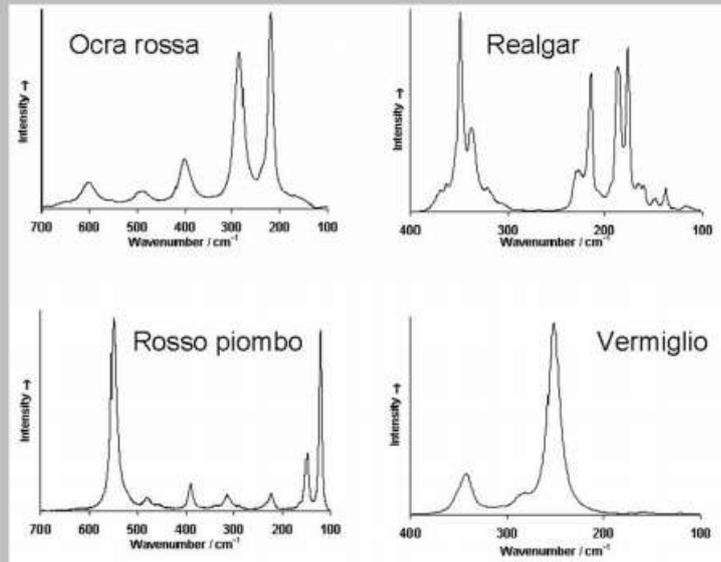


Fig.78

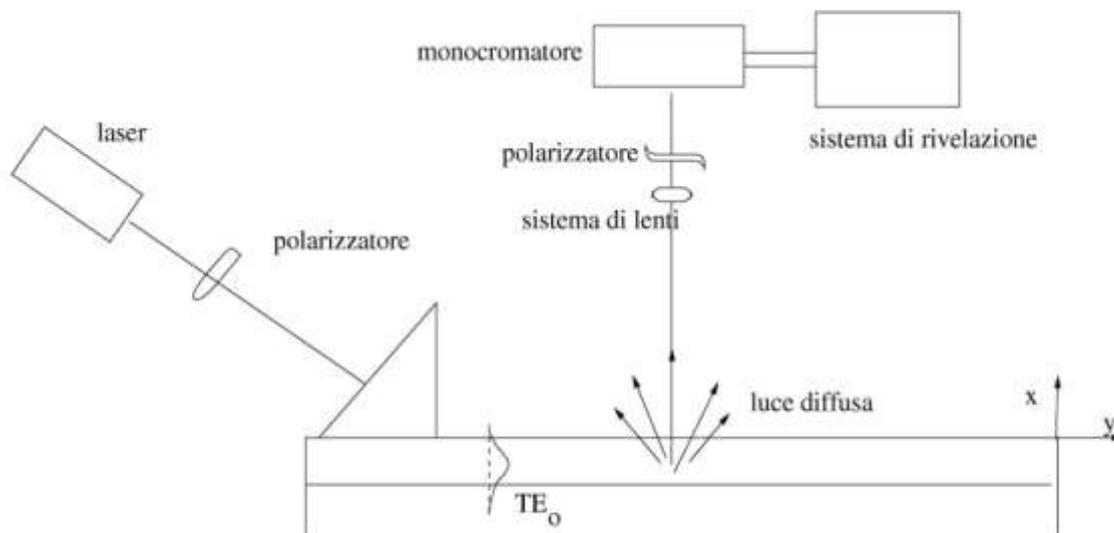
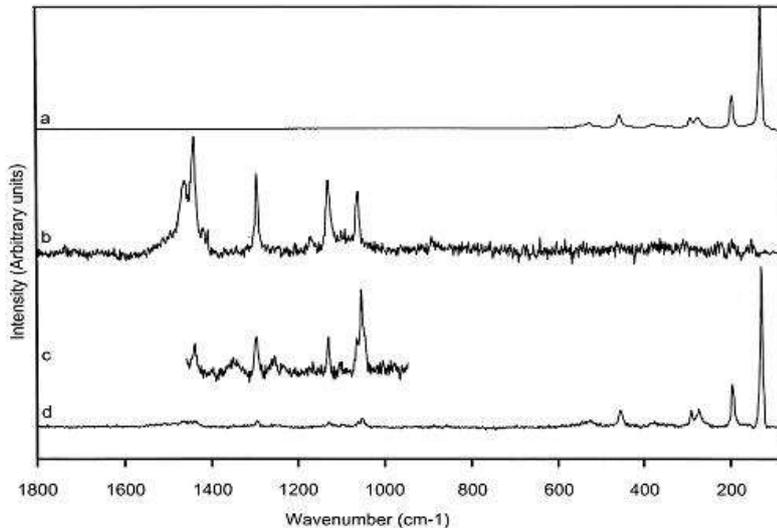


Fig.79: Schema di uno Spettrometro Raman.

Caratterizzazione di leganti e vernici

Un esempio di identificazione di leganti in un artefatto si ha nella figura 80, nella quale sono riportati gli spettri Raman di un campione giallo tratto da un manoscritto medioevale: è possibile riconoscere la presenza del pigmento (*Giallo di piombo e stagno*) e del legante (*cera d'api*). Questi composti danno segnali in regioni spettrali diverse.



Spettri Raman di un campione giallo da un manoscritto:

- a) Giallo di piombo e stagno
- b) Cera d'api
- c) Campione (1450-950 cm^{-1})
- d) Campione (1800-200 cm^{-1})

Fig.80

Se non è possibile effettuare un prelievo di campione, l'uso di uno spettrometro Raman portatile costituisce il modo più sicuro per identificare i pigmenti (Fig.81).

Spettrometri Raman portatili

Oltre agli strumenti Raman da banco esistono attualmente strumenti portatili, generalmente dispersivi, che attraverso l'impiego di fibre ottiche consentono di effettuare misure *in situ* non distruttive senza manipolazione del campione. Le potenzialità di questi strumenti sono ottime per quanto le prestazioni non siano paragonabili a quelle degli strumenti da banco. N.B. le fibre ottiche, diversamente al loro uso nell'IR, non tagliano le radiazioni Raman (che sono radiazioni UV-vis-NIR)



Fig.81

TABELLA DEI PIGMENTI

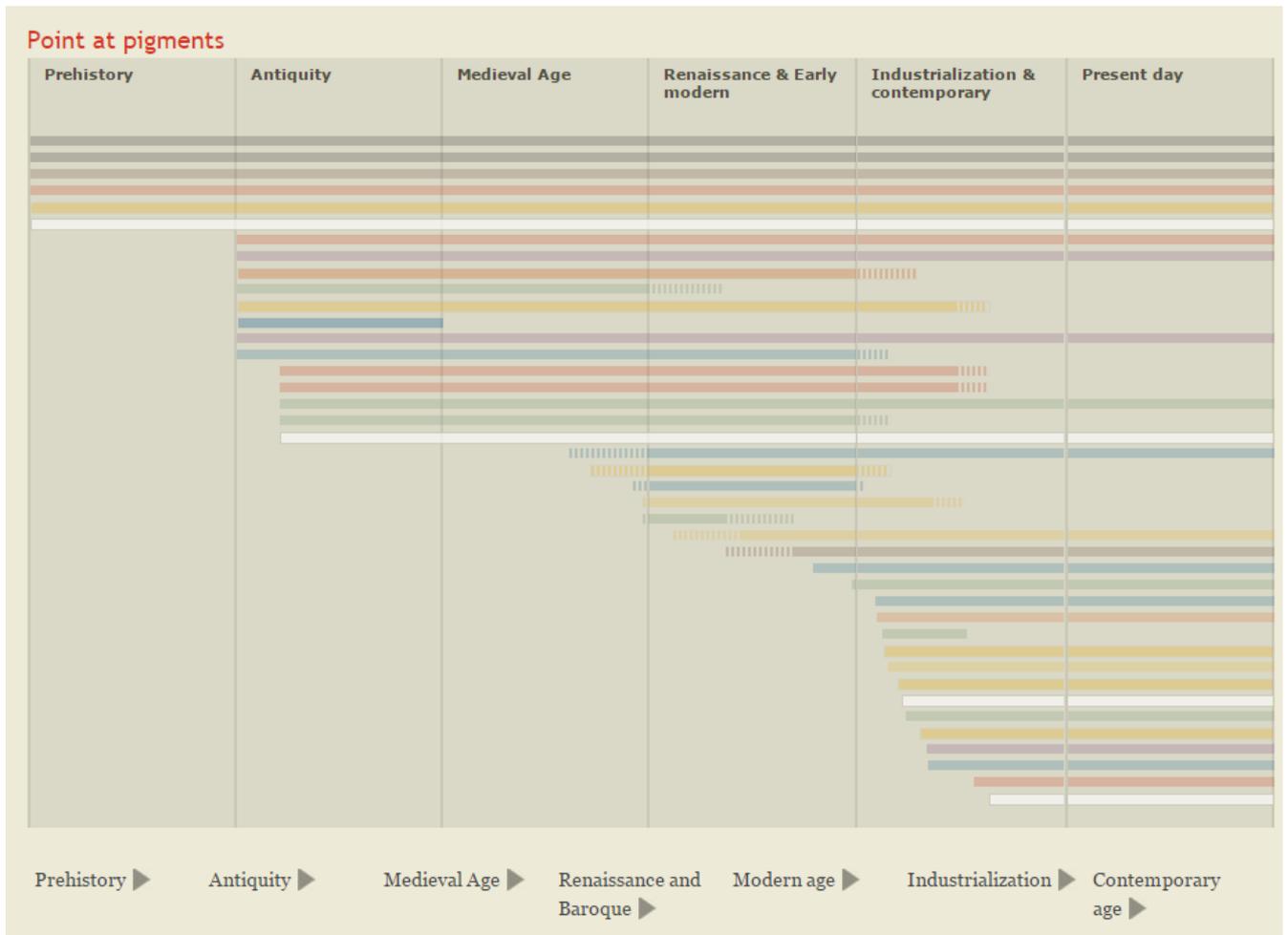


Fig.82

<i>Preistoria</i>	<i>Antichità</i>	<i>Medioevo</i>	<i>Rinascimento</i>	<i>Era moderna</i>	<i>Era contemporanea</i>
<i>Carbone</i>	<i>Carbone</i>	<i>Carbone</i>	<i>Carbone</i>	<i>Carbone</i>	<i>Carbone</i>
<i>Pirolusite</i>	<i>Pirolusite</i>	<i>Pirolusite</i>	<i>Pirolusite</i>	<i>Pirolusite</i>	<i>Pirolusite</i>
<i>Ocra rossa</i>					
<i>Ocra gialla</i>					
<i>Bianco S. Giovanni</i>					
	<i>Robbia</i>	<i>Robbia</i>	<i>Robbia</i>	<i>Robbia</i>	<i>Robbia</i>
	<i>Carminio indaco</i>				
	<i>Realgar</i>	<i>Realgar</i>	<i>Realgar</i>	<i>Realgar indaco</i>	
	<i>Malachite</i>	<i>Malachite</i>			
	<i>Orpimento</i>	<i>Orpimento</i>	<i>Orpimento</i>	<i>Orpimento</i>	<i>Orpimento</i>
	<i>Blu egizio</i>				
	<i>Indaco</i>	<i>Indaco</i>	<i>Indaco</i>	<i>Indaco</i>	<i>Indaco</i>
	<i>Azzurrite</i>	<i>Azzurrite</i>	<i>Azzurrite</i>		
	<i>Minio</i>	<i>Minio</i>	<i>Minio</i>	<i>Minio</i>	<i>Minio</i>
	<i>Cinabro</i>	<i>Cinabro</i>	<i>Cinabro</i>	<i>Cinabro</i>	<i>Cinabro</i>
	<i>Terre verdi</i>				
	<i>Verdigris</i>	<i>Verdigris</i>	<i>Verdigris</i>		
	<i>Bianco piombo</i>				
			<i>Oltremare</i>	<i>Oltremare</i>	<i>Oltremare</i>

			Giallo piombo Smaltino Giallo indiano Resinato rame Giallo Napoli Bruno Van Dyke Blu Prussia	Giallo piombo Smaltino Giallo Napoli BrunoVanDyke Blu Prussia Verde Cobalto Blu cobalto Arancio cromo Verde smeraldo Giallo cromo Giallo cadmio Giallo bario Bianco zinco Ossido cromo Giallo cobalto Violetto cobalto Blu ceruleo Rosso cadmio Bianco titanio	Giallo piombo Smaltino Giallo Napoli Bruno Van Dyke Blu Prussia Verde Cobalto Blu cobalto Arancio cromo Verde smeraldo Giallo cromo Giallo cadmio Giallo bario Bianco zinco Ossido cromo Giallo cobalto Violetto cobalto Blu ceruleo Rosso cadmio Bianco titanio Coloranti organici sintetici (ftalocianine azocomposti ecc.)
--	--	--	---	---	--

TABELLA DEI PIGMENTI DESCRITTI

Rossi - Dall'antichità fino alla prima metà del '500

Scheda a pagina

<i>Cinabro:</i>	61
<i>Minio:</i>	65
<i>Realgar:</i>	66
<i>Rosso di garanza</i>	67
<i>Terre rosse:</i>	69

Rossi - Periodo 1550-1700

<i>Vermiglione tedesco o inglese:</i>	71
<i>Lacca di cocciniglia: conosciuta come lacca di Vienna e lacca di Parigi.</i>	71

Rossi - Era industriale

<i>Rosso cromo:</i>	72
<i>Rosso di ioduro di mercurio.</i>	73
<i>Rosso di cadmio:</i>	74
<i>Rossi sintetici: Azocomposti</i>	75

Gialli - Dalla preistoria fino all'epoca classica

<i>Ocra gialla:</i>	76
<i>Orpimento</i>	77
<i>Oro musivo</i>	78
<i>Zafferano</i>	79
<i>Giallo di ossido di piombo o litargirio:</i>	80
<i>Massicot</i>	81
<i>Giallo di antimonio:</i>	82

Gialli - Nel Medioevo e nel Rinascimento

<i>Giallo di piombo e stagno:</i>	83
-----------------------------------	----

Gialli - Dopo il 1700 e nell'era industriale

<i>Giallo di marte:</i>	84
<i>Giallo di cromo</i>	84

<i>Giallo di cadmio</i>	85
<i>Giallo di zinco:</i>	86
<i>Giallo di cobalto:</i>	87
<i>Giallo di bario:</i>	88
<i>Giallo stronzio</i>	89
Azzurri e blu - Dall'antichità al XVIII secolo	
<i>Blu egizio</i>	90
<i>Oltremare naturale o lapislazzuli:</i>	92
<i>Azzurrite</i>	94
<i>Blu smalto</i>	95
<i>Blu turchese:</i>	96
<i>Indaco</i>	97
Azzurri e blu - Era industriale	
<i>Blu di Prussia:</i>	98
<i>Blu di cobalto:</i>	99
<i>Blu ceruleo:</i>	100
<i>Blu di tungsteno.</i>	100
<i>Blu di molibdeno:</i>	101
<i>Blu di Peligot.:</i>	102
<i>Blu di manganese:</i>	103
<i>Oltremare artificiale:</i>	104
<i>Ftalocianine</i>	106
Bruni e aranciati - Epoche antiche	
<i>Terra di Siena:</i>	108
Bruni e aranciati - Dal XV al XVIII secolo	
<i>Bitume:</i>	108
<i>Ossidi di ferro artificiali:</i>	109
<i>Bruno di Prussia:</i>	109
Bruni e aranciati - Era industriale	
<i>Arancio di cromo:</i>	110
<i>Arancio di cadmio:</i>	111
<i>Arancio di antimonio:</i>	112
<i>Arancio di molibdeno:</i>	113
Verdi - Dall'antichità al '500	
<i>Verderame:</i>	114
<i>Resinato di rame</i>	115
<i>Malachite:</i>	116
<i>Terra verde:</i>	117
<i>Verditer:</i>	118
Verdi - Era industriale	
<i>Verde di Scheele:</i>	119
<i>Verde di Schweinfurt:</i>	120
<i>Verde cobalto:</i>	121
<i>Verde ossido di cromo</i>	122
<i>Ftalocianine</i>	123
Porpora/viola - Rinascimento	
<i>Porpora di Van Eyck.:</i>	124
<i>Porpora rossa:</i>	124
<i>Porpora di Tiro</i>	125
Porpora/viola - Epoca moderna	
<i>Violetto di cobalto chiaro:</i>	126
<i>Violetto di cobalto scuro:</i>	127

<i>Violetto di manganese:</i>	128
<i>Lacche violette:</i>	128
<i>Bianchi</i> - Età classica	
<i>carbonato di calcio,</i>	129
<i>Bianchi</i> - Medioevo	
<i>Bianco di piombo:</i>	130
<i>Bianco di bismuto</i>	133
<i>bianco di stagno</i>	134
<i>Bianchi</i> – Epoca moderna	
<i>Bianco di bario:</i>	135
<i>Bianco di zinco:</i>	136
<i>Litopone:</i>	137
<i>Bianco di titanio:</i>	138
<i>Bianco di antimonio:</i>	139
<i>Neri</i> - Epoca antica	
<i>Ossido di manganese,</i>	140
<i>Neri</i> – Medioevo	
<i>Nerofumo:</i>	142
<i>Nero vite:</i>	143
<i>Nero di noccioli:</i>	
<i>Nero d'avorio:</i>	
<i>Nero d'ossa:</i>	
<i>Grafite:</i>	
<i>Metalli</i> – Epoca antica	
<i>Oro</i>	144
<i>Argento</i>	146
<i>Pigmenti moderni vari</i> – Epoca industriale	
<i>Ossidi metallici misti</i>	147

Rossi - Dall'antichità fino alla prima metà del '500

Nome: ROSSO CINABRO		Sinonimi: VERMIGLIONE sintetico				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
HgS SOLFURO DI MERCURIO	ROSSO-ARANCIO VIVO	-MINERALE -SINTETICA (Vermiglione)	Utilizzato fin dall'antichità, presente in Europa a partire dal sec. VI a.C.	E' stato usato in tutte le tecniche. Ora abbandonato per la sua elevatissima tossicità	Elevato	Elevato
 <p>Cinabro minerale</p>		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
 <p>Vermiglione sintetico</p>		Negli affreschi si annerisce rapidamente per formazione della fase cristallina HgS nera. Insolubile in acidi e basi. Brucia con fiamma azzurra quasi senza lasciare traccia in quanto libera anidride solforosa e mercurio metallico allo stato di vapore.	è sensibile alla luce in tempere e acquerelli	Incompatibile con composti del piombo e rame in quali anneriscono per formazione di solfuri neri PbS /CuS	Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo 	300 Euro
<p>Preparazione: Ottenuto macinando finemente e lavando il minerale di solfuro di mercurio (HgS). Se preparato artificialmente (prima dagli arabi e poi in Occidente nel VIII sec.) ha colore rosso mattone ed è detto <i>vermiglione</i>.</p> <p>Vi sono due metodi per preparare il pigmento sintetico: a secco e ad umido. Il primo, che è anche il più antico, consisteva nell'amalgamare lo zolfo ed il mercurio in un'ampolla rivestita internamente di un impasto di chiara d'uovo e raschiatura di ferro. Dopo un primo lieve riscaldamento il recipiente, una volta tappato, veniva portato ad alta temperatura fino a far diventare il collo rosso (il materiale di partenza, HgS nero, diventava rosso per il calore: modificazione fisica, e per sublimazione e successiva condensa si depositavano sul collo del recipiente). Una volta raffreddato il pigmento veniva raccolto e lavato una prima volta con liscivia per diminuire lo zolfo libero, e lavato una seconda volta poi in acqua e macinato sottilmente. Come si può notare non solo il procedimento era laborioso ma anche molto dispendioso; il pigmento infatti poteva essere recuperato solo rompendo le speciali ampolle. Perciò erano frequenti le adulterazioni con polvere di mattone e minio.</p> <p>Con il secondo metodo di preparazione (ad umido), conosciuto dal '600, si otteneva direttamente il pigmento rosso unendo zolfo e mercurio in acqua con successiva aggiunta di potassa caustica e solfuro di potassio facendo bollire a lungo la miscela.</p> <p>Un altro metodo consiste dapprima nel preparare il solfuro mercurico nero per reazione di precipitazione tra un sale di mercurio solubile ad es. cloruro e acido solfidrico.</p> <p>Quindi il precipitato nero viene fatto bollire con solfuro di potassio in ambiente fortemente basico per aggiunta di idrossido di potassio, tali condizioni provocano la trasformazione cristallina del solfuro nero in quello rosso denominato vermiglione.</p>						

Reazione di preparazione: $\text{HgCl}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{HgS} + 2\text{HCl}$

Cloruro mercurico + acido solfidrico (+ solfuro di potassio + idrossido di potassio) = solfuro mercurico (ppt. rosso)

Note: Era noto come minerale ai cinesi, ai greci ed ai romani. E' descritto da Teofrasto, da Plinio e da Vitruvio ed è stato trovato in molti dipinti murari romani e tra i colori pompeiani. Durante il Medioevo (già 8° secolo) il cinabro era ottenuto artificialmente da alchimisti arabi.

La forma cristallina rossa naturale è a struttura trigonale mentre la forma nera preparabile facilmente in laboratorio è la forma cubica.

PER CHI VUOLE APPROFONDIRE:

PARTICELLE CARATTERISTICHE

Le particelle di cinabro macinato sono completamente distinte nel colore e nelle caratteristiche generali quando sono osservate microscopicamente sia a luce trasmessa che riflessa. Se il pigmento non è ben accuratamente setacciato e levigato, esse sono di grandezza irregolare ed hanno distinte fratture. Il cinabro, che appartiene ad un sistema esagonale, ha perfette spaccature prismatiche se non con fratture irregolari. Quando viene osservato a luce fortemente convergente ad ingrandimenti oltre i 200 x, il suo colore appare rosso ciliegia. Messo in un legante a basso indice di rifrazione, i margini delle particelle appaiono neri. Occasionalmente in campioni impuri è possibile vedere inclusioni e segni del materiale madre scolorito, ciò dà forte evidenza che il pigmento è di origine naturale. L'aspetto al microscopio del vermiglione fatto con il metodo umido è completamente simile. Vi è una differenziazione invece con il cinabro ottenuto dal processo a secco, che usualmente è più fine e la forma delle particelle più uniformi, ed i cristalli hanno la tendenza ad aggregarsi e non hanno inoltre le fratture apparenti del cinabro direttamente macinato e del vermiglione ottenuto in via umida. Tali differenze sono chiaramente rivelate dal SEM.

PROPRIETÀ OTTICHE

Il cinabro ha una struttura a prismi esaedrici regolari e traslucidi; a nicols incrociati i cristalli, fortemente birifrangenti sono rossi e non hanno colori di interferenza; ed ha un alto indice di rifrazione (3.02). Quando è finemente macinato riflette un colore che si avvicina all'arancione. A luce riflessa ed a forti ingrandimenti, le particelle rosse assumono una caratteristica lucentezza cerosa.

PROPRIETÀ CHIMICHE, ALTERAZIONI E COMPATIBILITÀ

Sia il pigmento naturale che quello artificiale sono stabili agli agenti chimici (non all'acqua regia: 3p.di HCl + 1p. di HNO₃). La luce, l'umidità e le impurezze a base di zolfo ne favoriscono la trasformazione in HgS nero (metacinnabarite). L'annerimento consiste in un cambiamento di fase cristallina (fenomeno del dimorfismo; avremo due diffrattogrammi diversi) del composto che mantiene inalterata la sua composizione chimica. Il cinabro rosso si può trasformare in metacinnabarite, ma non può avvenire il contrario. Questa trasformazione fisica viene ritardata dalla presenza di strati protettivi (vernici, cera) o dall'inglobamento in un legante oleoso. Anche se Vitruvio e Cennini lo definirono poco adatto alla pittura murale (Cennino: "La sua natura non è di vedere l'aria") lo ritroviamo spesso in affreschi romani, oltre tutto anche abbastanza inalterato (forse protetto dalla cera). Può provocare l'annerimento dei pigmenti a base di rame e di piombo. Ha un buon potere coprente ed è usato in tutte le tecniche (più raramente in

affresco dal tardo Medioevo in poi).

TEST MICROCHIMICI

Si procede con il saggio dello ione solfuro: alcuni grani di pigmento vengono posti in un tubicino da saggio e scaldati sotto fiamma (in modo da distruggere le sostanze proteiche degli eventuali leganti organici). Bisogna tenere il tubicino inclinato per evitare perdite di prodotto per la sublimazione del cinabro che poi si condenserà sulle pareti fredde sottoforma di HgS nero. Al prodotto freddo si aggiungono una goccia di azoturo di sodio (NaN₃) ed una goccia di iodio in ioduro di potassio (I₂ in KI): una continua effervescenza denota la presenza dello ione solfuro.

Schema della reazione :

pigmento a base di solfuro

_ +azoturo di sodio, iodio in ioduro di potassio

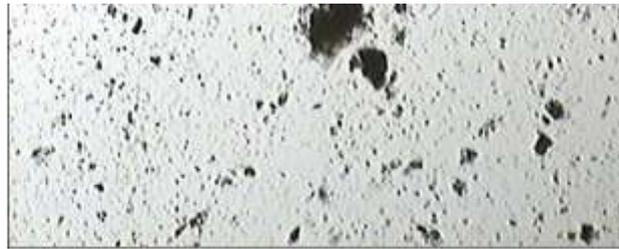
sviluppo gassoso di N₂

CRITERI PER UNA IDENTIFICAZIONE CERTA

Nella maggior parte delle istanze il vermiglione o cinabro può essere riconosciuto microscopicamente dal colore e dalle proprietà ottiche ed esaminando le particelle caratteristiche a luce trasmessa e riflessa. Il solfuro di mercurio può essere inoltre identificato dall'analisi di diffrazione ai raggi X (vedi pattern). Il riconoscimento del mercurio mediante XRF o test microchimici portano ad identificazioni molto probabili, ma devono essere accompagnati dal test per lo ione solfuro.

<i>Cinnabar (trigonal)</i>				<i>Metacinnabar (cubic)</i>			
<i>d</i> (Å)	<i>l</i>	<i>d</i> (Å)	<i>l</i>	<i>d</i> (Å)	<i>l</i>	<i>d</i> (Å)	<i>l</i>
3.59	6	1.1614	4	3.38	100	1.0344	2
3.35	100	1.1358	2	2.926	35	0.9891	6
3.16	30	1.1271	4	2.068	55	0.9753	2
2.863	95	1.1201	4	1.764	45	0.9252	4
2.375	10	1.1047	6	1.689	10	0.8923	2
2.074	25	1.0828	2	1.463	8	0.8824	2
2.026	12	1.0693	2	1.342	12	0.8447	4
1.980	35	1.0309	4	1.3085	10	0.8194	4
1.900	4	1.0132	2	1.1945	10		
1.765	20	0.9910	<1	1.1263	8		
1.735	25	0.9859	4				
1.679	25	0.9753	4				
1.583	6	0.9599	4				
1.562	6	0.9503	4				
1.433	8	0.9400	4				
1.401	2	0.9184	3				
1.358	6	0.9103	1				
1.344	12	0.8981	1				
1.305	10	0.8821	1				
1.269	4	0.8642	1				
1.258	8						
1.248	4						
1.1975	2						
1.1883	4						
1.1787	4						

(Courtesy of ICSD International Centre for Diffraction Data)
a. Cu K α radiation at 25°C
b. ICSD File No. 6-256
c. ICSD File No. 6-21



a)



- Cristalli del pigmento cinabro a luce trasmessa 200x. a) nicols paralleli; b) incrociati.

CURIOSITA' ED ERRORI DAL WEB

CINABRO

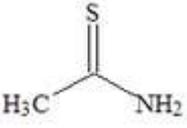
Tipo: Pigmento minerale naturale o artificiale
 Composizione: Solfuro di mercurio
 Coprente: 1/5

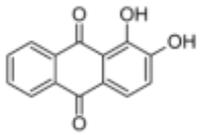
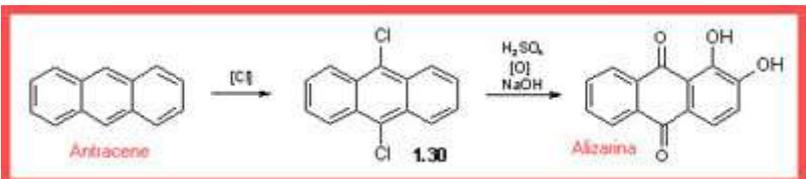
Il cinabro è un pigmento rosso di origine minerale che può essere sia naturale che sintetico. Se puro, ossia naturale, è altamente tossico, dunque se ne sconsiglia l'uso senza un'apparecchiatura adeguata. Solitamente in commercio si trova la versione artificiale. Dell'uso del cinabro si ha notizia dal 1500 a.C. in Cina. Il cinabro naturale viene estratto da miniere situate soprattutto in Germania, Italia, Spagna, Giappone, Messico e Siberia e si presenta sotto due forme: pietra da sminuzzare e pestare o polvere molto grossolana, che dovrà anch'essa diventare polvere fina. Dopo la polverizzazione si passa ai lavaggi. La fabbricazione artificiale invece prevede la sminuzzazione dello zolfo giallo a cui viene aggiunta la metà del suo peso in mercurio. Dopo aver mescolato il più possibile si scalda il tutto ad alte temperature. A quanto pare la verifica della qualità si effettua mettendo il pigmento su un ferro rovente; se dopo essere annerito torna rosso in poco tempo, il pigmento è puro. E' sconsigliato mischiarlo con gli altri colori che contengono piombo e biacca, ocre, verde smeraldo e veronese, blu di prussia, giallo di zinco e di cromo. L'aspetto del cinabro artificiale da asciutto è "pastelloso", con piccoli grumi. Necessita di pochissimo diluente e dà vita ad una pasta liquida opaca, mentre la tinta è splendente e trasparente. Il potere coprente è bassissimo ed ha un potere colorante medio-basso. Anche se la tinta è trasparente e non compatta, e si stende in maniera uniforme.

Color Index Generic Name:	N/A	Potere coprente:	1/5	Tempo di asciugatura:	medio
C.I. Common or Historical Name:	Cinnabar	Potere colorante:	medio-basso	Stabilità:	medio-alta
Tossicità:	sintetico: non tossico puro: altamente tossico	Quantità di diluente:	bassa	Opacità:	2/3

Ricerche correlate: Rosso laccato chiaro.

Nome: MINIO		Sinonimi: /				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
Pb₃O₄ OSSIDO DI PIOMBO	ROSSO SCARLATTO	-SINTETICA - MINERALE Raro	Utilizzato fin dall'antichità, e in epoca greco-romana e nel Medioevo nelle Miniature (dalla parola Minio).	si utilizza nella tecnica ad olio e nell'encausto. Sconsigliato nell'affresco e nella tempera. Usato fino a pochi anni fa in vernici antiruggine.	Medio	Elevato
	Stabilità chimica		Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
	Negli affreschi si annerisce se applicato con pigmenti a base di zolfo.(solfuri)		Inidoneo in medium acquosi e in affresco dove si altera in marrone o scurisce alla luce in quanto tende a trasformarsi in PbO ₂ nero; è stabile in medium oleosi	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero PbS.	Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo 	50 Euro
Preparazione: E' un tetrossido di piombo che si trova in quantità limitate anche allo stato naturale, viene ottenuto sinteticamente riscaldando in aria a oltre 700 °C sali di piombo facilmente decomponibili (litargirio o ossido di piombo) o calcinando a 900-1000°C cerussa naturale o Biacca artificiale (carbonato basico di piombo). Le caratteristiche del pigmento variano a seconda della preparazione.						
Reazione di preparazione: Partendo dalla Biacca (carbonato di piombo): $3PbCO_3 + 1/2O_2 + \text{calore} >700^\circ C = Pb_3O_4 + 3CO_2$						
Partendo dal Litargirio (Ossido di piombo): $3PbO + 1/2 O_2 + \text{calore } 700^\circ C = Pb_3O_4$						
Note: Nel Medioevo era detto <i>sandaraca</i> e usato in miniature e pitture murali con "acqua gommata" o nelle pergamene assieme all'uovo e sul legno con olio. In disuso dal Rinascimento per la sua alterabilità. Anticamente, era chiamato <i>minium</i> il cinabro naturale, mentre era detto <i>minium secundarium</i> o minio di piombo il colore rosso ottenuto mediante la cottura di minerali di piombo. Si tratta di un ossido misto di piombo con formula Pb_3O_4 oppure $2PbO \cdot PbO_2$ si tratta di uno di quei composti che contengono nel reticolo cristallino lo stesso metallo in due stati di ossidazione diversi, in questo caso Pb^{2+} e Pb^{4+} , con percentuali variabili di Pb^{2+} in eccesso. In natura il minerale si presenta solitamente sotto forma di masse terrose o di patine di colore rosso vivo o rosso mattone, come prodotto di alterazione della Galena PbS . Noto agli antichi Romani, da molto tempo viene prodotto artificialmente ossidando il piombo fuso con aria. Molto pesante e tossico, fino ad alcuni anni fa era utilizzato anche nella fabbricazione di vernici antiruggine.. Viene attaccato dall'acido solfidrico presente nell'aria che lo trasforma nel solfuro di piombo, nero $Pb_3O_4 + 4 H_2S \rightarrow 3 PbS + S + 4 H_2O$ mentre l'ossigeno ossida a biossido di piombo PbO_2 , di colore marrone intenso, il Pb^{2+} presente nel reticolo cristallino. $2 Pb_2O_3 + O_2 \rightarrow 4 PbO_2$ questo succede spesso nelle pitture murali, in climi umidi, Nella pittura ad olio è, di solito, abbastanza stabile perché risulta protetto dal legante. Secondo alcuni autori, dal suo uso nella pittura a tempera per decorare i manoscritti nel Medioevo, sono derivati i termini "miniare" e "miniatura". Secondo altri la parola miniatura deriva da "alluminare", termine riferito all'uso dell'allume di rocca come mordente, quindi sarebbe la parola "minio" a derivare dalla parola "miniatura". Velenoso, come tutti i pigmenti a base di piombo, deve essere maneggiato con cautela.						

Nome: REALGAR		Sinonimi: SOLFURO DI ARSENICO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
As₂S₄ SOLFURO DI ARSENICO II	ROSSO SCARLATTO	MINERALE	Utilizzato a Pompei e da Cimabue, ora in disuso per la sua tossicità e difficoltà di reperimento.	si utilizza nella tecnica dell'affresco e nella tempera in cui fa conservare la base proteica per la sua tossicità.	Medio	Elevato
 <p><i>Realgar (Rosso) parzialmente trasformato in Orpimento (giallo)</i></p>	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	Negli affreschi si annerisce e viene attaccato dagli acidi.	Inidoneo in medium acquosi e in affresco dove si altera in marrone o scurisce alla luce in quanto tende a trasformarsi in PbO ₂ nero; è stabile in medium oleosi	Incompatibile con composti del piombo e rame in quali anneriscono per formazione di solfuri neri PbS /CuS	Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo		50 Euro
<p>Preparazione: Pigmento di colore rosso ottenuto dalla macinazione del minerale omonimo costituito dal bisolfuro di arsenico (As₂S₃), che si trova in natura in zone vulcaniche, come nei dintorni del Vesuvio e dell'Etna, e in varia miniere della Sassonia, della Boemia e della Transilvania. Allo stato naturale si può trovare sia puro che associato all'orpimento (solfuro di arsenico dal colore giallo dorato) anch'esso utilizzato come pigmento. Vedi Scheda.</p> <p>Il realgar si può ottenere artificialmente, fondendo lo zolfo con un eccesso di arsenico metallico o con anidride arseniosa As₂O₃, procedimento già conosciuto in epoca medievale.</p> <p>Reazione di preparazione: $2As + 3S + \text{calore} >250^{\circ}C = As_2S_3$ oppure dall'anidride arseniosa $As_2O_3 + 3S + \text{calore} >250^{\circ}C = As_2S_3 + 3/2O_2$ Arsenico (o anidride arseniosa) + solfo + calore = solfuro di arsenico III (ppt.rosso)</p> <p>In laboratorio può essere preparato anche per precipitazione da Arseniato di potassio e Acido solfidrico in ambiente basico anche se non si ottiene un colore rosso intenso come in Realgar minerale ma un precipitato giallo-arancio. <u>L'acido solfidrico, gas estremamente tossico, generalmente non si utilizza tal quale preparandolo partendo da un solfuro alcalino (sodio o potassio) per azione di un acido (acido cloridrico) ma si preferisce prepararlo direttamente in soluzione o per idrolisi acida o basica (a seconda delle condizioni di precipitazione che si devono avere) della Tioacetamide o idrolisi acida a caldo del Tiosolfato di sodio Na₂S₂O₃.</u></p>						
<div style="text-align: center;">  <p>Tioacetamide</p> </div> <p>Reazione di preparazione: $2K_3AsO_4 + 3H_2S + KOH = As_2S_3 + 7KOH + O_2$ Arseniato potassio + acido solfidrico + idrossido di potassio (catalizzatore, non viene consumato) = solfuro di arsenico III (ppt.arancio) + idrossido di potassio + ossigeno</p>						
<p>Note: Il nome realgar deriva dalla definizione araba ad esso riferita "rahj-al-ghar", polvere di miniera. Nel tempo il nome è stato di volta in volta cambiato in "risigale", "risigallo" etc. In epoca classica veniva invece chiamato "sandaraca" ed è probabilmente questo il motivo delle frequenti confusioni medievali tra il "realgar" (sandarica) e il minio di piombo ("sandarica artificialis" dei Romani).</p>						

Nome: ROSSO DI GARANZA		Sinonimi: ROSSO ALIZARINA				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
 Alizarina o 1,2-diidrossi-9,10-antracenedione	LACCA ROSSA	NATURALE vegetale, ottenuta dalle radici della pianta <i>Rubia Tinctorum</i> , complessata con alluminio. Attualmente si produce sinteticamente.	usato dal 3000 a.C., fino alla pittura rinascimentale a olio (attualmente si ottiene sinteticamente ed è una delle lacche più stabili).	si utilizza nella tecnica ad olio in modo ottimale per velature e acquerello. Sconsigliato nell'affresco e nella tempera in quanto degrada.	Medio	Nulla, forma una lacca usata per velature.
  Rubia tinctorum		Stabilità chimica Abbastanza stabile. Tende a sbiadirsi come tutti i coloranti vegetali anche se di maggiore resistenza.	Stabilità fotochimica Poco stabile. Tende a sbiadirsi alla luce come tutti i coloranti vegetali. Usata con altri colori rossi come il cinabro (azione protettiva sul cinabro).	Compatibilità chimica Compatibile con tutti i pigmenti ad olio.	Tossicità Non tossica	Costo 100 g 20 Euro
<p>Preparazione: è estratto dalle radici della <i>Robbia (Rubia tinctorium)</i> per colorare tessuti. La <i>lacca di garanza</i> era ottenuta incorporando il colorante in idrossido di alluminio quindi essiccato.</p> <p>Reazione di preparazione: Perkin scoprì la sintesi dell'alizarina partendo dall'antracene, che era un diffuso prodotto dalla distillazione del carbone, che dapprima veniva clorurato, si otteneva facilmente il 9,10 dicloro-antracene, che solfonato, ossidato e fuso con sodio idrossido dava l'Alizarina</p> <div style="text-align: center;">  </div>						
<p>Note: L'alizarina per la sua stabilità chimica, nel corso dei secoli ha accompagnato e sostituito la porpora come colorante rosso dei tessuti e nei dipinti perché pur essendo meno acceso era più duraturo. Il colorante si ricava dalle radici della pianta che è interessante anche per un altro fenomeno: si attacca con facilità agli abiti ed è difficile liberarsene. Questo composto chimico, di formula bruta $C_{14}H_8O_4$, venne prodotto anche sinteticamente nel 1858 ed è</p>						

stato il primo colorante sintetico. Parallelamente alla produzione di alizarina sintetica inizia la scomparsa delle coltivazioni di robbia. Per facilitare la sua azione colorante sono stati aggiunti vari metalli ottenendo così dei complessi con una maggiore capacità tintoria e con variazioni di colore a seconda del metallo utilizzato.

L'alizarina, o carminio di robbia, è una sostanza colorante naturale estratta dalla pianta *Rubia Tinctorum*. Essa risulta molto simile ad un altro antico colorante, l'henné o lawsone che proviene invece dalle foglie della pianta indiana *Lawsonia Alba*.

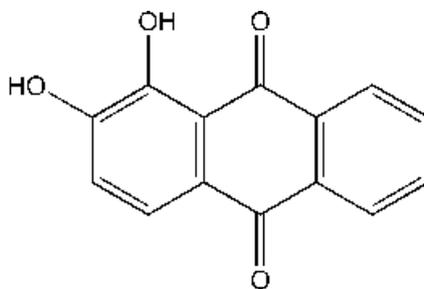
L'alizarina è uno dei pigmenti naturali più stabili: si dice che Alessandro il Grande abbia usato questo colorante per ingannare i Persiani in una battaglia. Avendo macchiato le tuniche dei suoi soldati di robbia egli indusse i Persiani a sottovalutare l'armata greca, evidentemente debilitata da ferite, dalla quale, però, vennero inaspettatamente sconfitti. Nel Rinascimento, l'alizarina veniva ancora usata come pigmento: in particolare, Raffaello la impiegò per dipingere il rosso dei mantelli dei filosofi ne "La scuola di Atene" (Musei Vaticani, Roma). Attualmente è ancora usata nella tintura delle divise militari francesi.

L'analisi chimica attuale ha permesso di scoprire la natura degli agenti coloranti presenti nelle radici della robbia: uno è l'alizarina che, come già accennato, è stabile nel tempo, mentre l'altro scolorisce rapidamente ed è definito *porporina*.

Agli inizi del XIX secolo la sostanza colorante venne sviluppata come pigmento da Sir Englefield: la procedura riportata prevedeva l'aggiunta dell'alizarina ad un substrato bianco, generalmente allume. Questo processo era indispensabile se si voleva utilizzare la sostanza nelle tecniche ad olio.

La coltivazione della radice di robbia cessò nel 1868, data in cui venne scoperto un metodo di sintesi della molecola da parte di due chimici tedeschi: Graebe e Liebermann. Lo sviluppo di una versione sintetica del colorante, non era dovuto al prezzo eccessivo, ma alla necessità di isolare la sola componente permanente (alizarina) del colorante.

La formula chimica dell'alizarina è la seguente:



Lacca di Robbia naturale con Ferro

Con Alluminio

Con Rame



Vedi anche LACCHE VIOLA

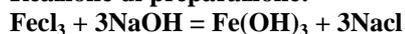
Bruni e aranciati - Epoche antiche

Nome: TERRE ROSSE Sinonimi: **OCRA ROSSA – TERRA DI SIENA - EMATITE – BOLO ARMENO – ROSSO DI MARTE – ROSSO VENEZIANO – SINOPIA – TERRA DI CASSEL ECC.**

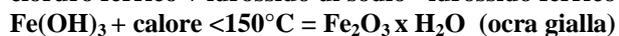
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
Fe₂O₃ x H₂O OSSIDO FERRICO IDRATO	ROSSO MATSTONE – ROSSO BRUNO a seconda della concentrazione di Ossido Ferrico presente e della sua idratazione.	NATURALE Nei pressi di miniere di ferro. Argilla contenente limonite ARTIFICIALE a partire dal 1700.	L'ocra naturale è stata utilizzata fin dalla preistoria nelle grotte di Lascaux (vedi pirolusite). Prodotta sinteticamente a partire dal 1700.	Si utilizza tutt'ora in tutte le tecniche in particolare per l'affresco.	Medio	Alto ma mancano di brillantezz a ed intensità
 <p>Cava di terra rossa</p> 	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	Stabilissimo in quanto ossido inerte.	Stabilissimo	Compatibile con tutti i tipi di pigmenti.	Non tossico	10 Euro	

Preparazione: Gli ossidi ottenuti per precipitazione da vari Sali di Ferro e successiva calcinazione sono chiamati Pigmenti di Marte, es. giallo Marte, Rosso Marte ecc. perché per gli alchimisti il Ferro era il metallo del Dio Marte. Si prepara precipitando l'Ossido Ferrico noto come Rosso Marte con Idrossido di sodio partendo da un sale Ferrico e poi calcinando il precipitato a temperature di circa 700°C (a temperature inferiori a 150°C. si ottiene l'Ocra Gialla) Se si prolunga la calcinazione si ottengono pigmenti bruni.

Reazione di preparazione:



cloruro ferrico + idrossido di sodio = idrossido ferrico (ppt. giallo-bruno) + cloruro di sodio



Note: Il colore è attribuibile principalmente all'assorbimento della luce dovuto a trasferimento di carica ligando-metallo.

Fino ad oggi si conoscono ben 15 ossidi, ossidi-idrossidi e idrossidi del ferro sia naturali che artificiali ottenuti per calcinazione di Sali di ferro pertanto si può avere una vasta gamma di colori dal giallo al rosso, al marrone fino al bruno. La terra denominata "Sinopia" proveniente dalle miniere di Sinope nel Ponto, veniva utilizzata per i disegni preparatori negli affreschi che venivano tracciati in rosso con questo pigmento da cui il nome di "Sinopie".

APPROFONDIMENTO:

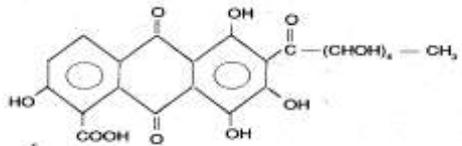
Terra di Siena: Pigmento estratto dal senese e zona di Roma, Puglia, Sicilia, montagne dell'Hertz (Germania), poi America. È costituito da 45-70% di idrossido di ferro (Ocra gialla), $\text{Fe}(\text{OH})_3$, e da 0,1-1% di ossidi di manganese (MnO_2 , MnO), oltre che da argilla, tracce di varie sostanze organiche e inorganiche, acqua. Il colore è bruno chiaro con tendenza all'aranciato. Con la calcinazione il colore passa a bruno scuro (l'idrossido di ferro si trasforma in ossido Fe_2O_3); si differenziano quindi i due tipi: *naturale e bruciata*. È resistente alla luce, alle emanazioni solfidriche, agli alcali, inerte nei miscugli. Per pittura a fresco, a olio e tempera, viene mescolata con qualsiasi altro pigmento. Ha potere coprente inferiore a quello dell'ocra ed è adatto per velature in pittura a olio. L'assorbimento d'olio è del 180-200%; asciuga in fretta, più dell'ocra, ma meno velocemente della *terra d'ombra*, che contiene più manganese. Ha indice di rifrazione da 1,87 a 2,17; la varietà bruciata è più scura e trasparente di quella naturale. Usata dall'epoca romana, nel '700 era nota come ocra romana bruna. La terra di Siena vera e propria è nota a partire dalla metà del XVII secolo, usata soprattutto da pittori inglesi, poi molto diffusa nel XIX sec.

Terra d'ombra: Composta da 20-40% di idrossido di ferro, dal 7 al 20% di ossidi di manganese e da argilla, carbonato di calcio e varie sostanze organiche e inorganiche. Ha colorazione bruno scura con leggera sfumatura verdastra; con la calcinazione il colore diviene più scuro, con sfumature rosate. Resistente alla luce, inerte nei miscugli, adatta a tutte le tecniche pittoriche. Indice di rifrazione di 1,88-2,15; trasparente, adatto per velature nella pittura a olio. Presenta asciugatura rapida, dato l'alto contenuto di manganese; è resistente ad acidi e alcali. Mescolata con pigmenti blu trasparenti si ottengono dei bei verdi. La denominazione ('500) è dovuta all'uso per le ombre. È stata usata già nei dipinti preistorici. I mercanti veneziani, poi quelli inglesi, hanno fatto conoscere la migliore, quella di Cipro (*ombra turca, ombra di levante*).



Rossi - Periodo 1550-1700

Vermiglione tedesco o inglese: ottenuto per reazione del minerale nero (HgS) a caldo in soluzione di solfuro di ammonio o potassio. VEDI CINABRO

Nome: LACCA DI COCCINIGLIA Sinonimi: LACCA DI VIENNA O DI PARIGI						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
 <p>ACIDO CARMINICO</p>	ROSSO	NATURALE dall'insetto Cocciniglia ARTIFICIALE	Utilizzato fin dall'antichità, ora si utilizza raramente il pigmento sintetico.	Si utilizza in tutte le tecniche in particolare per l'affresco.	Medio	Alto
 <p>Cocciniglia</p>   <p>Lacca estratta</p>	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	Poco stabile come tutti i pigmenti naturali.	Poco stabile come tutti i pigmenti naturali.	Compatibile con tutti i tipi di pigmenti.	Non tossico. Utilizzato anche nella cosmesi e come colorante per alimenti data la sua innocuità.	50 Euro	
	<p>Preparazione: L'acido carminico è un glucoside antrachinonico dall'intenso colore rosso. <i>Lacca di cocciniglia</i> (lacca carminio, lacca di Parigi, Lacca di Venezia, lacca fiorentina, rosso rubino, scarlatto veneziano): Si tratta di un colorante organico di origine animale a base di acido carminico. Si estrae da una varietà di insetti della specie <i>coccus cacti</i> che vivono sui cactus dell' America Centrale e del Messico Il materiale prodotto da</p> 					
<p>questi insetti, ossia il rosso di cocciniglia, viene sciolto in acqua bollente e filtrato, si ottiene così una soluzione di acido</p>						

<p>carminico (il principio colorante) che viene precipitato con sali di alluminio o di calcio. Attualmente, con questo nome, vengono commerciate anche lacche preparate con coloranti sintetici. Formula: $C_{22}H_{20}O_{13}$ Massa molare: 492,38 g/mol Punto di fusione: 120 °C <i>Carminio artificiale:</i> derivato sintetico della LACCA DI COCCINIGLIA costituito da acido carminico di sintesi.</p> <p>Reazione di preparazione:</p> <p>Note: Introdotta in Europa nella metà del XVI secolo, dopo la conquista del Messico da parte degli Spagnoli, soppiantò ben presto il Chermes; è stata usata fino al XIX secolo.</p> <p>Il colore varia da scarlatto a porpora, a seconda dei materiali di carica aggiunti, è abbastanza stabile in olio, meno resistente nei colori a tempera dove tende ad imbrunire e, poi, a decolorarsi per azione della luce. usata soprattutto ad olio.ma anche nelle tecniche ad acqua. Viene usata anche come pigmento per alimenti e per rossetti da labbra, data la sua assoluta innocuità.</p>

Rossi - Era industriale

Nome: ROSSO CROMO		Sinonimi: CROMATO BASICO DI PIOMBO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
<p>PbCrO₄ x PbO</p> <p>CROMATO BASICO DI PIOMBO</p>	<p>ROSSO Pigment red 103 (color index)</p>	<p>SINTETICA</p>	<p>Preparato nel 1809 da Vauquelin.</p>	<p>E' stato utilizzato in tutte le tecniche ma si tende a non utilizzare più per la sua tossicità.</p>	<p>Medio</p>	<p>Elevato</p>
		<p>Stabilità chimica</p> <p>Negli affreschi si annerisce se applicato con pigmenti a base di zolfo.(solfuri) Solubile in acidi e basi.</p>	<p>Stabilità fotochimica</p> <p>Inidoneo in medium acquosi e in affresco dove si altera in marrone o scurisce alla luce in quanto tende a trasformarsi in PbO₂ nero; è stabile in medium oleosi</p>	<p>Compatibilità chimica</p> <p>Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero PbS.</p>	<p>Tossicità</p> <p>Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo</p>	<p>Costo 100 g</p> <p>50 Euro</p>
		<p></p>				
<p>Preparazione: Si prepara per precipitazione da un sale di piombo e un cromato alcalino ad ebollizione ed in ambiente fortemente basico.</p> <p>Reazione di preparazione: $Na_2CrO_4 + Pb(CH_3COO)_2 + NaOH = PbCrO_4 + 2CH_3COONa + NaOH$</p> <p>Cromato di sodio + acetato di piombo + idrossido di sodio = cromato di piombo (ppt. rosso)+ acetato di sodio + idrossido di sodio</p>						
<p>Note: Questo pigmento può assumere diverse tonalità a seconda delle condizioni di precipitazione, variando il pH e la temperatura delle soluzioni, a temperature più alte e ambiente basico si ottiene il pigmento rosso-arancio, mentre le tonalità più chiare si preparano utilizzando un eccesso di piombo in soluzione.</p>						

Nome: ROSSO MERCURIO		Sinonimi: JODURO DI MERCURIO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
HgI₂ JODURO MERCURICO	ROSSO - ARANCIO	SINTETICA	Preparato nel 1800.	E' stato utilizzato in tutte le tecniche per poco tempo poi abbandonato	Medio	Medio
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	Negli affreschi si annerisce se applicato con pigmenti a base di zolfo.(solfuri) Solubile in acidi e basi.	Inidoneo in medium acquosi e in affresco dove si altera in marrone o scurisce alla luce in quanto tende a perdere Jodio e trasformarsi in HgO nero; è più stabile in medium oleosi ma si tende a non utilizzare più per la sua tossicità.	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero HgS.	Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo		50 Euro
<p>Preparazione: Si prepara per precipitazione da una soluzione di un sale mercurico per aggiunta di joduro di potassio.</p> <p>Reazione di preparazione: $\text{HgCl}_2 + 2\text{KI} = \text{HgI}_2 + 2\text{KCl}$ Cloruro mercurico + joduro di potassio = joduro mercurico (ppt.arancio) + cloruro di potassio</p>						
<p>Note: E' interessante solo dal punto di vista preparativo.</p>						

Nome: ROSSO CADMIO		Sinonimi: SOLFOSELENIURO DI CADMIO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
CdS - SeS SOLFOSELENIURO DI CADMIO	ROSSO	SINTETICA	Preparato alla fine del 1800 e commercializzato dal 1910, tutt'ora in uso.	Viene impiegato nella pittura ad olio e a tempera e viene sconsigliato nella tecnica dell'affresco	Elevato	Elevato
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	Stabile.	Stabile	Incompatibile con composti del piombo e rame in quali anneriscono per formazione di solfuri neri PbS /CuS	Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo 	150 Euro	
<p>Preparazione: . Si parte dal nitrato di cadmio ed un sale di selenio (selenito di sodio) che vengono scaldati con solfuro sodico o acido solfidrico (Vedi Scheda Realgar), precipita contemporaneamente il solfuro di cadmio e di selenio . Le percentuali di sale di selenio aggiunte determinano il colore rosso o aranciato.</p> <p>Reazione di preparazione: $Cd(NO_3)_2 + Na_2SeO_3 + 2H_2S = CdS \times SeS + 2NaNO_3 + 2H_2O + \frac{1}{2} O_2$ Nitrato di cadmio + selenito di sodio + acido solfidrico = solfuro di cadmio e selenio (ppt. rosso) + nitrato di sodio</p> <p>Note: solfoseleniuro di cadmio (CdS (Se))ovvero di miscele di solfuro e seleniuro di cadmio che hanno struttura cristallina analoga (potrebbero essere anche solfuro di cadmio con sostituzioni di selenio) [1]. Il colore ha una tonalità che può variare dall'arancio chiaro fino al porpora'</p>						

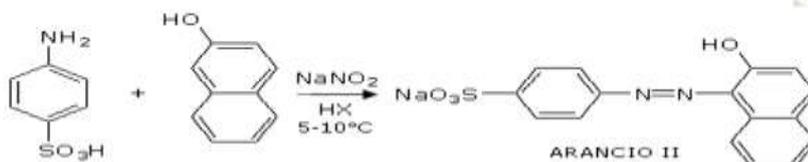
Nome: ROSSI SINTETICI VARI Sinonimi: ROSSO SCURO – ROSSO HELIOS						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
COLORANTI A BASE DI : -AZOCOMPOSTI -DERIVATI DELLA TOLUIDINA	-ROSSO -ARANCIO -GIALLO	SINTETICA Usati come pigmenti se adsorbiti su supporti inerti.	Preparati nel 1920 e tutt'ora in uso.	Possono essere impiegati con la tempera e l'olio se trasformati in pigmenti.	Elevato	Elevato se adsorbiti su supporti in polvere inerti che li proteggono
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Presentano un'alta stabilità a temperatura e umidità se opportunamente adsorbiti su supporti inerti.	Stabili alla luce.	Compatibili con tutti i pigmenti eccetto i cromati che possono diventare verdi a contatto con il pigmento organico.	Tossici a livello inalatorio e per contatto cutaneo 	10 Euro

Preparazione: Un esempio di colorante azoico:

SINTESI DELL'ARANCIO II (C₁₆H₁₁N₂NaO₄S)

L'arancio II è un colorante monoazoico, caratterizzato dalla presenza del gruppo **azo** e del **gruppo solfonico**, generalmente salificato con sodio. Colora l'acqua di arancione brillante. Tuttavia, data anche la sua **solubilità in H₂O**, non aderisce molto alle superfici (attenzione solo agli abiti...).

E' anche un **indicatore acido base**, con viraggio colorimetrico opposto a quello del metilarancio: è **rosso scuro in soluzione basica e giallo-arancio in soluzione acida**.



Acido solfanilico beta naftolo in presenza di nitrito di sodio e acido cloridrico a 5-10°C

Reazione di preparazione: La sintesi chimica di tali pigmenti è complessa e richiederebbe un corso apposito di sintesi organica.

Note. Tali coloranti risultano tossici per inalazione e contatto cutaneo, a differenza delle ftalocianine sintetiche.

Rosso scuro: Miscela di pigmenti azoici, ossido di zinco e cariche minerali che permette di ricostruire le tonalità dei rossi di cadmio autentici. Questa miscela ha una buona resistenza alla luce ed una buona stabilità nelle mescolanze con tutti i tipi di leganti. Si utilizza con la tecnica dell'olio, dell'acquerello, della tempera e degli acrilici. Da non usare nella tecnica dell'affresco.

Rosso Hélios : Rosso di toluidina. Rosso organico vivo, molto intenso e luminoso miscelato con cariche minerali inerti che adsorbono e proteggono il colorante, con un elevato potere colorante. Resistenza alla luce: media. Si utilizza con tutte le tecniche ad eccezione di quella dell'affresco.

Rosso Lithol, sali di Na-Ba-Ca di azopigmento solubile.

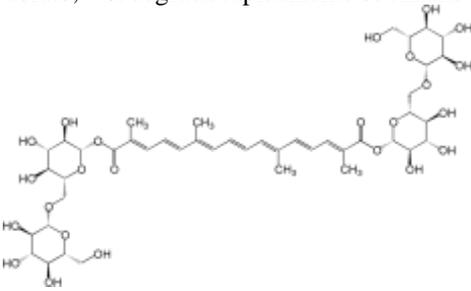
Gialli vari tra cui la bellissima **Fluoresceina**, il colorante sintetico più facilmente preparabile (vedi preparazione pag.157)

Gialli - Dalla preistoria fino all'epoca classica

Nome: OCRA GIALLA		Sinonimi: GIALLO MARTE prende nome e carattere della località da cui si ricava				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
Fe₂O₃ x n H₂O OSSIDO FERRICO IDRATO	GIALLO ARANCIO, GIALLO - BRUNO a seconda della concentrazione di Ossido Ferrico presente e della sua idratazione.	NATURALE Nei pressi di miniere di ferro. Argilla contenente limonite	L'ocra naturale è stata utilizzata fin dalla preistoria nelle grotte di Lascaux (vedi pirolusite). Prodotta sinteticamente a partire dal 1700.	Si utilizza tutt'ora in tutte le tecniche in particolare per l'affresco.	Medio	Alto
		ARTIFICIALE a partire dal 1700.				
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Stabilissimo in quanto ossido inerte. Opaca, densa e friabile, coprente e resistente a luce, acidi e alcali	Stabilissimo	Compatibile con tutti i tipi di pigmenti.	Non tossico	10 Euro
<p>Preparazione: Gli ossidi ottenuti per precipitazione da vari Sali di Ferro e successiva calcinazione sono chiamati Pigmenti di Marte, es. giallo Marte, Rosso Marte ecc. perché per gli alchimisti il Ferro era il metallo del Dio Marte. Si prepara precipitando l'idrossido Ferrico noto come Giallo Marte con Idrossido di sodio partendo da un sale Ferrico e poi asciugando il precipitato a bassa temperatura, inferiore a 150°C. Se si asciuga a temperature più alte fino alla calcinazione si ottengono pigmenti arancio, rossi o bruni (vedi TERRE ROSSE).</p> <p>Reazione di preparazione: $FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3$ (Ptt. giallo) + $3NaCl$ Cloruro ferrico + idrossido di sodio = idrossido ferrico (ppt. giallo.bruno) + cloruro di sodio $Fe(OH)_3 + \text{calore } <150^\circ C = Fe_2O_3 \times H_2O$ (ocra gialla)</p>						
<p>Note: Il colore è attribuibile principalmente all'assorbimento della luce dovuto a trasferimento di carica ligando-metallo. Fino ad oggi si conoscono ben 15 ossidi, ossidi-idrossidi e idrossidi del ferro sia naturali che artificiali ottenuti per calcinazione di Sali di ferro pertanto si può avere una vasta gamma di colori dal giallo al rosso, al marrone fino al bruno. Nella pittura a olio invecchiando scurisce molto, in quanto ha un elevato assorbimento d'olio</p>						

Nome: ORPIMENTO		Sinonimi: SOLFURO DI ARSENICO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
As₂S₃ SOLFURO DI ARSENICO III	GIALLO CON TONO DORATO	-MINERALE -SINTETICA ha colore dal giallo al rosso in base a temperatura e proporzione fra zolfo e arsenico.	Usato già dagli Egizi, è stato preparato anche artificialmente, sin dal Medioevo (miniature) è stato usato in pittura a olio fino al primo '800.	Venne impiegato nella pittura ad olio e a tempera mentre era sconsigliato nella tecnica dell'affresco. Attualmente abbandonato per la sua tossicità.	Elevato	Elevato
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Stabile. Duro da macinare	Stabile	Incompatibile con composti del piombo e rame in quali anneriscono per formazione di solfuri neri PbS /CuS	Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo 	1100 Euro
<p>Preparazione: Allo stato naturale si può trovare sia puro che associato al realgar (solfuro di arsenico As₂S₄ dal colore rosso aranciato). Allo stato puro si presenta sotto forma di lamelle brillanti e flessibili, dalle quali si ottiene una polvere giallo-oro, mentre miscelato al realgar ha un aspetto più squamoso e si sgretola anzichè sfaldarsi come l'orpimento puro.</p> <p>Giacimenti di orpimento si trovano nelle terre vulcaniche dell'Asia Centrale, in Siria, in Boemia, in Valacchia, in Macedonia, in Perù. Grandi depositi di As₂S₃ si trovano nel Kurdistan e in Cina.</p> <p>Esiste anche un orpimento artificiale, fondendo insieme il realgar e lo zolfo.</p> <p>L'Orpimento è un trisolfuro di arsenico: As₂S₃ che si trova come minerale in natura, dove si presenta spesso sotto forma di masse lamellari di un magnifico colore giallo oro o giallo arancio. Conosciuto fin dall'antichità, veniva usato in medicina, oppure, macinato e mescolato con la calce, come pasta depilatoria per togliere il pelo dalle pelli di animali, come pigmento nella pittura e per scopi meno raccomandabili, infatti si era scoperto che, calcinato, poteva fornire un potentissimo veleno : l'anidride arseniosa As₂O₃</p> <p>Si prepara sinteticamente facendo sublimare una miscela di arsenico e zolfo.</p> <p>Per via umida si precipita il solfuro di arsenico giallo-arancio da un arseniato alcalino e acido solfidrico (Vedi Scheda Realgar) in ambiente acido.</p> <p>Reazione di preparazione: $2K_3AsO_4 + 3H_2S + 6HCl = As_2S_3 + 6KCl + 6H_2O + O_2$ Arseniato potassio + acido solfidrico + acido cloridrico = solfuro di arsenico III (ppt.arancio) + cloruro di potassio + ossigeno</p>						
<p>Note: simile al colore dell'oro come indica l'etimologia del nome stesso ("orpimento" deriva dal francese "orpiment" che a sua volta riprende il latino "auripigmentum", cioè "pigmento color dell'oro").</p>						

Nome: ORO MUSIVO		Sinonimi: SOLFURO DI STAGNO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
SnS₂ SOLFURO STANNICO	GIALLO METALLICO DORATO	NATURALE Raro e non importante. SINTETICA	Utilizzato a Pompei e da Cimabue.	si utilizza nella tecnica del mosaico (da questi il nome) e ad olio. Sconsigliato nell'affresco e nella tempera	Medio	Medio
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Poco stabile. L'oro musivo è un pigmento resistente all'azione degli acidi minerali, è insolubile in acqua, alcool, etere ed oli; è solubile in idrossido di sodio ed in acqua regia.	Inidoneo in medium acquosi e in affresco dove si altera in marrone o scurisce alla luce in quanto tende a trasformarsi in SnS ₂ nero; è stabile in medium oleosi	Incompatibile con composti del piombo e rame in quali anneriscono per formazione di solfuri neri PbS /CuS	Tossico a livello inalatorio 	200 Euro
<p>Preparazione: Anticamente si preparava amalgamando stagno, mercurio e zolfo e riscaldando in recipiente chiuso ad alta temperatura per lungo tempo, quando il composto era raffreddato il recipiente veniva rotto e si otteneva una massa squamosa ricoperta di scaglie lucenti che costituivano il pigmento migliore.</p> <p>Si tratta di un composto di bisolfuro stannico ottenuto anche mediante precipitazione di <u>cloruro stannico</u> con acido solfidrico (Vedi Scheda Realgar).</p> <p>Mentre per precipitazione dal <u>cloruro stannoso</u> si ottiene il Solfuro stannoso SnS, precipitato di colore nero non interessante dal punto di vista artistico.</p> <p>Reazione di preparazione: $\text{SnCl}_4 + 2\text{H}_2\text{S} = \text{SnS}_2 + 4\text{HCl}$ Cloruro stannico + acido solfidrico = solfuro stannico (ppt. giallo) + acido cloridrico</p> <p>$\text{SnCl}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{SnS} + 2\text{HCl}$ Cloruro stannoso + acido solfidrico = solfuro stannoso (ppt. nero) + acido cloridrico NON INTERESSANTE DAL PUNTO DI VISTA ARTISTICO.</p>						
<p>Note: Per questa sua caratteristica, l'oro musivo era una delle più stimate imitazioni dell'oro ed usato a questo scopo fin dal XIII secolo. Il nome di "oro musivo" per questo giallo di stagno, si spiega con il fatto che la sua maggiore utilizzazione era quella di dorare le tessere dei mosaici. Troviamo quindi "aurum musivum", "aurum musicum" o "aurum pictorum".</p> <p>Viene utilizzato al posto dell'oro vero ma si impiega pure per imitare i riflessi del bronzo.</p>						

Nome: ZAFFERANO		Sinonimi: /				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
$C_{44}H_{64}O_{24}$ CROCINA	GIALLO	NATURALE viene estratto dagli stimmi dei fiori di <i>Crocus Sativus L.</i>	Utilizzato fin dagli antichi romani, ormai in disuso nella pittura.	si utilizzava nella tempera e per miniature e per simulare l'oro in polvere.	Medio	Basso (colorante e non pigmento)
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	Poco stabile.	Si degrada rapidamente alla luce solare.	Compatibile con tutti i pigmenti	Non tossico	500 Euro	
<p>Preparazione: Colorante organico di origine vegetale, il principio colorante, di natura carotenoide è la la crocina, viene estratto dagli stimmi dei fiori di <i>Crocus Sativus L.</i> che vengono raccolti, essiccati e polverizzati. La polvere viene usata anche per colorare ed aromatizzare alcuni cibi. Conosciuto ed usato fino dagli antichi romani, ha un colore giallo dorato, si degrada rapidamente se rimane esposto alla luce solare,</p> <div style="text-align: center;">  <p>Crocina</p> </div> <p>Reazione di preparazione: Non si prepara sinteticamente. Chimicamente è il diestere del disaccaride <u>gentiobiosio</u> e dell'<u>acido dicarbossilico crocetina</u>. Ha un colore rosso intenso ma sciolta in acqua impartisce alla soluzione una colorazione arancione.</p> <p>Note: Viene utilizzato come colorante alimentare ed aroma.</p>						

Nome: LITARGIRIO		Sinonimi: OSSIDO DI PIOMBO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
PbO OSSIDO DI PIOMBO	GIALLO CHIARO	-SINTETICA - MINERALE Raro	Fu utilizzato sia dagli egizi che dai greci del periodo classico e conosciutissimo dalle civiltà antiche usato dall'XI al XVII sec.; riscoperto nel 1940. nella colorazione dei vetri fin dai tempi dei Babilonesi.	si utilizza nella tecnica ad olio e nella colorazione dei vetri. Sconsigliato nell'affresco e nell'encausto.	Medio	Elevato
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	Negli affreschi si annerisce se applicato con pigmenti a base di zolfo.(solfuri)	Inidoneo in medium acquosi e in affresco dove si altera in marrone o scurisce alla luce in quanto tende a trasformarsi in PbO ₂ nero; è stabile in medium oleosi	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero PbS.	Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo	50 Euro	
<p>Preparazione: Di colore giallo chiaro, ottenuto dalla calcinazione della Biacca fino a 540 °C. A temperature superiori a 650°C si trasforma prima in Massicot giallo poi in Minio rosso. Le caratteristiche del pigmento variano a seconda della preparazione.</p> <p>Reazione di preparazione: Partendo dalla Biacca (carbonato di piombo): $PbCO_3 + \text{calore } <540^\circ C = PbO \text{ (giallo chiaro)} + CO_2$</p>						
<p>Note: Il mono-ossido di piombo <i>PbO</i> è presente in natura in due forme cristalline : il massicot,(<i>color flevus, massicotto, cerosa flava, giallo di piombo, marzacotto</i>) rombico, di colore giallo molto simile a quello dello zolfo o dell'orpimento.ed il litargirio,(<i>spuma argenti, giallo di piombo, arancio di piombo,minio arancio</i>) tetragonale, di colore giallo tendente al rossastro a causa della presenza di piccole quantità di <i>PbO₂</i>, Si tratta di prodotti di alterazione superficiale di altri minerali di piombo, come la Galena PbS., e si presentano sotto forma di masse scagliose o di incrostazioni pulverulente, per il loro colore ed aspetto terroso possono essere facilmente confusi con altri materiali ocrei. Al giorno d'oggi vengono prodotti artificialmente. Conosciuti fino dall'antichità, mentre il massicot è stato usato anche come pigmento nella pittura ad olio, il litargirio è stato impiegato soprattutto come siccativo degli oli. Meno usati nelle altre tecniche in cui potrebbero reagire con l'acido solfidrico presente nell'atmosfera, scurendosi. Contengono piombo, quindi devono essere maneggiati con cautela.</p>						

Nome: MASSICOT		Sinonimi: OSSIDO DI PIOMBO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
PbO OSSIDO DI PIOMBO	GIALLO	-SINTETICA - MINERALE Raro	Fu utilizzato sia dagli egizi che dai greci del periodo classico e conosciutissimo dalle civiltà antiche usato dall'XI al XVII sec.; riscoperto nel 1940. Usato nella colorazione dei vetri fin dai tempi dei Babilonesi.	si utilizza nella tecnica ad olio e nella colorazione dei vetri. Sconsigliato nell'affresco e nell'encausto.	Medio	Elevato
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	Negli affreschi si annerisce se applicato con pigmenti a base di zolfo.(solfuri)	Inidoneo in medium acquosi e in affresco dove si altera in marrone o scurisce alla luce in quanto tende a trasformarsi in PbO ₂ nero; è stabile in medium oleosi	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero PbS.	Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo 	50 Euro	
<p>Preparazione: Di colore giallo, ottenuto dalla calcinazione della Biacca oltre i 540 °C e fino a 650 °C. A temperature superiori a 650°C si trasforma in Minio rosso. Le caratteristiche del pigmento variano a seconda della preparazione.</p> <p>Reazione di preparazione: Partendo dalla Biacca (carbonato di piombo): $PbCO_3 + \text{calore } >540^\circ C / <650^\circ C = PbO \text{ (giallo scuro)} + CO_2$</p> <p>Note: Il mono-ossido di piombo <i>PbO</i> è presente in natura in due forme cristalline : il massicot,(<i>color flevus, massicotto, cerosa flava, giallo di piombo, marzacotto</i>) rombico, di colore giallo molto simile a quello dello zolfo o dell'orpimento.ed il litargirio,(<i>spuma argenti, giallo di piombo, arancio di piombo,minio arancio</i>) tetragonale, di colore giallo tendente al rossastro a causa della presenza di piccole quantità di <i>PbO₂</i>, Si tratta di prodotti di alterazione superficiale di altri minerali di piombo, come la Galena PbS., e si presentano sotto forma di masse scagliose o di incrostazioni pulverulente, per il loro colore ed aspetto terroso possono essere facilmente confusi con altri materiali ocrei. Al giorno d'oggi vengono prodotti artificialmente. Conosciuti fino dall'antichità, mentre il massicot è stato usato anche come pigmento nella pittura ad olio, il litargirio è stato impiegato soprattutto come siccativo degli oli. Meno usati nelle altre tecniche in cui potrebbero reagire con l'acido solfidrico presente nell'atmosfera, scurendosi. Contengono piombo, quindi devono essere maneggiati con cautela.</p>						

Nome: GIALLO DI ANTIMONIO		Sinonimi: GIALLO NAPOLI				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
Pb₃(SbO₄)₂ ANTIMONIATO DI PIOMBO	GIALLO LIMONE	-SINTETICA	Usato da Egizi e Assiro-Babilonesi; assente in epoca classica; ricompare in Europa dal XVIII sec. con composizioni diverse	Si utilizza puro con le tecniche dell'affresco, tempera, encausto olio e acquerello. Utilizzato anche per colorare vetro e ceramica.	Medio	Elevato
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	Negli affreschi si annerisce se applicato con pigmenti a base di zolfo.(solfuri)	Inidoneo in medium acquosi e in affresco dove si altera in marrone o scurisce alla luce in quanto tende a trasformarsi in PbO ₂ nero; è stabile in medium oleosi	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero PbS.	Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo 	120 Euro	
<p>Preparazione: E' un pigmento di origine inorganica e sintetica. Si ottiene dall'ossidazione dell'antimonio fuso in corrente d'aria aggiungendo a 12 parti di antimonio, 8 di minio e 4 di ossido di zinco. La composizione che ne deriva è un antimoniato basico di piombo contenente zinco . Oppure calcinando tra i 700 e 1000°C una miscela di ossidi di piombo e antimonio in rapporto 1:2 Reazione di preparazione: $3\text{Pb}_2\text{O}_3 + \text{Sb}_2\text{O}_3 + 2\text{O}_2 + \text{calore} >700^\circ\text{C} = 2\text{Pb}_3(\text{SbO}_4)_2$ (giallo)</p>						
<p>Note: E' uno dei più antichi pigmenti sintetici, datati fin dal 1620. Il pigmento naturale, estratto dal minerale Bindheimite (nome dovuto al tedesco J.J. Bindheim), è datato nel XVI secolo; questo però è decisamente meno comune. Questo colore era già noto ai Babilonesi che lo usavano per colorare gli smalti, il Cennini, dopo aver detto che il giallorino è colore "artificiato", ricorda che si può trovare anche in natura "<i>che questo color sia propria prieta nata in luogo di grande arsura di montagne</i>". Effettivamente, in natura esiste un minerale con composizione simile a quella del giallorino artificiale: la Bindheimite, con formula $\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_6(\text{O},\text{OH})$, si tratta di un prodotto di alterazione che si presenta con un aspetto terroso e con colore molto vario, dal giallo vivo al rossastro. Nel Medio Evo il "giallorino artificiato" si preparava partendo da minerali di piombo che dovevano contenere, come impurezza, una certa quantità di antimonio.</p>						

Gialli - Nel Medioevo e nel Rinascimento

Nome: GIALLO PIOMBO E STAGNO			Sinonimi: GIALLOLINO			
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
Pb₂SnO₄ STANNATO DI PIOMBO	GIALLO LIMONE	-SINTETICA	Usato tra il 1300 ed il 1750 con composizioni diverse. Pigmento specifico dell'Europa.	Adatto all'affresco e con buon potere coprente se mescolato a oli e vernici; resistente alla luce e asciuga rapidamente.	Medio	Poichè hanno un alto indice di rifrazione, se mescolati con oli e vernici, hanno un buon potere coprente.
			Stabilità chimica Come tutti i composti di piombo anneriscono se messi a contatto con composti di zolfo. Tali sali sono solubili nell'acido nitrico, nel cloridrico e nel solforico; non temono invece l'azione degli alcali e per questo motivo possono essere impiegati anche nell'affresco	Stabilità fotochimica Non vengono alterati dalla luce, a differenza del giallo di ossido di piombo	Compatibilità chimica Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero PbS. Assorbono dal 18 al 20% del loro peso di olio..	Tossicità Molto Tossico a livello inalatorio o e per contatto cutaneo 
<p>Preparazione: Esistono due varietà di giallo di piombo e stagno, indicate da Kühn con la denominazione di I e II tipo. La varietà usata più di frequente risulta essere quella di I tipo, la cui formula è Pb₂SnO₄. Si ottiene fondendo in un crogiolo una miscela di circa tre parti di monossido o biossido di piombo con una parte di biossido di stagno ad una temperatura tra i 650 e gli 800 gradi C; a 700 gradi appare una tonalità calda di giallo, mentre tra i 720 e gli 800 gradi si ottiene una tonalità giallo-limone.</p> <p>Reazione di preparazione: $2PbO + SnO_2 + \text{calore} >700^\circ C = Pb_2SnO_4$ Ossido di piombo + biossido di stagno + calore = stannato di piombo (giallo)</p> <p>Note: Il giallo di piombo e stagno si trova indicato nei trattati di tecnica della pittura del XV secolo seguenti, sotto i termini di "giallorino", "giallolino", "gialdolino" o "zaldolino". La sua scoperta si colloca nel tardo medioevo, Cennino Cennini ce ne dà notizia. Dalle notizie ricavate da alcuni trattati sappiamo infine che esistevano in commercio in Europa diverse qualità di giallorino. L'uso del giallo di piombo e stagno è cessato nel XVIII sec.</p>						

Gialli - Dopo il 1700 e nell'era industriale

Giallo di marte: VEDI OCRA GIALLA

Nome: GIALLO CROMO		Sinonimi: GIALLO PARIGI				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
PbCrO₄ CROMATO DI PIOMBO	GIALLO ARANCIO Pigment Orange 45 Orange 21 (color index)	SINTETICA	Preparato nel 1809 da Vauquelin Molto usato nel XIX sec., attualmente gli è preferito l'arancio di cadmio, più stabile	Non è adatto per acquerello e tempera (si altera invecchiando verso il bruno-verde o annerisce), Non usato in affresco perché la basicità della calce lo trasforma in cromato basico rossastro. Resistente nella pittura a olio se protetto da vernice;	Elevato dal giallo limone all'arancio a seconda delle dimensioni delle particelle	Elevato
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Negli affreschi si annerisce se applicato con pigmenti a base di zolfo.(solfuri) Solubile in acidi e basi. Può essere stabilizzato aggiungendo un sale di zinco o incapsulandolo in silice come nei pigmenti moderni.	Il pigmento tende a scolorire alla luce per effetto fotochimico, anche in assenza di umidità o ossigeno. Stabilizzato invece risulta stabile.	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero PbS. In presenza di pigmenti organici può assumere tonalità verdi per reazioni di ossido/riduzione che lo riducono ad ossido cromico	Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo 	50 Euro
<p>Preparazione: Si prepara per precipitazione da acetato o nitrato di piombo e cromato o bicromato di potassio a pH acido o neutro (a pH basico si forma il rosso cromo Vedi Scheda) , a seconda della temperatura di precipitazione si ottengono colori dal giallo chiaro all'aranciato. Inoltre nella preparazione si usa aggiungere del solfato di piombo bianco quindi in base al contenuto di cromato di piombo si ottengono tre tipi di pigmenti: Tipo I (primrose) contenente più del 50% di cromato , di colore giallo chiaro , Tipo II (limone) con cromato > 65 % di colore giallo limone, Tipo III (medio) di colore arancio e il cromato puro di colore arancio scuro.</p> <p>Reazione di preparazione: $\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = \text{PbCrO}_4$ (ppt. giallo-arancio) + $2\text{CH}_3\text{COONa}$ Cromato di sodio + acetato di piombo = cromato di piombo (ppt. giallo-arancio)+ acetato di sodio</p> <p>Note: È il più importante pigmento giallo in commercio Si tratta di un miscuglio di cromato di piombo, PbCrO_4 , in miscela con solfato di piombo PbSO_4 e cromato basico di piombo $\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbO}$ Il <i>giallo di Colonia</i>, per pittura a tempera, è composto da cromato di piombo, solfato di piombo e solfato di calcio. Il <i>giallo di Roma o brillante</i> è carbonato e cromato di piombo. Se è chimicamente puro, il miscuglio è abbastanza stabile alla luce, tuttavia con il passare del tempo ed in presenza di umidità il cromato si trasforma in ossido cromatico verde. $\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3e^- \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$ poi $2\text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ La reazione di riduzione viene accelerata da una esposizione diretta alla luce solare. Questa reazione può avvenire anche quando un cromato è mescolato a pigmenti di origine organica, in questo caso il composto organico si ossida mentre il cromato si riduce diventando verde. Questi colori, oltre al piombo, contengono cromo nello stato di ossidazione +6, in queste condizioni il cromo si comporta da forte ossidante risultando pericoloso per gli organismi viventi . Di conseguenza, anche questi colori devono essere usati con cautela.</p>						

Nome: GIALLO CADMIO		Sinonimi: SOLFURO DI CADMIO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
CdS SOLFURO DI CADMIO	GIALLO LIMONE GIALLO ARANCIO	SINTETICA	Preparato e introdotto in pittura dal 1929, tutt'ora in uso.	Viene impiegato nella pittura ad olio e a tempera e viene sconsigliato nella tecnica dell'affresco	Elevato	Presenta alto indice di rifrazione e forte potere coprente
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Stabile. tuttavia non da mescolare con colori contenenti piombo perché annerisce. Si scioglie in acidi con produzione di acido solfidrico (odore di uova marce).	Stabile	Incompatibile con composti del piombo e rame in quali anneriscono per formazione di solfuri neri PbS /CuS	Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo	
<p>Preparazione Si parte dal nitrato di cadmio dal quale con soda Solvay si precipita il carbonato di cadmio che si scalda con fiori di zolfo. Il reagente di partenza può anche essere il solfato di cadmio che viene scaldato con solfuro sodico . Il processo industriale moderno comporta il riscaldamento di cadmio metallico , ossido di cadmio o carbonato di cadmio con zolfo in assenza di aria a temperature di 700-800°C.</p> <p>1) CdS si ottiene artificialmente anche insufflando acido solfidrico H₂S (vedi anche scheda Realgar) gassoso, in soluzioni acquose di solfato di cadmio, precipita il solfuro, insolubile in acqua, variando sia il pH che la temperatura delle condizioni di precipitazione si ottengono colori dal giallo canarino all'arancione.</p> <p>2) Altro modo di prepararlo in laboratorio consiste nel mescolare a secco del carbonato di cadmio con dello zolfo in rapporto 1:1 quindi porre il miscuglio in una provetta chiusa e di riscaldare per qualche ora su fiamma diretta, a seconda della temperatura e del tempo di riscaldamento si ottengono colori diversi.</p> <p>Reazione di preparazione:</p> <p>1) $CdSO_4 + H_2S \rightarrow CdS \text{ (ppt. giallo)} + H_2SO_4$ Solfato di cadmio + acido solfidrico = solfuro di cadmio + acido solforico</p> <p>2) $CdCO_3 + S \rightarrow CdS \text{ (ppt. giallo)} + CO_2 + 1/2O_2$ Carbonato di cadmio + zolfo = solfuro di cadmio + anidride carbonica + ossigeno</p>						
<p>Note: È un pigmento pregiato. Curiosità: viene utilizzato nelle fotocellule in quanto varia la sua resistenza elettrica al variare della intensità luminosa che lo colpisce. Più luce lo colpisce più bassa è la sua resistenza elettrica.</p>						

Nome: GIALLO DI ZINCO		Sinonimi: CROMATO DI ZINCO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
ZnCrO₄ CROMATO DI ZINCO	GIALLO CHIARO	SINTETICA	Preparato nel 1800 da Vauquelin. Il cromato basico di zinco è stato brevettato nel 1941 e tutt'ora in uso.	Si utilizza con tutte le tecniche : affresco, tempera, encausto, olio e acquerello.	Medio	Medio
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Resistente. Solubile in acidi e basi.	Non molto resistente	Compatibile con tutti i pigmenti. In presenza di pigmenti organici può assumere tonalità verdi per reazioni di ossido/riduzione che lo riducono ad ossido cromico	Tossico a livello inalatorio come tutti i cromati 	50 Euro
<p>Preparazione: Il cromato di zinco veniva preparato aggiungendo una soluzione di acido cromico ad un impasto di ossido di zinco.</p> <p>Il cromato basico di zinco veniva preparato aggiungendo lentamente una soluzione di bicromato di potassio ad un impasto liquido di ossido di zinco addizionato di cloruro di potassio e correggendo il pH con acido cloridrico. Entrambe sono di colore giallo.</p> <p>Oppure si può produrre cromato di zinco $ZnCrO_4$ per precipitazione facendo reagire un cromato alcalino con un sale solubile di zinco.</p> <p>Reazione di preparazione: $ZnCl_2 + K_2CrO_4 \rightarrow ZnCrO_4$ (ppt. giallo chiaro) + 2 KCl Cloruro di zinco + cromato di potassio = cromato di zinco + cloruro di potassio</p>						
Note:						

Nome: GIALLO DI COBALTO			Sinonimi: AUREOLINA			
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
CoK₃(NO₂)₆ COBALTINITRITO DI POTASSIO	GIALLO BRILLANTE	SINTETICA	Preparato nella metà del 1800	Si utilizza nelle tecniche ad olio e ad acquerello. Sconsigliato per affresco, encausto e tempera	Medio	Medio
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' solubile in alcali e insolubile in acqua e acidi	Non molto resistente	Compatibile con tutti i pigmenti	Tossico a livello inalatorio 	300 Euro
<p>Preparazione: Si prepara per precipitazione da una soluzione di Cobaltinitrito di sodio ed un sale di potassio in soluzione acquosa.</p> <p>Reazione di preparazione: $\text{Na}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6 + 3\text{KCl} = \text{K}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6 \text{ (ppt. giallo)} + 3\text{NaCl}$ Cobaltinitrito di sodio + cloruro di potassio = cobalti nitrito di potassio + cloruro di sodio</p>						
<p>Note:</p> <p>Errori dal web:si ottiene mediante la precipitazione del nitrato di cobalto con carbonato di sodio che successivamente viene lavato e asciugato..... (l'anione nitrito ed il catione potassio chi lo mette????). potassioesanitrurocobalto, $\text{CoK}_3(\text{NO}_2)_6$.....(nitrito semmai e non nitruro, due anioni ben diversi)</p> <p>Preparazione del Cobaltinitrito sodico $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$.</p> <p>1- preparazione del nitrato di cobalto Non avendo a disposizione il $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ma il cloruro $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, fare una sol. di 2,8 g di questo sale in 20 ml di acqua e di 1,45 g di NaOH in altrettanta acqua. Unire le due soluzioni mescolando. Precipita immediatamente l'idrossido di cobalto $\text{Co}(\text{OH})_2$ di colore blu/azzurro. Filtrare e notare che il colore si cambia abbastanza velocemente in rosa; lavare bene il precipitato e porlo ancora umido in un becker. Aggiungere goccia a goccia HNO_3 al 30% finchè tutto il prec. si sia sciolto (liquido rosa/rosso), senza eccedere nell'aggiunta di acido. (meglio una goccia in meno che una in più). Tenere questa sol. concentrata di pochi ml di nitrato di cobalto.</p> <p>2- preparazione del cobaltinitrito Preparare una soluzione di 15 g di NaNO_2 in 20 ml di acqua tiepida; aggiungere 5 g di $\text{Co}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (oppure la soluzione sopra preparata) e 5 ml di CH_3COOH al 50% in piccole porzioni agitando. Mettere la miscela in un cilindro graduato (o altro recipiente alto e sottile) e far gorgogliare nella soluzione una veloce corrente di bollicine d'aria per mezz'ora (servirebbe un compressore d'aria e un piccolo arrangiamento di tubi sottili). Dopo un riposo di due ore, si decanta con una pipetta la sol. bruna dal prec. giallo del fondo. La soluzione deve essere perfettamente limpida. La sol. (circa 30 ml) è ora trattata con altrettanto etanolo. Il precipitato che si forma (sodio cobaltinitrito) è lasciato riposare per due ore, poi filtrato sotto vuoto e lavato quattro volte con 2,5 ml di etanolo, due volte con etere e seccato all'aria. Resa nel mio caso circa 4 g -Conservare secco e ben chiuso.</p>						

Nome: GIALLO DI BARIO		Sinonimi: CROMATO DI BARIO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
BaCrO₄ CROMATO DI BARIO	GIALLO MOLTO CHIARO CON TENDENZA AL VERDE	SINTETICA	Preparato nel 1800 da Vauquelin, attualmente poco usato, è stato sostituito dal Giallo Stronzio.	Può essere impiegato nelle tecniche a tempera e ad olio. Sconsigliato per l'affresco e l'encausto.	Medio mostra mancanza di corpo ed è privo di lucentezza	Scarso
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Resistente non subisce variazioni esposto all'aria. E' solubile in acidi e basi.	Resistente anche se tende a d inverdire con il tempo	Compatibile con tutti i pigmenti. In presenza di pigmenti organici può assumere tonalità verdi per reazioni di ossido/riduzione che lo riducono ad ossido cromico	Tossico a livello inalatorio come tutti i cromati 	50 Euro
<p>Preparazione: Si tratta di un prodotto artificiale, il cromato di bario $BaCrO_4$ ottenuto facendo reagire un cromato alcalino con un sale solubile di bario</p> <p>Reazione di preparazione: $BaCl_2 + K_2CrO_4 \rightarrow BaCrO_4$ (ppt. giallo chiaro) + 2 KCl Cloruro di bario + cromato di potassio = cromato di bario + cloruro di potassio</p>						
Note:						

Nome: GIALLO DI STRONZIO GIALLO OLTREMARE		Sinonimi: GIALLO LIMONE –				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
SrCrO₄ CROMATO DI STRONZIO	GIALLO LIMONE	SINTETICA	Utilizzato dal XIX secolo, ha sostituito il Giallo Bario nella pittura ad olio.	Può essere impiegato nelle tecniche a tempera e ad olio. Sconsigliato per l'affresco e l'encausto.	Medio	Medio, più intenso e brillante del Giallo Bario.
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	Resistente non subisce variazioni esposto all'aria. E' solubile in acidi e basi.	Resistente anche se tende ad inverdire con il tempo	Compatibile con tutti i pigmenti. In presenza di pigmenti organici può assumere tonalità verdi per reazioni di ossido/riduzione che lo riducono ad ossido cromico	Tossico a livello inalatorio come tutti i cromati 	50 Euro	
<p>Preparazione: Si tratta di un prodotto artificiale, il SrCrO₄ si ottiene facendo reagire un cromato alcalino con un sale solubile di stronzio</p> <p>Reazione di preparazione: SrCl₂ + K₂CrO₄ → SrCrO₄ (ppt. giallo limone) + 2 KCl Cloruro di stronzio + cromato di potassio = cromato di stronzio + cloruro di potassio</p>						
<p>Note: Molto usato da Matisse, ha un colore giallo limone più intenso e brillante del Giallo Bario. Si usa attualmente come inibitore della corrosione in vernici industriali.</p>						

Nome: BLU EGIZIO		Sinonimi: BLU POMPEIANO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
$\text{CaO} \cdot \text{CuO} \cdot 4\text{SiO}_2$ silicato basico di rame e calcio. Il pigmento analogo, contenente bario al posto del calcio, è stato prodotto dai cinesi (dinastia Han) e si chiama BLU HAN.	AZZURRO CHIARO	SINTETICA	E' stato il primo pigmento sintetico prodotto dall'uomo. Prodotto come vetro con aggiunta di fondenti sin dagli Egizi	È stato impiegato in pittura, per tempera e affresco, macinato grossolanamente per un colore intenso Sconsigliato nell'olio e nell'encausto	Ha basso indice di rifrazione è trasparente e ha medio potere coprente;	Medio
 <p>Statuette rivestite di Blu egizio</p>		Stabilità chimica Estremamente stabile all'aria, si conserva inalterato da più di 3000 anni. Può essere confuso con l'azzurrite per la sua tonalità azzurra tendente al verde, ma si differenzia da quella poiché insolubile in acidi anche a caldo	Stabilità fotochimica Molto stabile alla luce.	Compatibilità chimica Compatibile con tutti i pigmenti per la sua inerzia.	Tossicità Non tossico ma irritante a livello inalatorio 	Costo 100 g 300 Euro
		<p>Preparazione: Si tratta di un doppio silicato di rame e calcio, ottenuto dal riscaldamento per 10-100 ore ad alta temperatura 850-1000°C della silice, malachite o altro sale di rame, carbonato o idrossido di calcio e carbonato di sodio come fondente. Esistono varie ricette per la sua preparazione di cui una risalente al I secolo A.C. (Vitruvio)</p> <p>Reazione di preparazione: $4\text{SiO}_2 + \text{CuCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaO} \cdot \text{CuO} \cdot 4\text{SiO}_2$ (azzurro) + $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$</p> <p>Biossido di silicio (silice) + carbonato rameico + idrossido di calcio = silicato basico di rame e calcio + acqua + anidride carbonica</p>				
<p>Note: Questo pigmento, noto anche come <i>Blu Pompeiano</i> o <i>Fritta</i>, è probabilmente il più antico pigmento sintetico prodotto dall'uomo (3100 a.C.). La sua invenzione, dettata forse dalla necessità di disporre di un pigmento blu più stabile dell'<i>Azzurrite</i> (gli Egizi non avevano miniere di lapislazzuli), è sorprendente per la genialità del processo di sintesi e per le qualità del prodotto finale. Molti reperti decorati con Blu egiziano, risalenti a più di 3000 anni fa, mantengono tuttora inalterato il loro colore. Il pregio del Blu egiziano era tale che, tremila anni dopo la sua introduzione, a Roma esso era più pagato della Porpora di Tiro. A quel tempo esso era commercializzato come <i>Caeruleum vestorianum</i> anziché <i>Caeruleum aegyptium</i> da un tale Vestorio di Pozzuoli, che aveva imparato la ricetta da qualche maestro egiziano. Il Blu egiziano si trova spesso sugli affreschi in Egitto ma anche in Mesopotamia (Nimrud e Ninive), in Grecia e a Roma (Pompei); fu usato inoltre per la decorazione di oggetti preziosi. Fu utilizzato fino al 400 d.C. Nessun pigmento dell'antichità è stato tanto studiato quanto il Blu egiziano. Vitruvio ne descrive la preparazione nel I secolo d.C., ma fu nel XIX secolo che la sua composizione chimica e la sua struttura furono definite, insieme alla chimica che sta alla base della sua produzione.</p>						

La formulazione originale prevedeva sabbia, carbonato di calcio, un composto di rame (malachite o rame puro) e un sale di sodio che agisse da flusso per abbassare la temperatura di fusione della miscela. Si preparava riscaldando a 850°C la miscela in proporzioni più o meno fisse (4 SiO₂ : 1 CaO : 1 CuO); la massa fusa era poi mantenuta a 800°C per 10-100 ore. Dopo raffreddamento si otteneva un composto che corrisponde alla formula CaCuSi₄O₁₀ (silicato di calcio e rame), strutturalmente simile al minerale noto come *cuprorivaite*.

Il punto chiave della preparazione è l'aggiunta del sale di sodio sotto forma di *Natron* o carbonato di sodio decaidrato, un composto ottenuto per evaporazione delle acque di superficie, in Egitto raccolto presso l'oasi di Natrun. Il Natron, pur non entrando nel prodotto finale, ne rende possibile la formazione abbassando la temperatura di fusione dei componenti la miscela. La sabbia, infatti, fonde a ben 1714°C, temperatura irraggiungibile dagli antichi Egizi che avevano risorse limitate di combustibili naturali.

E' stato preparato anche un Verde Egizio variando le percentuali dei componenti in particolare aumentando la silice contenente almeno lo 0,5 % di ferro, è stato trovato in particolare nelle pitture della tomba di Nefertari (1200 a.C.) e sembra sia stato inventato fra il 2300 e 2150 a.C.

Nome: LAPISLAZZULI		Sinonimi: OLTREMARE NATURALE				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
$\text{Na}_3\text{Ca}(\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12})\text{S}$ LAPISLAZZULI O LAZURITE (gruppo della Sodalite) Allumosilicato di calcio e sodio contenente zolfo	AZZURRO La presenza di due tipi di gruppi zolfo S_2 e S_3 intrappolati nel reticolo cristallino della sodalite provoca assorbimenti nella zona dell'ultravioletto e violetto (S_2) e nel verde-giallo-arancio (S_3) con conseguente colore blu del composto.	NATURALE silicato di sodio e alluminio con inclusioni di solfuri e solfati; in altri termini è un calcare mineralizzato contenente dei cristalli cubici di lazurite	Impiegato in Europa fino all'800 nelle miniature e in pittura quando è stato sostituito dall'oltremare artificiale, ma non totalmente; anche nel '900 importanti fabbriche di colori lo commerciavano.	Si può impiegare nell'affresco, nella tempera, nell'olio e nell'encausto. Nella pittura bizantina spesso l'oltremare è su uno strato nero di carbone	rimane brillante nei colori ad acqua, mentre con oli diventa scuro e opaco	Il potere coprente del pigmento è buono anche se l'indice di rifrazione è basso = 1,5;
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Ha una buona stabilità alla luce, ma è molto sensibile agli acidi; è stato osservato un fenomeno di decolorazione o di alterazione in grigio-blu probabilmente dovuto a inquinanti acidi atmosferici.	Molto resistente	È stato usato in pitture murali, illustrazioni di manoscritti, in pitture a tempera e a olio, nella colorazione del vetro; non ha creato problemi in unione con altri pigmenti.	Non tossico	1100 Euro
<p>Preparazione: Il blu oltremare era un pigmento di difficile lavorazione e, a meno di utilizzare in partenza del minerale molto puro, ciò che si otteneva dopo la macinazione era una polvere blu tendente al grigio chiaro. All'inizio del XIII secolo fu introdotto un metodo per migliorarne la qualità di cui ci rimane una descrizione fatta dall'artista del XV secolo Cennino Cennini. Il minerale, finemente macinato, mescolato con cera fusa, resine ed oli viene avvolto in un panno e impastato in una soluzione diluita di lisciva. Sul fondo del contenitore si raccolgono le particelle blu, mentre le impurità e i cristalli incolori rimangono nella massa. Il procedimento va ripetuto almeno tre volte. Il residuo finale, costituito in gran parte da materiale incolore e poche particelle blu, è apprezzato come smalto per la sua trasparenza blu chiara.</p> <p>Reazione di preparazione: Il pigmento è esclusivamente di origine naturale. Il blu oltremare sintetico è analogo, per la sua preparazione vedi scheda.</p>						
<p>Note: citato nei trattati di Teofrasto e Plinio e da Teofilo nell'XI secolo, usato da tempi antichissimi, proveniente dall'Oriente, Venezia è stato uno dei centri di smercio europeo più importanti. Dal 1800 sono stati utilizzati anche i giacimenti vicino al lago Baikal in Siberia, nelle Ande cilene e le modeste quantità presenti in</p>						

zone vulcaniche italiane. Il primo uso come pigmento è identificato in pitture rupestri del VI-VII sec. in Afganistan; l'uso si è diffuso verso ovest in miniature persiane e bizantine. Metodi di preparazione del pigmento sono stati elaborati in Europa, tra il 1300 e il 1400, periodo che corrisponde al suo maggiore impiego per le vesti del Cristo e della Madonna; oltre ad essere costoso aveva un valore simbolico, in relazione con quanto è divino, sacro. Il nome blu oltremare deriva dal fatto che il lapislazzuli veniva estratto principalmente in Oriente e dai porti del vicino oriente (Siria, Palestina, Egitto) arrivava in Europa; da qui Oltremare, nome che questi territori avevano in epoca medievale

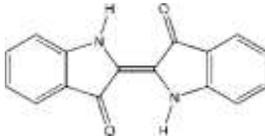
Il più antico uso conosciuto di questo pigmento risale a VI - VII secolo nei dipinti dei templi afgani vicini al più noto giacimento di lapislazzuli. L'uso di questa pietra è documentato in dipinti cinesi del X e XI secolo, in India nei dipinti murali dell'XI, XII e XVII secolo, nei manoscritti illuminati anglosassoni e normanni scritti dopo il 1100. Pur avendo un'ottima resistenza alla luce e alle basi, il pigmento viene facilmente scolorito dagli acidi. Per questo motivo era utilizzato negli affreschi solo a secco, cioè applicato in miscela con dei leganti sull'intonaco asciutto. È stato a lungo considerato il blu per antonomasia e, in virtù anche del suo costo, uno dei colori più ricchi e preziosi, spesso associato al rosso porpora e all'oro, in particolare nell'iconografia della Madonna. Gli artisti europei lo usavano con parsimonia sostituendolo quando possibile con un altro pigmento, più economico, l'azzurrite. Sino all'introduzione della pittura ad olio era considerato "blasfemo" mischiare questo colore ad altri. Sul finire del XVII e nel XVIII secolo a causa di una carenza di azzurrite ci fu una forte richiesta di pigmento blu. Nel 1814 Tassaert osservò la formazione spontanea di un composto blu, simile, se non identico, al blu oltremare in una fornace per la produzione di calce a Saint-Gobain, cosa che spinse a trovare un metodo di produzione artificiale del prezioso pigmento. Tali processi di produzione furono ideati indipendentemente da Jean Baptiste Guimet nel 1826 e da Christian Gmelin, divenuto poi professore di chimica a Tubinga, nel 1828. Mentre Guimet mantenne il suo procedimento segreto, Gmelin lo pubblicò permettendo così la nascita dell'industria dell'oltremare artificiale. Il pigmento ha un'ottima resistenza alla luce, al calore e agli alcali, mentre viene attaccato dagli acidi, anche deboli, con sviluppo di acido solfidrico e scomparsa del colore. Oltre i 400 °C può decomporsi liberando biossido di zolfo.

Un metodo per riconoscere se era stato sofisticato con azzurrite era quello di infuocarlo, se il pezzo diventava nero e restava tale dopo raffreddamento era azzurrite (per riscaldamento in aria il carbonato di rame si ossida a CuO nero), se per raffreddamento ritornava blu era oltremare.

Nome: BLU DI SMALTO		Sinonimi: SMALTINO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
È vetro al potassio di colore blu, con piccole quantità di cobalto. La fonte principale di cobalto, dal Medioevo era il minerale smaltite, (Co,Ni)AS ₃₋₂ ; nel XVII e XVIII sec. erano usati eritrite (Co,Ni) ₃ (AsO ₄) ₂ ·8H ₂ O e cobaltite CoAsS.	AZZURRO CHIARO	SINTETICA VETRO	È stato usato poco da pittori italiani nel 1300-1400 (uso da parte di Leonardo e Perugino); prodotto dal 1400 a Venezia come <i>zaffro</i> e in gran quantità nel XVI e XVII sec., poiché sostituiva azzurrite e lapislazzuli, in quanto molto meno costoso;	è più adatto all'uso in tempere ed affresco in acqua e calce che all'olio ed è alterabile essendo un vetro alcalino	Ha basso indice di rifrazione da 1,46 a 1,55; è trasparente e ha basso potere coprente;	Basso, deve essere macinato grossolano per mantenere il colore vivo.
 <p>Vetro al cobalto</p>		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Stabile all'aria in olio e tempera ma catalizza i processi di degrado dei leganti organici utilizzati nelle tempere che tendono un tono bruno scuro.	Stabile alla luce.	È stato usato in pitture murali, illustrazioni di manoscritti, in pitture a tempera e a olio, nella colorazione del vetro; non ha creato problemi in unione con altri pigmenti.	Non tossico ma irritante a livello inalatorio 	300 Euro
Preparazione: Vetro ottenuto partendo da silice o sabbia, carbonato di sodio e Sali di cobalto per impartire il colore azzurro, fusi a temperature di 1200-1500°C						
Reazione di preparazione: /						
Note: prodotto anche in Olanda nel '500 e in Inghilterra dal 1605. Usato per lavori meno importanti, è stato gradualmente sostituito da pigmenti nuovi nel XVIII e XIX sec. (<i>blu di Prussia e di cobalto</i>) e dalla scoperta dell' <i>oltremare sintetico e blu alluminato di Co (blu di Thénard)</i> all'inizio del XIX sec						
Esistono altri pigmenti a base vetrosa:						
Giallo di smalto vetro colorato con solfuro di cadmio, fuso e macinato finemente, usato in affresco, tempera ed olio.						
Rosso di smalto vetro colorato con ossido rameoso Cu ₂ O, fuso e macinato finemente, usato in affresco, tempera ed olio.						
Violetto di smalto vetro colorato con ossido di manganese MnO ₂ , fuso e macinato finemente, usato in affresco, tempera ed olio.						

Nome: BLU TURCHESE		Sinonimi: /				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
$\text{CuO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ fosfato idrato di alluminio e rame, con composizione variabile a seconda del luogo di estrazione	CELESTE	NATURALE	Utilizzato nel rinascimento per un breve periodo	È stato impiegato in pittura, per tempera e affresco ma per tempo limitato. Sconsigliato nell'olio e nell'encausto	Ha basso indice di rifrazione è trasparente e ha basso potere coprente;	Basso
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	La colorazione è legata principalmente al rame; è facile da macinare, instabile alla luce, alterabile dagli acidi; si ravviva con ammoniaca.	Molto stabile alla luce.	Compatibile con tutti i pigmenti per la sua inerzia.	Non tossico	500 Euro	
Preparazione: Pigmento naturale. Tuttavia un pigmento analogo per colore (FALSO TURCHESE), simile anche per composizione (anche se non definita) e piuttosto stabile, può essere preparato in laboratorio per precipitazione aggiungendo ad una soluzione di solfato di rame e solfato di alluminio 1:3, una soluzione di fosfato bisodico quindi per successiva aggiunta di un eccesso di idrossido di sodio precipita il pigmento polverulento di colore celeste. Reazione di preparazione: $\text{CuSO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NaOH} = \text{CuO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 9\text{H}_2\text{O} \text{ ?? (ppt.celeste)}$						
Note: Il nome viene dai Turchi che la introdussero in Europa. Le <i>turchesi viennesi</i> o <i>turchesi sintetiche</i> sono imitazioni della pietra naturale. Maggiore è l'uso come gemma anziché come pigmento per pittura, imitata anche dal vetro turchese musivo						

Nome: INDACO **Sinonimi: BLU INDIANO**

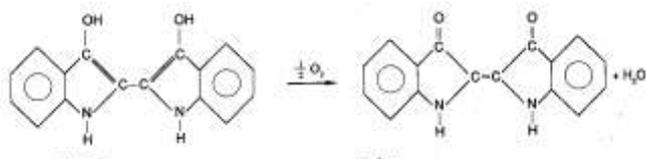
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
 <p>INDIGOTINA</p>	BLU	NATURALE si estrae da piante indigofere in particolare Indigofera tinctoria (Indaco) dall'India o Isatis tinctoria (Guado) coltivata in Italia. SINTETICA dal 1870.	Utilizzato fin dall'epoca romana, attualmente usato l'indaco artificiale per la tintura di tessuti.	Può essere usato nella pittura ad olio, ma risulta migliore nelle tempere e nell'acquerello.	elevato	Basso
	Stabilità chimica		Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
	Se usato come pigmento ha una suddivisione finissima ed è chimicamente stabile anche se in film sottili ed esposto a luce solare intensa, tende a sbiadire..		Poco stabile alla luce.	Compatibile con tutti i pigmenti per la sua inerzia.	Non tossico	100 Euro

Preparazione: Pigmento naturale

Si ricava dalle foglie dell'Indigofera tinctoria (Indaco) o dall'Isatis tinctoria (Guado), che vengono tagliate e fatte fermentare in acqua. Il liquido giallo-verde che si ottiene dalla fermentazione viene fatto ossidare all'aria in ampie vasche, nelle quali viene costantemente agitato. Man mano che progredisce l'ossidazione, il colore della soluzione vira gradualmente fino a diventare un blu-violaceo caratteristico.

Viene quindi raccolto il deposito melmoso che si è formato in quanto il colorante non è solubile in acqua ma precipita sotto forma di fiocchi, riscaldandolo per bloccarne la fermentazione. Una volta asciugato, viene messo in commercio in forma di pani.

Il principio colorante è l'**indaco** o **indigotina**, che allo stato puro è costituito da una polvere azzurra insolubile in acqua e che, quindi, può essere usata solo come pigmento. Per la tintura è necessario operare un trattamento chimico che lo renda solubile. Questo metodo, detto tintura al tino, è comune a molti coloranti con proprietà simili. Il trattamento consiste in una reazione chimica di riduzione con cui i coloranti insolubili in acqua vengono trasformati nei cosiddetti "leucoderivati", solubili in soluzioni alcaline. Il colore dei leucoderivati (dal greco leukos = bianco) è sempre più chiaro



di quello dei coloranti di origine, spesso sono addirittura incolori. Il materiale che deve essere tinto viene trattato con il leucoderivato e quindi esposto all'ossigeno dell'aria che, riossidandolo, ripristina il colore. Ad esempio l'indaco viene ridotto a **leucoindaco**, incolore, per poi essere riossidato ad indaco, azzurro..

È interessante notare come nella forma "leuco - indaco" (a sinistra) tra i due atomi di carbonio al centro della molecola c'è un legame semplice, mentre nella forma "indaco" (a destra) c'è un legame doppio coniugato con tutti gli altri doppi legami presenti nella molecola. È proprio l'interruzione della coniugazione dei doppi legami e, quindi, della delocalizzazione degli elettroni dei legami π che determina l'attenuazione o la scomparsa del colore nella forma leuco.

Dalla fine del XIX secolo l'indaco viene prodotto per sintesi. il colore è blu intenso con sotto-tono violetto.

Note: Noto fin dall'antichità. l'indaco naturale si estraeva da alcune piante indigofere, specialmente dalla *Indigofera Tinctoria* o *Indaco Indiano*, veniva importato dall'Oriente sotto forma di cubetti pressati o in pasta. Un indaco più scadente ed impuro si ricavava, fin dall'epoca romana, dal guado (*isatis tinctoria l.*) pianta comune anche nelle nostre zone.

Attualmente viene utilizzato l'indaco sintetico per la tintura dei Jeans.

Nome: BLU DI PRUSSIA Sinonimi: BLU BERLINO – BLU DI TURNBULL						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ FERROCIANURO FERRICO/FERROSO o ESACIANOFERRATO FERRICO / FERROSO	BLU SCURO	SINTETICA	Usato a partire dalla fine del XVIII secolo ed è stato utilizzato fino alla prima metà del XX secolo.	Non può essere usato nell'affresco perché a causa della sua sensibilità agli alcali si trasforma in marrone; Si può impiegare nella tempera, olio e per la sua finezza nell'acquerello	È un pigmento trasparente e, ha indice di rifrazione di 1,56, con leganti acquosi è opaco	Enorme potere colorante da essere scambiato per un colorante anziché pigmento
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	È un pigmento con discreta stabilità all'aria e alla luce. Ha tendenza a cambiare in verde quando è in medium oleosi a causa dell'ingiallimento dell'olio	stabile alla luce. Unito a giallo di cromo origina una serie di verdi al cromo.	non può essere miscelato con vari colori: biacca, bruni di zinco, gialli di cadmio, terre naturali, rosso di Verona, verde smeraldo, perché li altera.	Tossico a livello inalatorio e per ingestione (come tutti i cianuri)		12 Euro
<p>Preparazione: Si ottiene per reazione tra il ferrocianuro di potassio e ioni di ferro(III); il colore è talmente intenso e caratteristico da rendere questa reazione adatta per il rilevamento del ferro o dei cianuri anche a livello di tracce.</p> <p>Reazione di preparazione: $4\text{FeCl}_3 + 3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ (colore blu intenso)+ 12KCl Cloruro ferrico + ferrocianuro di potassio = ferrocianuro ferrico + cloruro di potassio</p> <p>Note: È ferrocianuro di potassio, $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; ottenuto agli inizi del '700 da una soluzione di potassio esacianoferrato con un sale ferrico. Prodotto dopo vent'anni a Parigi e a Londra; incontrò un grande favore presso gli artisti del XIX sec. È costituito da particelle molto fini. Il blu intenso del blu di Prussia è causato dal trasferimento di elettroni da un atomo di ferro ad un altro all'interno della molecola. Viene assorbita luce a 680 nm (rosso), provocando il trasferimento di un elettrone da un atomo di Fe(II) a uno vicino di Fe(III). La luce trasmessa risulta blu. Il blu di Prussia fu probabilmente sintetizzato per la prima volta dal pittore Diesbach a Berlino intorno al 1706. Non più tardi del 1708 il pigmento fu pubblicizzato e venduto in tutta Europa. Nel 1731 Georg Ernst Stahl pubblicò uno scritto sulla diffusione delle tecniche di sintesi del blu di Prussia. Lo scritto considera non solo Diesbach ma anche Johann Konrad Dippel. Diesbach tentava di creare una lacca rossa dalla cocciniglia ma ottenne il blu; l'errore fu dovuto ad una potassa contaminata che aveva utilizzato. Egli aveva preso in prestito la potassa da Dippel, che l'aveva usata per produrre "olio animale". Non ci sono altre sorgenti storiche circa questi fatti. Ad oggi è difficile giudicare la veridicità di questa storia. Nel 1724, la ricetta fu finalmente pubblicata da Woodward. Il blu di Prussia è stato descritto con 2 forme, la "solubile", $\text{KFeIII}[\text{FeII}(\text{CN})_6]$ e la forma insolubile, $\text{Fe(III)}_4[\text{Fe(II)}(\text{CN})_6]_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, il nome deriva da motivi storiche più che da connotazioni di solubilità. Keggin e Miles hanno suggerito una struttura cubica a facce centrate nel quale il ferro ad alto spin e il ferrocianuro a basso spin si dispongono in una struttura ottaedrica legati a -NC e -CN unità, rispettivamente con K^+ controione sito interstiziale. La forma insolubile descritta da Ludi et al. manca di un quarto di ioni esacianoferrato con il sito dell'azoto occupato invece da un cluster di molecole d'acqua coordinate al sito del Fe(II) con altre molecole d'acqua interstiziali. Sono stati preparati anche pigmenti derivati quali il Bruno di Prussia per calcinazione blanda del Blu, Nero di Prussia per calcinazione spinta, il verde, rosso e porpora di Prussia composti dal Blu e altri pigmenti mescolati tra loro ma tutti di scarsa importanza pittorica.</p>						

Nome: BLU COBALTO		Sinonimi: BLU DI THENARD				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
CoAl₂O₄ alluminato di cobalto,	BLU SCURO	SINTETICA	ottenuto nel 1802 da Thénard, tutt'ora utilizzato.	largamente impiegato in pittura; ottimo per l'affresco	Medio	Ottimo
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' molto stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici e alla luce; resistente ad acidi e basi	stabilissimo alla luce.	Compatibile con tutti i pigmenti.	Tossico a livello inalatorio 	50 Euro
<p>Preparazione: Il pigmento è una miscela di alluminato di cobalto che si ottiene per combinazione dell'ossido di cobalto con sali o idrossido di alluminio attraverso la calcinazione.</p> <p>Reazione di preparazione: $\text{CoO} + 2\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{calore} > 800^\circ\text{C} = \text{CoAl}_2\text{O}_4 \text{ (blu scuro)} + 3\text{H}_2\text{O}$ Ossido di cobalto + idrossido di alluminio + calore = alluminato di cobalto + acqua</p>						
<p>Note: Ha una tonalità blu-violacea pallida e una granulazione fine e non uniforme nella dimensione, anche se viene prodotto artificialmente. Alla luce trasmessa le particelle appaiono di un blu luminoso, chiaro con un indice di rifrazione di 1,74. Per ragioni di costo viene talvolta adulterato con l'oltremare. Il termine cobalto deriva dal tedesco "kobolet" o "kobolt", coniato da Paracelso nel XVI secolo e derivato probabilmente da "Cobulus", un genio malvagio delle miniere che nella fantasia medievale rendeva difficile la lavorazione di certi minerali mescolando ad essi elementi improduttivi e sconosciuti (come appunto il cobalto). Il cobalto come metallo fu isolato da Brandt nel 1735 mentre studiava vetri colorati con il blu di smalto. Il blu di cobalto venne sintetizzato successivamente da Leithner nel 1775, da Gahn e Wenzel nel 1777 e da Thénard nel 1804. Il procedimento impiegato da Thénard consisteva nel calcinare una miscela di allumina e fosfato di cobalto in proporzioni variabili secondo la tinta che si voleva ottenere; l'acido fosforico facilitava la reazione dell'ossido di cobalto con l'allumina. La quantità di allumina presente nella miscela determinava l'intensità e la tinta del pigmento (con quattro o cinque parti di allumina e una di fosfato, il blu era puro).</p>						

Nome: BLU CERULEO		Sinonimi: STANNATO DI COBALTO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
CoSnO₄ Stannato di cobalto	AZZURRO CIELO	SINTETICA	Conosciuto dall'inizio del XIX sec.; impiegato fino al 1860.	largamente impiegato in pittura; ottimo per l'affresco	Medio	Ottimo
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' molto stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici e alla luce; resistente ad acidi e basi	stabilissimo alla luce.	Compatibile con tutti i pigmenti	Tossico a livello inalatorio 	50 Euro
<p>Preparazione: . Si tratta di un composto definibile come uno stannato di cobalto o, meglio, come una soluzione solida ottenuta calcinando in aria ed ad alta temperatura un miscuglio di ossido di cobalto CoO e di ossido di stagno SnO₂</p> <p>Reazione di preparazione: $\text{CoO} + \text{SnO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{calore} > 800^\circ\text{C} = \text{CoSnO}_4$ (azzurro) Ossido di cobalto + ossido stannico + ossigeno + calore = stannato di cobalto</p>						
Note:						

Nome: BLU DI TUNGSTENO		Sinonimi: BLU DI THESSIE				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
WO₃ Triossido di tungsteno	BLU SCURO	SINTETICA	Preparato dall'inizio del XX sec. ancora in uso.	largamente impiegato in pittura; ottimo per l'affresco	Medio	Ottimo
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' molto stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici e alla luce; resistente ad acidi e basi	stabilissimo alla luce.	Compatibile con tutti i pigmenti	Tossico a livello inalatorio 	100 Euro
<p>Preparazione: Si prepara per precipitazione da una soluzione di tungstato di sodio trattata ad ebollizione con cloruro stannoso o meglio zinco in pastiglie in ambiente acido (acido cloridrico).</p> <p>Reazione di preparazione: $\text{Na}_2\text{WO}_4 + \text{Zn} + 4\text{HCl} = \text{WO}_3$ (ppt. Blu) + $2\text{NaCl} + \text{H}_2 + \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ Tungstato di sodio + zinco metallico + acido cloridrico = Triossido di tungsteno + cloruro di sodio + cloruro di zinco + acqua.</p>						
Note:						

Nome: BLU DI MOLIBDENO		Sinonimi: /				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
Sn₃Mo₇O₂₄ MOLIBDATO STANNO SO	BLU SCURO	SINTETICA	Preparato dall'inizio del XX sec	largamente impiegato in pittura; ottimo per l'affresco	Medio	Ottimo
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' molto stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici e alla luce; resistente ad acidi e basi	stabilissimo alla luce.	Compatibile con tutti i pigmenti	Tossico a livello inalatorio 	50 Euro
<p>Preparazione: Si pongono 2,5 g di Anidride molibdica MoO₃ (oppure si può partire dal Molibdato di ammonio) e 0,75 g di granuli di stagno (o meglio cloruro stannoso) in un becher; è meglio un <u>leggero</u> eccesso di Sn che un difetto, poiché il metallo rimasto può essere rimosso in seguito lavando con HCl, al contrario dell'eventuale anidride molibdica non reagita.</p> <p>Si aggiungono 2,5 ml di HCl 36% a 13 ml di acqua distillata. Si versa l'acido nel becher.</p> <p>Comincia a svilupparsi idrogeno in modo lento, ma costante. Dopo poco tempo il precipitato scurisce e diviene di un blu sempre più scuro. Agitare di tanto in tanto, soprattutto nelle prime fasi della reazione.</p> <p>Lasciar reagire per 12 ore circa, ma se ancora si sviluppa idrogeno occorre attendere oltre oppure accelerare la reazione scaldando ad ebollizione.</p> <p>La soluzione è divenuta rossastra, con un precipitato scuro sul fondo. Il prodotto decanta facilmente. Lavarlo con qualche millilitro di HCl diluito (non deve più svilupparsi gas!) e poi, varie volte, con acqua.</p> <p>Filtrarlo e asciugarlo. Terminare l'essiccazione su NaOH.</p> <p>Il prodotto appare come una polvere pesante di un blu molto scuro. Con un po' d'attenzione, almeno dal vivo, si percepisce una nota di violetto.</p> <p>La resa è di 2,1 grammi.</p> <p>Reazione di preparazione: $(NH_4)_6Mo_7O_{24} + 3SnCl_2 + HCl = Sn_3Mo_7O_{24} (ppt- blu) + 6NH_4Cl + HCl$ Molibdato di ammonio + cloruro stannoso + acido cloridrico = molibdato stannoso + cloruro di ammonio + acido cloridrico.</p>						
Note:						

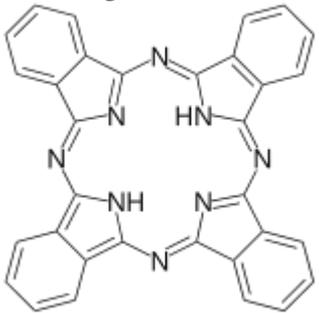
Nome: BLU BREMA		Sinonimi: BLU PELIGOT				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
Cu(OH)₂•CuCO₃ Idrossidi-carbonato rameico	AZZURRO	SINTETICA	Idrossido di rame, ottenuto artificialmente da Peligot dal 1858 dalla tinta blu-verde, e attualmente in declino poichè più efficacemente sostituito dall'oltremare artificiale e dal blu di cobalto	Può essere impiegato con la tempera e l'olio. Sconsigliato con l'affresco	Scarso	Ottimo
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' poco stabile, alterabile dagli agenti atmosferici	Poco stabile alla luce.	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero CuS	Tossico a livello inalatorio 	50 Euro
<p>Preparazione: Si prepara per precipitazione a freddo da solfato di rame , carbonato di sodio, cloruro di calcio opportunamente miscelati quindi addizionati di idrossido di calcio, si forma idrossido carbonato rameico, precipitato azzurro, stabilizzato dal solfato di calcio, precipitato bianco, che si forma nella reazione:</p> <p>Reazione di preparazione: $2\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 + \text{Ca(OH)}_2 = \text{Cu(OH)}_2\cdot\text{CuCO}_3$ (ppt. azzurro) + $2\text{NaCl} + 2\text{CaSO}_4$ (ppt.bianco)</p> <p>Solfato di rame + carbonato di sodio + cloruro di calcio + idrossido di calcio = Idrossicarbonato rameico + cloruro di sodio + solfato di calcio</p>						
<p>Note: Diversi sono i metodi di manifattura, per la maggior parte caratterizzati dalla presenza di solfato di rame, sale comune e soda, tranne un procedimento che Hurst definisce come il più a buon mercato. Esso consiste nel far reagire una soluzione di solfato di rame con una di cloruro di calcio (o di bario), finche si ottenga un liquido blu chiaro che deve essere mescolato con latte di calce appositamente preparato. Una volta che il composto di rame sia tutto precipitato, viene lasciato a depositare, lavato e macinato, quindi usato come pigmento. Il pigmento fu ottenuto per la prima volta nel 1858 da Peligot che riuscì a produrre un idrossido di rame abbastanza stabile, resistente all'acqua bollente, a differenza dei composti al rame fino allora ottenuti derivanti dalla precipitazione di un sale di rame in soluzione con un eccesso di potassa o soda che annerivano rapidamente. Il Blu di Brema è quindi un pigmento per così dire "moderno".</p>						

Nome: BLU DI MANGANESE Sinonimi: MANGANATO DI BARIO						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
BaMnO₄ x BaSO₄ MANGANATO DI BARIO	AZZURRO	SINTETIC A	Anche se preparato nel 1869 da Salter, l'epoca d'uso risale al 1935.	Può essere impiegato con la tempera e l'olio. Sconsigliato con l'affresco	L'effetto è di una tinta smaltata, lucida, ma che asciugandosi resta opaca e produce poche variazioni tonali	Si asciuga rapidamente e ha un potere colorante medio
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	Non è un pigmento adatto all'affresco ed ha un'alta stabilità a luce, temperatura e umidità.	Poco stabile alla luce.	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero MnS. da evitare il suo uso in miscele con colori contenenti ferro	Tossico a livello inalatorio 	50 Euro	
<p>Preparazione: il processo di fabbricazione prevede la calcinazione di una miscela di solfato di sodio, permanganato di potassio e nitrato di bario a 750-800°C in presenza d'aria. Si tratta di un composto prodotto artificialmente, il manganato di bario BaMnO₄ fissato su solfato di bario BaSO₄. Manganati e solfati sono isomorfi, cioè cristallizzano nello stesso sistema e possono dare soluzioni solide in ogni proporzione.</p> <p>In laboratorio è possibile prepararlo partendo dal manganato di potassio, che si prepara mescolando una soluzione concentrata di Permanganato di potassio con idrossido di potassio in pastiche.</p> <p>Si fa bollire la soluzione finché non diventa verde (Manganato di potassio).</p> <p>Quindi aggiungendo una soluzione di cloruro di bario concentrata si ottiene un precipitato blu di manganato di bario.</p> <p>Reazione di preparazione: $KMnO_4 + KOH + \text{calore } 100^\circ C = K_2MnO_4(OH) \text{ (sol. verde)}$. Permanganato di potassio + idrossido di potassio + calore = manganato di potassio</p> <p>$K_2MnO_4 + BaCl_2 = BaMnO_4 \text{ (ppt. azzurro)} + 2KCl$ Manganato di potassio + cloruro di bario = manganato di bario + cloruro di potassio.</p> <p>Note. Ha bisogno di molto diluente e forma una pasta compatta opaca e fluida.</p>						

Nome: OLTREMARE ARTIFICIALE		Sinonimi: /				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
$\text{Na}_3\text{Ca}(\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12})\text{S}$ OLTREMARE ARTIFICIALE (gruppo della Sodalite) Allumosilicato di calcio e sodio contenente zolfo	AZZURRO La presenza di due tipi di gruppi zolfo S_2 e S_3 intrappolati nel reticolo cristallino della sodalite provoca assorbimenti nella zona dell'ultravioletto e violetto (S_2) e nel verde-giallo-arancio (S_3) con conseguente colore blu del composto.	SINTETICO	Prodotto nel 1828 da Guimet e tutt'ora il uso.	Impiegato nelle pitture a tempera e olio, non utilizzato negli affreschi in quanto in presenza di atmosfere acide tende a decolorarsi.	rimane brillante nei colori ad acqua, mentre con oli diventa scuro e opaco	Il potere coprente del pigmento è anche superiore a quello naturale. Indice di rifrazione 1,5 – 1,54
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Ha una buona stabilità alla luce, ma è molto sensibile agli acidi in quanto tende a decolorarsi (prova utilizzata per evidenziare l'oltremare artificiale da quello naturale)	Molto resistente	Compatibile con tutti i pigmenti	Non tossico	100 Euro
<p>Preparazione: La produzione attuale utilizza materiali di partenza economici come caolino, carbonato di sodio, zolfo e un agente riducente come carbone o pece. Dapprima il caolino viene scaldato a 700 °C per allontanare gli ioni ossidrilici destabilizzando la struttura cristallina quindi viene macinato a secco con gli altri ingredienti. La miscela viene scaldata a 750°C in condizioni riducenti. Lo zolfo a 300°C reagisce con il carbonato di sodio ed il riducente per formare ioni polisolfuro, a temperatura più alte il reticolo dell'argilla (caolino) si trasforma in quello della sodalite intrappolando ioni sodio e polisolfuro. A questo punto il materiale viene raffreddato a 500°C e si introduce aria per provocare l'ossidazione degli ioni polisolfuro a S_2^- e S_3^- che causano l'assorbimento della luce e quindi il colore.</p> <p>Il docente sta mettendo a punto una preparazione partendo da sali solubili in soluzione acquosa con calcinazione finale del precipitato ottenuto alla temperatura di 600°C che ha portato fino ad oggi ad un pigmento celeste molto stabile, anziché effettuare una preparazione a secco seguita da calcinazione.</p> <p>Reazione di preparazione: Non ancora ben chiara.</p>						
<p>Note: Nel 1787 Goethe si accorse che vicino a Palermo, nei forni della produzione della calce, si formava sul muro interno un deposito blu che veniva usato in loco per la decorazione degli interni. Verso il 1814 la formazione del deposito blu venne notata nei forni da soda delle vetrerie Saint Gobain in Francia. Un campione venne inviato al Chimico Vauquelin che confermò la stretta somiglianza con l'oltremare naturale. Venne bandito un concorso per la messa a punto di un sistema di produzione dell'oltremare sintetico che venne vinto nel 1828 dal chimico francese Guimet che elaborò un sistema per ricavare l'oltremare artificiale in modo economico;</p>						

negli stessi anni ci riuscì anche il tedesco Gmelin. Sorsero produzioni di oltremare artificiale Europa e negli Stati Uniti.

Composto simile all'oltremare naturale con formula approssimata $Na_{8-10}Al_6Si_6O_{29}S_{2-4}$ prodotto facendo reagire, a circa 800°C, una miscela di carbonato di sodio, caolino e zolfo. Usato fin dalla prima metà del XIX secolo, di colore più intenso rispetto all'oltremare naturale, I pigmenti "Oltremare" comprendono, oltre al blu, anche il violetto, il rosso magenta ed il giallo limone. Infatti, se nella miscela di partenza lo zolfo viene sostituito con selenio, si ottiene il rosso porpora, se la sostituzione con selenio è solo parziale, avremo il violetto. Infine, sostituendo lo zolfo con tellurio, si ottiene il giallo.

Nome: BLU FTALOCIANINA Sinonimi: C.I. 74160 PIGMENT Blue 15						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
C₃₂H₁₆CuN₈ TETRABENZO-5,10,15,20 DIAZAPORFIRINAF TALOCIANINA DI RAME	AZZURRO Color Index number : 74160 Pigment Blue 15	SINTETICA	Preparato nel 1935 e tutt'ora in uso.	Può essere impiegato con la tempera e l'olio.	Elevato	Medio
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Presenta un'alta stabilità a temperatura e umidità.	Stabile alla luce.	Compatibile con tutti i pigmenti eccetto i cromati che possono diventare verdi a contatto con il pigmento organico.	Non tossico anche se con riserva (evitare l'inalazione)	10 Euro
<p>Preparazione: Una ftalocianina è un composto eterociclico la cui struttura chimica è simile a quella delle porfirine naturali e strettamente correlata a quella delle porfirazine. La molecola possiede una cavità centrale in grado di legare ioni idrogeno o cationi metallici attraverso legami molto forti fra lo ione e quattro atomi di azoto di altrettanti gruppi isoindolo. Molti elementi sono stati coordinati all'interno delle ftalocianine e come accade per le porfirine naturali, spesso sono in grado di legare altri gruppi, fungendo da molecola trasportatrice. Sono stati preparati molti pigmenti, di diverso colore, partendo dalle ftalocianine complessate con vari metalli oltre al rame.</p> <p>Reazione di preparazione: La sintesi organica di tali pigmenti è complessa e richiederebbe un corso apposito di sintesi organica.</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>ftalocianina, l'atomo del metallo del complesso che si forma si coordina al suo interno</p> </div> </div>						
<p>Note. Le ftalocianine furono scoperte per caso in una fabbrica di coloranti e la loro diffusione, e il loro sviluppo industriale nel XX secolo sono stati legati esclusivamente alle caratteristiche cromatiche. Le ftalocianine sono state oggetto di studi accademici volti a metterne in luce molteplici caratteristiche e usi come:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rivestimento per CD-ROM riscrivibili • optoelettroniche come microconduttori e semiconduttori organici (sensori FET, nei film Langmuir-Blodgett) • fotoelettroniche (celle fotovoltaiche) • farmacologiche (come mezzo di contrasto, come antitumorale ad esempio la fluoro-alluminio ftalocianina) • catalitiche (sintesi chimica). • elettrocatalisi (celle a combustibile). 						

Di seguito si riporta l'elenco per **Colour Index** per altri pigmento e coloranti derivanti dalle ftalocianine (C.I.):

- **74100** - Pigment Blue 16 (blu-verdastro)
- **74120** - Pigment (verde-giallo, policloro ftalocianina senza metallo)
- **74140** - Vat Blue 29 (blu luminoso, parzialmente solfonata e contenente **cobalto**)
- **74160** - Pigment Blue 15 (Blu luminoso, contenente **rame**); presente anche nelle varianti **74160:1** (contenente **nicel**), **74160:2** (contenente **cobalto**)
- **74161** - Ingrain Blue 13; **74161:1** Ingrain Blue 14; **74161:2** Ingrain Blue 5
- **74180** - Direct Blue 86 (turchese, parzialmente solfonata contenente **rame**);
- **74180:1** Pigment Blue 17 (il derivato sale **dibario**)
- **74200** - Direct Blue 87 (turchese, parzialmente solfonata)
- **74220** - Acid Blue 249 (tetrasolfonata, contenente **rame**)
- **74240** - Ingrain Blue 1 (turchese)
- **74250** - Pigment blue 15
- **74255** - Pigment Green 37
- **74260** - Pigment Green 7
- **74280** - Ingrain Green 3
- **74300** - Pigment Blue (blu-verde, tetra-fenilsolfonato sale di bario)
- **74320** - Direct Green (verde luminoso, tetrafenil tetracarbonato contenente **rame**)

Bruni e aranciati - Epoche antiche

OCRE – TERRA DI SIENA – TERRA D'OMBRA Vedi schede

Bruni e aranciati - Dal XV al XVIII secolo

Nome: BRUNO BITUME		Sinonimi: BRUNO BISTRO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
PIGMENTO CONTENENTE SOSTANZE ORGANICHE E IDROCARBURI A LUNGA CATENA DI ATOMI DI CARBONIO	BRUNO	NATURALE Nei pressi di pozzi petroliferi o in giacimenti di scisti bituminosi o in torbiere.	Usato in Europa dal XV sec. (fiamminghi), ma già noto nell'antichità	Si utilizza nella tecnica ad olio sempre mescolato con olio di lino. Non essendo miscibile in acqua non si usa in affresco.	Quasi trasparente	Basso
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' resistente alla luce, inattaccabile da acidi e alcali, protettivo per pitture e metalli, parzialmente solubile in olio, etere, cloroformio, benzolo, essenza di trementina	Stabilissimo	Compatibile con tutti i tipi di pigmenti. È stato impiegato anche mescolato con pigmenti densi come terra d'ombra e bianco di piombo e per verniciatura finale.	Non tossico	10 Euro
<p>Preparazione: Veniva preparato fondendolo con aggiunta di altre sostanze: olio di lino, olio di noce, trementina, gomma lacca, cera, composti di piombo, rame, zinco e manganese</p> <p>Reazione di preparazione: Prodotto naturale non preparabile in laboratorio.</p>						
<p>Note: <i>Bitume:</i> Materiale derivato da sedimenti organogeni. È costituito da piccole scaglie amorfe di colore brunonerastro. In strato sottile ha colore bruno dorato, trasparente, indicato per velature. Ha difficoltà ad asciugare ed è a rischio di colatura già per temperature di 30-35°C. Spesso è stato addizionato di sostanze essiccatrici quali verderame, litargirio, ossido di manganese, ha tendenza a screpolarsi a causa delle sostanze essiccatrici aggiunte.</p> <p>Utilizzato nella pittura ad acqua, in soluzione di ammoniaca, con gomma e con glicerina. Ha avuto grande diffusione fra fine '700 e inizi '800 con danni nelle opere di tale periodo, causa l'applicazione di un <i>beverone</i> di bitume, olio e grasso animale per ravvivare i dipinti, materiale che poi anneriva. Il <i>bistro</i> si ricava dal bitume di certi legni quali il faggio.</p>						

Nome: BRUNO DI MARTE Sinonimi: TERRA D'OMBRA - BRUNO VAN DYKE – VETRIOLO BRUCIATO – TERRA DI COLONIA – TERRA DI CASSEL						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
Fe₂O₃ x H₂O + MnO₂ OSSIDO FERRICO CONTENENTE SOSTANZE ORGANICHE E/O BIOSSIDO DI MANGANESE IN QUANTITA' VARIABILI	BRUNO a seconda della concentrazione di Ossido Ferrico presente, della sua idratazione e della concentrazione di sostanze organiche e/o biossido di manganese presenti	NATURALE Nei pressi di miniere di ferro.	<i>Vetriolo bruciato</i> usato in pittura dal XVI sec. e <i>bruno di marte</i> o <i>bruno Van Dyck</i> dal XIX sec. Entrambi ricavati dal solfato di ferro (vetriolo verde FeSO ₄).	Si utilizza in tutte le tecniche in particolare per l'affresco.	Basso	Basso
		ARTIFICIALE				
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	Poco stabile	Stabilissimo	Compatibile con tutti i tipi di pigmenti.	Non tossico	10 Euro	
<p>Preparazione: Gli ossidi ottenuti per precipitazione da vari Sali di Ferro e successiva calcinazione sono chiamati Pigmenti di Marte , es. giallo Marte, Rosso Marte ecc. perché per gli alchimisti il Ferro era il metallo del Dio Marte. Si prepara precipitando l'Ossido Ferrico noto come Bruno Marte con Idrossido di sodio partendo da un sale Ferrico e poi calcinando il precipitato a temperature di circa 1200°C (a temperature di circa 700°C si ottiene l'Ocra rossa, a temperature inferiori a 150°C. si ottiene l'Ocra Gialla).</p> <p>Reazione di preparazione: $FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3 + 3NaCl$ cloruro ferrico + idrossido di sodio= idrossido ferrico (ppt. giallo-bruno) + cloruro di sodio $Fe(OH)_3 + \text{calore } <150^\circ C = Fe_2O_3 \cdot x H_2O$ (ocra gialla o Giallo di Marte) $Fe(OH)_3 + \text{calore } 700^\circ C = Fe_2O_3$ (ocra rossa o Rosso di Marte) $Fe(OH)_3 + \text{calore } 1200^\circ C = Fe_2O_3$ (brunodi Marte)</p>						
<p>Note: Il colore è attribuibile principalmente all'assorbimento della luce dovuto a trasferimento di carica ligando-metallo.</p> <p>Fino ad oggi si conoscono ben 15 ossidi, ossidi-idrossidi e idrossidi del ferro sia naturali che artificiali ottenuti per calcinazione di Sali di ferro pertanto si può avere una vasta gamma di colori dal giallo al rosso, al marrone fino al bruno. La terra denominata "Sinopia" proveniente dalle miniere di Sinope nel Ponto, veniva utilizzata per i disegni preparatori negli affreschi che venivano tracciati in rosso con questo pigmento da cui il nome di "Sinopia". Giacimenti si trovano in Germania (Colonia) e in Cecoslovacchia (<i>terra di Cassel</i>). Si prepara artificialmente scaldando corteccia e radici di faggio in crogiolo chiuso. Ha scarso potere coprente, indice di rifrazione di 1,62-1,69, scarsa resistenza alla luce e tendenza a screpolare nella pittura a olio. E' stato usato per velature. Nel XVII sec. era usato da fiamminghi e inglesi, poi nel resto d'Europa.</p> <p><i>Terra di colonia:</i> Pigmento bruno scuro con sfumatura rossastra, con alta percentuale (70-90%) di sostanza organica (torba e lignite), ossido di ferro (circa 1%), allumina e silice.</p>						

Bruno di Prussia: Ottenuto dalla calcinazione del blu di Prussia (ferrocianuro potassico).
Ha costo elevato, è stabile, con forte potere coprente. Impiegato in tutte le tecniche pittoriche.

Bruni e aranciati - Era industriale

Nome: ARANCIO CROMO		Sinonimi: CROMATO BASICO DI PIOMBO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
PbCrO₄ x PbO CROMATO BASICO DI PIOMBO	ARANCIO	SINTETICA	Preparato nel 1809 da Vauquelin Molto usato nel XIX sec., attualmente gli è preferito l'arancio di cadmio, più stabile	Non consigliabile per acquerello e tempera, dà buoni risultati nella pittura a olio e può essere impiegato nell'affresco.	Elevato	Elevato
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Negli affreschi si annerisce se applicato con pigmenti a base di zolfo.(solfuri) Solubile in acidi e basi.	Molto resistente	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero PbS.	Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo 	50 Euro
<p>Preparazione: Si prepara per precipitazione da acetato o nitrato di piombo e cromato o bicromato di potassio a pH fortemente basico (a pH acido si forma il giallo cromo, a pH neutro si forma l'arancio cromo; Vedi Scheda) , a seconda della temperatura di precipitazione si ottengono colori dall'aranciato al rosso.</p> <p>Reazione di preparazione: $\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 2\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 2\text{NaOH} = \text{PbCrO}_4 \times \text{PbO}$ (ppt. rosso) + $4\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ Cromato di sodio + acetato di piombo + idrossido di sodio = cromato basico di piombo (ppt. rosso)+ acetato di sodio + acqua</p>						
<p>Note: Questo pigmento può assumere diverse tonalità a seconda delle condizioni di precipitazione, variando il pH e la temperatura delle soluzioni, a temperature più alte e ambiente leggermente basico si ottiene il pigmento arancio, mentre le tonalità più chiare si preparano utilizzando un eccesso di piombo in soluzione.</p>						

Nome: ARANCIO CADMIO Sinonimi: SOLFURO E SOLFOSELENIURO DI CADMIO in miscela - CADMOPONE						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
CdS + CdSSe SOLFURO E SOLFOSELENIURO DI CADMIO in miscela	ARANCIO	SINTETICA NATURALE poco sfruttata per la sua rarità	L'arancio e il giallo di cadmio, scoperti nel 1817, sono in commercio dal 1846; l'arancio di cadmio e selenio è stato prodotto dal 1910; il <i>cadmio litopone o cadmopone</i> , pigmento con una certa percentuale di bario, dal 1927.	Viene impiegato in ogni tecnica pittorica	Elevato	Presenta alto indice di rifrazione e forte potere coprente
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		inalterabile all'umidità e vapori solfidrici, inerte nei miscugli,	Stabile	Incompatibile con composti del piombo e rame in quali anneriscono per formazione di solfuri neri PbS /CuS	Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo 	150 Euro
<p>Preparazione: È solfuro di cadmio e selenio, CdS+CdSSe, ottenuto chimicamente o miscelando giallo e rosso di cadmio. Vedi schede. Viene prodotto tramite la precipitazione di una soluzione acida di un sale di cadmio e di selenio opportunamente mescolati con idrogeno solforato (acido solfidrico) . Se naturale deriva dal minerale "greenockite". La sua provenienza è indicata in Scozia, Boemia e Pennsylvania,</p> <p>Reazione di preparazione: Non è una reazione chimica ma solo una miscela a diverse proporzioni di due pigmenti aventi colori diversi: CdS (polvere gialla) + CdSSe (polvere rossa) = (CdS + CdSSe) (polvere arancio) Solfuro di cadmio + solfoseleniuro di cadmio = miscela dei due pigmenti.</p>						
<p>Note: Le tonalità di giallo di cadmio che si trovano in commercio sono le seguenti: chiaro, scuro, medio, oro, limone, arancio l'asciugatura è lenta. Ha bisogno di una quantità medio alta di diluente, forma una pasta opaca e compatta, è coprente e non si presta alle velature</p>						

Nome: ARANCIO ANTIMONIO		Sinonimi: /				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
SbS₃·Sb₂O₃ OSSI-SOLFURO DI ANTIMONIO	ARANCIO	SINTETICA	in commercio da metà '800	Viene impiegato in ogni tecnica pittorica ma con uso limitato per la sua tossicità	Elevato	Presenta alto indice di rifrazione e forte potere coprente
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	inalterabile all'umidità	Stabile	Incompatibile con composti del piombo e rame in quali anneriscono per formazione di solfuri neri PbS /CuS.	Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo 	50 Euro	
<p>Preparazione: Il prodotto puro viene preparato artificialmente trattando un sale solubile di antimonio con acido solfidrico(vedi scheda Realgar) in ambiente basico:</p> <p>Reazione di preparazione: $2 \text{SbCl}_3 + 3 \text{H}_2\text{S} + 6\text{NaOH} \rightarrow 6 \text{NaCl} + \text{SbS}_3 \cdot \text{Sb}_2\text{O}_3 (\text{ppt. arancio}) + 6\text{H}_2\text{O}$ Tricloruro di antimonio + acido solfidrico + idrossido di sodio = cloruro di sodio + solfuro di antimonio + acqua</p>						
<p>Note: assorbe il 40% di olio Errori dal web:Arancio antimonio: Noto come <i>solfodorato di ammonio</i>.....(<i>eventualmente solfidrato di antimonio ma nome non più utilizzato</i>)</p>						

Nome: ARANCIO MOLIBDENO Sinonimi: MOLIBDATO- SOLFATO -CROMATO DI PIOMBO						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
7PbCrO₄· 2PbSO₄· PbMoO₄ MOLIBDATO- SOLFATO - CROMATO DI PIOMBO	ARANCIO	SINTETICA	Brevettato nel 1930	Non consigliabile per acquerello e tempera, dà buoni risultati nella pittura a olio e può essere impiegato nell'affresco. Molto usato per inchiostri e vernici a solvente	Elevato	Elevato
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	Negli affreschi si annerisce se applicato con pigmenti a base di zolfo.(solfuri)	Molto resistente	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero PbS.	Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo	50 Euro	
<p>Preparazione: Come pigmento si può preparare in laboratorio anche il semplice Molibdato -Cromato di Piombo di colore arancio precipitandolo da una soluzione bollente di Acetato di Piombo a cui si aggiunge una soluzione costituita da opportune quantità di Cromato di sodio, Molibdato di ammonio.</p> <p>Reazione di preparazione: $2\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{Na}_2\text{CrO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 = \text{PbCrO}_4 \times \text{PbMoO}_4$ (ppt. arancio) + $2\text{CH}_3\text{COONa} + 2\text{CH}_3\text{COONH}_4$</p> <p>Acetato di piombo + cromato di sodio + molibdato di ammonio = Molibdato-cromato di piombo + acetato di sodio + acetato di ammonio.</p>						
Note:						

Nome: VERDIGRIS		Sinonimi: VERDERAME				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{CuO} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ACETATO RAMEICO BASICO	VERDE SCURO TENDENTE AL GRIGIO	SINTETICA Si tratta di "acetati" con varia composizione e chimica e colori dal verde al blu. Sono basici e neutri. Il verderame basico ha colore verde	Noto sino dal mondo classico in epoca romana e con differenti nomi ed usato fino al XIX secolo.	Può essere impiegato con la tempera e l'olio che in particolare lo protegge dal contatto con l'aria.. Molto usato nelle miniature in quanto non essendo esposto alla luce rimaneva inalterato. Sconsigliato con l'affresco	Medio	Ottimo
 <p style="text-align: center;">Verdigris</p> 		Stabilità chimica E' poco stabile, alterabile dagli agenti atmosferici, più resistente se utilizzato in olio che lo protegge dall'aria.	Stabilità fotochimica Poco stabile alla luce.	Compatibilità chimica Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero CuS	Tossicità Tossico a livello inalatorio 	Costo 100 g 40 Euro
<p>Preparazione: . È un prodotto artificiale, ottenuto anticamente facendo reagire il rame, a caldo, con l'aceto oppure stratificando lastre di rame con bucce di uva in fermentazione, si formava acetato basico di rame con impurezze di carbonato di rame. Sono noti ben 8 pigmenti a base di acetato di rame aventi più o meno idratati o idrossi-acetati che si formano insieme con i procedimenti descritti e quindi non sono separabili. In laboratorio può essere preparato facendo reagire ad ebollizione per diverse ore l'Ossido rameico con acido acetico in beuta munita di refrigerante a ricadere in modo da raccogliere l'acido acetico che evapora fino a che non si ottiene una soluzione ed un precipitato verde intenso e che sul fondo non si osserva più traccia dell'ossido rameico bruno. Quindi si toglie il refrigerante e si fa evaporare l'acido ottenendo così l'acetato rameico puro.</p> <p>Reazione di preparazione: $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CuO} + \text{calore(ebollizione)} = \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ (ppt. verde) + $\frac{1}{2} \text{O}_2$ Acido acetico + Ossido rameico = acetato rameico + ossigeno</p>						
<p>Note: Nel Medioevo il verderame si usava stemperato con olio per pittura su legno, con vino o con olio per muro, con vino chiaro o aceto per pergamena; con rosso d'uovo su carta; era usato anche con succhi vegetali e con gomma arabica.</p>						

Nome: RESINATO DI RAME		Sinonimi: VERDERAME				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{CuO} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ACETATO RAMEICO BASICO MESCOLATO CON TREMENTINA VENETA O COLOFONIA	VERDE	SINTETICA <u>In forma liquida</u>	Usato dal VIII fino al XVI secolo.	Può essere impiegato con la tempera e l'olio su tela soprattutto per velature. Sconsigliato con l'affresco	Medio	Ottimo
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' poco stabile, alterabile dagli agenti atmosferici	Poco stabile alla luce. Ha una spiccata tendenza alla foto-decomposizione che lo scurisce (bruno grigio), fenomeno osservabile in una grandissima quantità di dipinti a olio.	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero CuS	Tossico a livello inalatorio Infiammabile e pericoloso per l'ambiente 	40 Euro
<p>Preparazione: Si tratta di acetato di rame mescolato a caldo con trementina veneta, colofonia o altre resine o proteine vegetali, si suppone che si formino dei resinati ossia sali di rame di acidi carbossilici a lunga catena di atomi di carbonio tipo acido abietico ($\text{C}_{19}\text{H}_{29}\text{COOH}$) e simili o addirittura proteinati di rame.</p> <p>Reazione di preparazione: Non definita.</p> <p>Note: La presenza della resina trementina rende il pigmento liquido ma anche infiammabile e pericoloso per l'ambiente oltre ad essere tossico per la presenza dell'acetato di rame. Sali come questi, formati dalla salificazione di gruppi carbossilici, presenti nelle resine vegetali, con metalli facilmente riducibili allo stato elementare, i cosiddetti <i>resinati</i>, sono usati nella preparazione di smalti ceramici per ottenere particolari effetti cromatici. In pratica, durante la cottura nel forno, la componente organica brucia creando un ambiente povero di ossigeno, cioè un ambiente riducente che provoca la riduzione del componente metallico allo stato elementare</p>						

Nome: MALACHITE		Sinonimi: /				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂ CARBONATO BASICO RAMEICO	VERDE CHIARO	NATURALE	Noto sino dal mondo classico in epoca romana ed usato fino al XIX secolo.	Pigmento usato nella pittura a tempera, a olio, nell'affresco e nella miniatura; è migliore nella tempera;	Medio	Ottimo
 		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' poco stabile, alterabile dagli agenti atmosferici ma in misura minore rispetto all'azzurrite. Solubile in acidi e basi. Per riscaldamento a 600°C diventa nera per formazione di ossido di rame.	Stabile alla luce.	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero CuS	Tossico a livello inalatorio 	250 Euro
<p>Preparazione: La preparazione del pigmento dal minerale veniva fatta mediante macinazione, lavaggio e levigazione della polvere ottenuta.</p> <p>Reazione di preparazione: Pigmento naturale, si può ottenere un pigmento simile sinteticamente Vedi scheda Verditer.</p>						
<p>Note: nell'affresco è stato anche miscelato con ocre o terra verde. Presente in natura, ha la stessa origine dell'azzurrite ed è molto più comune, rara in grossi cristalli singoli, si trova più comunemente in ciuffi di esili cristalli con aspetto vellutato o in masse concrezionate, stalattitiche o zonate, suscettibili di politura e lucidatura, molto note e ricercate come pietra ornamentale semipreziosa per la produzione di piccoli oggetti come tabacchiere, portacenere, coppe, vasi, la malachite ebbe il suo momento di grande uso in Russia, durante l'epoca zarista, nel 1800: pregevoli le colonne della cattedrale di S. Isacco a Leningrado.</p> <p>Crisocolla Con questo nome, anticamente, si indicava un materiale utilizzato come preparazione per l'applicazione di lamine d'oro. In seguito è stato usato per indicare alcuni pigmenti verdi, come la Malachite. Oggi indica un silicato di rame di colore verde: $CuSiO_4 \cdot nH_2O$ raramente usato in pittura, sebbene sia stato identificato in alcuni dipinti orientali.</p>						

Nome: TERRA VERDE		Sinonimi: TERRA DI VERONA				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
CELADONITE: $K(Mg,Fe^{2+})(Fe^{3+},Al)[Si_4O_{10}](OH)_2$ GLAUCONITE: $(K,Na)(Fe^{3+},Al,Mg)_2(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2$ ALLUMO SILICATI DI POTASSIO E FERRO	VERDE CHIARO Il colore è molto variabile, a seconda della località di origine, da un verde opaco con sotto-tono bluastro ad un verde intenso con sfumature giallastre	NATURALI Minerali appartenenti al gruppo delle miche	Noto sino dal mondo classico in epoca romana ed usato fino al XX secolo.	è utilizzata soprattutto per l'affresco	Basso	Basso
		Stabilità chimica E' stabile, e inalterabile dagli agenti atmosferici	Stabilità fotochimica Stabile alla luce.	Compatibilità chimica Compatibile con tutti i pigmenti	Tossicità Non tossico	Costo 100 g 10 Euro
		Preparazione: Pigmento naturale, non si produce sinteticamente. Reazione di preparazione:				
Note: Sedimento terroso contenente i minerali glauconite, silicato di potassio e ferro, oppure, nella migliore qualità (<i>terra di Verona</i>) celadonite. E' stata usata anche come base con biacca, e bolo per applicare l'oro Nella pittura italiana fu usato come sottofondo per gli incarnati ("verdaccio") che oggi appaiono spesso verdastri per la consunzione della pittura rosa di superficie.						

Nome: VERDITER VERDE MALACHITE		Sinonimi: BLU VERDITER – VERDE VERDITER –				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
CuCO₃ CARBONATO RAMEICO	-AZZURRO -VERDE Di varie tonalità a seconda del metodo di preparazione	SINTETICA usati come sostituti di Azzurrite e Malachite.	Carbonati di rame, ottenuti artificialmente dal 1800, attualmente poco utilizzati.	Può essere impiegato con la tempera e l'olio. Sconsigliato con l'affresco	Medio	Medio
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' poco stabile, alterabile dagli agenti atmosferici	Poco stabile alla luce.	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero CuS	Tossico a livello inalatorio 	50 Euro
<p>Preparazione: Il verditer di colore verde fu preparato aggiungendo ad una soluzione di nitrato rameico del carbonato di calcio (calcare) e calce a caldo, si ottenne un precipitato verde molto simile alla Malachite (vedi scheda). Aggiungendo al nitrato rameico, carbonato di calcio, calce, idrossido di bario e cloruro di ammonio si ottenne il precipitato di verditer di colore blu abbastanza stabile simile invece all'azzurrite (Vedi scheda). Esistono moltissime ricette per preparare verditer di vari colori tra il blu e il verde ma tutte portano a prodotti scadenti. In laboratorio il Verde Verditer o Verde Malachite si prepara riscaldando una soluzione di Solfato di rame quasi ad ebollizione (80°C) quindi aggiungendo lentamente e poco alla volta una soluzione concentrata di carbonato di sodio. Il precipitato ottenuto va essiccato a temperatura di 70-80°C altrimenti diventa nero per formazione di ossido rameico nero.</p> <p>Se si opera a freddo con la stessa metodica si ottiene il Blu Verditer.</p> <p><u>E' interessante osservare come le condizioni di precipitazione, in questo caso la variazione della temperatura con il semplice riscaldamento, porta a due pigmenti di colore diverso.</u></p> <p><u>In altri casi (cromati di piombo: giallo, arancio e rosso piombo) è la sola variazione di pH a produrre pigmenti di colore diverso.</u></p> <p>Reazione di preparazione: $CuSO_4 + Na_2CO_3 + calore < 80^\circ C = CuCO_3$ (ppt. verde chiaro) + Na_2SO_4 Solfato rameico + carbonato di sodio + calore =carbonato rameico + solfato di sodio</p> <p>$CuSO_4 + Na_2CO_3 + calore < 80^\circ C = CuCO_3$ (ppt. azzurro) + Na_2SO_4 Solfato rameico + carbonato di sodio =carbonato rameico + solfato di sodio</p>						
Note: Diversi sono i metodi di manifattura e diversi sono i colori ottenuti, variabili tra il verde ed l'azzurro.						

Nome: VERDE DI SCHEELE		Sinonimi: ARSENITO DI RAME				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
$\text{Cu}_3(\text{AsO}_3)_2$ ARSENITO RAMEICO	VERDE CHIARO	SINTETICA	Preparato dal 1778 dal Chimico Scheele ma ormai in disuso per la poca stabilità ed alta tossicità.	Pigmento usato nella pittura a tempera, a olio, nell'affresco e nella miniatura	Medio	Medio
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' poco stabile, alterabile dagli agenti atmosferici	Poco stabile alla luce.	Incompatibile e con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero CuS	Molto tossico a livello inalatorio 	40 Euro
<p>Preparazione: Si preparava anticamente riscaldando a 90°C una soluzione di carbonato di sodio con anidride arseniosa fino a completa dissoluzione quindi tale soluzione viene aggiunta lentamente ad una soluzione di solfato di rame da cui precipita l'arsenito verde. In laboratorio si prepara aggiungendo ad una soluzione di solfato rameico una soluzione di arsenito di potassio.</p> <p>Reazione di preparazione: $3\text{CuSO}_4 + 2\text{K}_3\text{AsO}_3 = \text{Cu}_3(\text{AsO}_3)_2$ (ppt. verde chiaro) + $3\text{K}_2\text{SO}_4$ Solfato di rame + arsenito di potassio = arsenito di rame + solfato di potassio.</p>						
Note:						

Nome: VERDE DI SCHWEINFURTH Sinonimi: VERDE SMERALDO –						
VERDE DI PARIGI – VERDE VERONESE						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
$\text{Cu}_3(\text{AsO}_4)_2 \times \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ACETO-ARSENIATO RAMEICO	VERDE BRILLANTE	SINTETICA Fu preparato per migliorare le qualità del Verde di Scheele.	Noto dal 1814 ma ormai in disuso per la alta tossicità.	Pigmento usato nella pittura a tempera, a olio, nell'affresco e nella miniatura	Ottimo	Ottimo
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	E' stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici	Stabile alla luce.	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero CuS	Molto tossico a livello inalatorio 	40 Euro	
<p>Preparazione: E' un arseniato di rame ottenuto mediante la precipitazione di 4 parti di acetato di rame $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ acidificato con acido acetico e 8 parti di acido arsenico H_3AsO_4, mescolando fino alla separazione del colore insolubile. In laboratorio si prepara partendo dall'acetato di rame (vedi scheda Verdigris *) quindi anziché far evaporare per eliminare l'acido acetico in eccesso si aggiunge a caldo una soluzione di arseniato di potassio, precipita quindi l'aceto-arseniato di rame di un bellissimo colore verde.</p> <p>Reazione di preparazione: $4\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 2\text{K}_3\text{AsO}_4 = \text{Cu}_3(\text{AsO}_4)_2 \times \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ (ppt. verde) + $6\text{CH}_3\text{COOK}$ Acetato rameico + arseniato di potassio = aceto-arsenito rameico + acetato di potassio.</p> <p>Note: a causa della sua elevata tossicità, viene, invece, usato nella produzione di pitture antivegetative per le carene delle navi o per palificazioni di legno in ambienti molto umidi.</p> <p>*In laboratorio può essere preparato facendo reagire ad ebollizione per diverse ore l'Ossido rameico con acido acetico in beuta munita di refrigerante a ricadere in modo da raccogliere l'acido acetico che evapora fino a che non si ottiene una soluzione ed un precipitato verde intenso e che sul fondo non si osserva più traccia dell'ossido rameico bruno. Quindi si toglie il refrigerante e si fa evaporare l'acido ottenendo così l'acetato rameico puro. $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CuO} + \text{calore(ebollizione)} = \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ (ppt. verde) + $\frac{1}{2} \text{O}_2$ Acido acetico + Ossido rameico = acetato rameico + ossigeno</p>						

Nome: VERDE COBALTO		Sinonimi: VERDE DI RINMANN – VERDE DI ZINCO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
ZnO x CoO OSSIDO DI ZINCO E COBALTO	VERDE BRILLANTE	SINTETICA	Scoperto dal 1780 e tutt'ora in uso.	rende meglio a olio, ma si può usare in tutte le tecniche	Basso,	Medio semitrasparente
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici solubile in acidi non in alcali	Stabile alla luce.	Compatibile con tutti i pigmenti	Non tossico	200 Euro
<p>Preparazione: Si prepara precipitando il solfato di zinco ed il solfato di cobalto con carbonato di sodio e calcinando il precipitato che si ottiene a temperatura molto alta. Oppure scaldando a 800°C l'ossido di zinco imbibito di nitrato di cobalto. Infine bruciando il cobalto metallico in polvere con nitrato di sodio e ossido di zinco (miscela simile alla polvere da sparo)</p> <p>Reazione di preparazione: $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 + \text{ZnO} = \text{ZnO} \times \text{CoO} (\text{pol. verde}) + 2\text{NO}_2$ Nitrato di cobalto + ossido di zinco = ossido di zinco e cobalto + biossido di azoto (gas)</p>						
<p>Note: Il colore è verde bluastrò, il tono dipende dalla quantità relativa dei due componenti, aumentando la quantità di ossido di cobalto si passa al cosiddetto Azzurro cielo, di colore azzurro molto chiaro. Può essere reso più brillante aggiungendo, durante la calcinazione, fosfato di ammonio $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ o arseniato di ammonio $(\text{NH}_4)_3\text{AsO}_4$</p>						

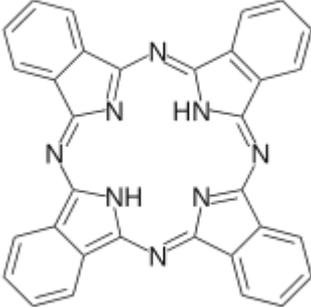
Nome: VERDE CROMO		Sinonimi: VIRIDIAN				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
Cr₂O₃ OSSIDO DI CROMO	VERDE BRILLANTE SCURO(opaco) E CHIARO (trasparente)	SINTETICA	Scoperto dal 1800 usata dai pittori a olio dopo il 1859 e tutt'ora in uso.	usato in tutte le tecniche di pittura e per vernici industriali	Alto la qualità trasparente e compare nel '900	Alto
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' il più stabile tra i pigmenti verdi, stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici Inattaccabile da acidi e alcali	Stabilissimo alla luce e calore.	Compatibile con tutti i pigmenti	Molto tossico a livello inalatorio 	10 Euro
Preparazione: È un ossido cromoso, anidro Cr ₂ O ₃ SCURO Come minerale, la Eskolaite , è rarissimo in natura, mentre è diffuso, in tracce, in molte rocce e terreni. Attualmente viene prodotto tramite la calcinazione di bicromato di ammonio : $(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr_2O_3 + N_2 + 4 H_2O$ mentre, in precedenza, veniva ottenuto dalla decomposizione e riduzione del cromato di mercurio. Si tratta di ossido cromoso idrato: Cr ₂ O ₃ 2H ₂ O CHIARO o TRASPARENTE prodotto tramite la calcinazione di un bicromato alcalino, K ₂ Cr ₂ O ₇ o Na ₂ Cr ₂ O ₇ , in presenza di acido borico H ₃ BO ₃ e successivo lavaggio con acqua per eliminare il cromato alcalino che si forma: Reazione di preparazione: 4 K₂Cr₂O₇ + calore >600°C → 4 K₂CrO₄ + 2Cr₂O₃ (polv. Verde) + 3O₂ Bicromato di potassio + calore = cromato di potassio + ossido cromico + ossigeno In laboratorio si prepara anche aggiungendo ad una soluzione di nitrato cromatico una soluzione di idrossido di sodio, precipita l'idrossido cromatico di colore verde-grigio. Successivamente l'idrossido cromatico separato e lavato viene calcinato a temperature superiori a 600°C e si ottiene l'ossido cromatico, pigmento di colore verde Reazione di preparazione: Cr(NO₃)₃ + 3NaOH → Cr(OH)₃ + 3NaNO₃ Nitrato cromatico + idrossido di sodio = Idrossido cromatico (ppt.verde-grigio) + nitrato di sodio 2Cr(OH)₃ + calore = Cr₂O₃ (polv. Verde) + 3H₂O Idrossido cromatico + calore = ossido cromatico + acqua						
Note: Per la sua proprietà di riflettere i raggi infrarossi, è impiegato nelle pitture mimetiche a scopi militari.						

Verde cinabro: miscela blu di Prussia/giallo di cromo; dalla fine del XIX sec.; non stabile.

Verde di Hooker: blu di Prussia con gomma gutta, con giallo di cadmio o lacca gialla; non stabile.

Verde di Cromo

composizione: miscela di Blu di Prussia e Giallo di Cromo da non confondere con i verdi ossido di Cromo (cfr.). Altri nomi: Cinnabar Green, Oil Green. Origine: artificiale. Periodo d'uso: dall'inizio del XIX secolo
colore: variabile da verde erba a verde blu, con elevato potere coprente e granulazione molto fine
resistenza: poco resistente alla luce sotto la cui azione tende a virare al blu. Presenta inoltre i difetti del Blu di Prussia e del Giallo di Cromo. Tecniche: non utilizzato in pitture murali per la sua sensibilità agli alcali; inoltre, a causa della scarsa resistenza alla luce non risulta molto adatto neppure nelle altre tecniche pittoriche

Nome: VERDE FTALOCIANINA		Sinonimi: C.I. 74255 PIGMENT Green 37				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
$C_{32}H_{16}CuN_8$ TETRABENZO-5,10,15,20 DIAZAPORFIRINAF TALOCIANINA DI RAME CLORURATA	AZZURRO Color Index number : 74255 Pigment green 37	SINTETICA	Preparato nel 1936 e tutt'ora in uso.	Può essere impiegato con la tempera e l'olio.	Elevato	Medio
		Stabilità chimica Presenta un'alta stabilità a temperatura e umidità.	Stabilità fotochimica Stabile alla luce.	Compatibilità chimica Compatibile con tutti i pigmenti eccetto i cromati che possono diventare verdi a contatto con il pigmento organico.	Tossicità Non tossico anche se con riserva (evitare l'inalazione)	Costo 100 g 10 Euro
		<p>Preparazione: Una ftalocianina è un composto eterociclico la cui struttura chimica è simile a quella delle porfirine naturali e strettamente correlata a quella delle porfirazine. La molecola possiede una cavità centrale in grado di legare ioni idrogeno o cationi metallici attraverso legami molto forti fra lo ione e quattro atomi di azoto di altrettanti gruppi isoindolo. Molti elementi sono stati coordinati all'interno delle ftalocianine e come accade per le porfirine naturali, spesso sono in grado di legare altri gruppi, fungendo da molecola trasportatrice. Sono stati preparati molti pigmenti, di diverso colore, partendo dalle ftalocianine complessate con vari metalli oltre al rame.</p> <p>Reazione di preparazione: La sintesi organica di tali pigmenti è complessa e richiederebbe un corso apposito di sintesi organica.</p>				
		 <p>ftalocianina, l'atomo del metallo del complesso che si forma si coordina al suo interno</p>				
<p>Note. Vedi scheda Blu Ftalocianina</p>						

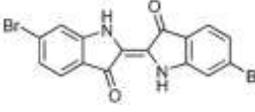
Porpora/viola - Rinascimento

Bisso: porpora ottenuta con lacca rossa e azzurro oltremare.

Porpora di Van Eyck: rosso-violaceo a base di lacca di garanza e vernice.

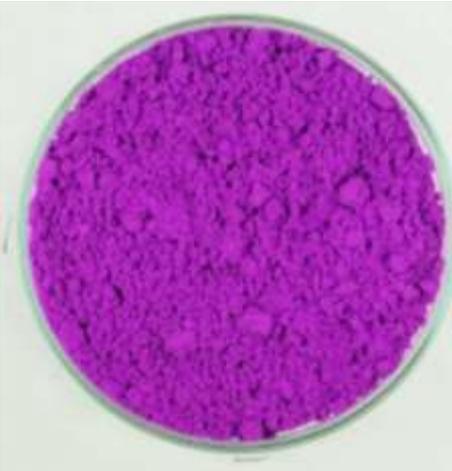
Nome: PORPORA ROSSA		Sinonimi: CROMATO ARGENTO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
Ag₂CrO₄ CROMATO DI ARGENTO	ROSSO - PORPORA	SINTETICA	Preparato nel 1800 e usato poco in pittura, attualmente non in uso.	Usato per tempera, dà buoni risultati nella pittura a olio e può essere impiegato nell'affresco. Utilizzano anche in miniatura	Medio	Medio
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Negli affreschi si annerisce se applicato con pigmenti a base di zolfo.(solfuri) Solubile in acidi e basi.	Stabile	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero AgS.	Molto Tossico a livello inalatorio e per contatto cutaneo 	100 Euro
Preparazione: Si prepara per precipitazione da nitrato di argento e cromato di potassio in soluzione acquosa.						
Reazione di preparazione: $2\text{AgNO}_3 + \text{K}_2\text{CrO}_4 = \text{Ag}_2\text{CrO}_4$ (ppt. rosso porpora) + 2KNO_3 Nitrato di argento + cromato di potassio = cromato di argento + nitrato di potassio						
Note:						

Porpora/viola - Epoca antica

Nome: PORPORA		Sinonimi: PORPORA DI TIRO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
 <p>DIBROMOINDACO 2-(1,3-diidro-3-osso-2H-indol-2-ilidene)-1,2-diidro-3H-indol-3-one.</p>	PORPORA	NATURALE si estrae da molluschi del genere Murex	Utilizzato fin dall'epoca dei fenici e romana, attualmente non usato in arte ma prodotto artificialmente.	E' stato utilizzato solo nei manoscritti e non nelle tecniche pittoriche.	elevato	Basso
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		esposto a luce solare intensa, tende a sbiadire.	Poco stabile alla luce.	Compatibile con tutti i pigmenti per la sua inerzia.	Non tossico	100 Euro
<p>Preparazione: Pigmento naturale</p> <p>Colorante organico di origine animale contenuto in una secrezione prodotta da alcuni molluschi diffusi nel Mediterraneo (<i>Murex Brandaris</i>, <i>Murex Trunculeus</i>, <i>Purpura Haemastoma</i> ed altri). Il principio colorante è un bromoindaco che, appena estratto, si presenta di colore bianco-giallastro, con odore nauseabondo, ma che all'aria, per azione di un fermento, la <i>porpurasi</i>, passa al verde per poi assumere una tinta rossa caratteristica detta appunto "porpora" chimicamente molto resistente.</p> <p>Viene anche prodotto per sintesi chimica. Fu Adolf von Baeyer, premio Nobel nel 1905, a mettere a punto per primo il processo di sintesi.</p>						
<p>Note:</p> <p>Usato nell'antichità, soprattutto per la tintura di tessuti di pregio. Per tingere una sola pezza di tessuto erano necessari migliaia di molluschi, per cui questi tessuti avevano un costo elevatissimo ed erano destinati alle classi sociali più alte; talvolta è stato usato per decorare manoscritti (ad es. il Codice Bizantino). Oggi presenta un interesse puramente storico. Il pigmento si estrae dal murice comune (<i>Bolinus brandaris</i> Linneo, 1758), un mollusco gasteropode appartenente alla famiglia dei Muricidae. Viene secreta da una ghiandola, come liquido vischioso di colore violaceo e già nell'antichità veniva utilizzata per la colorazione delle stoffe. In età imperiale rappresentava il colore per eccellenza.</p> <p>In realtà, soprattutto all'epoca, la porpora poteva avere diverse sfumature di colore, in base alla preparazione. Il più ricercato era sempre il colore rosso porpora come conosciuto oggi, simile al colore del sangue e del fuoco. Per riuscire a tingere anche una sola veste occorrevano migliaia di esemplari. Inoltre era un colore molto resistente ai lavaggi: era quindi preziosissima e solo in pochi potevano esibire in pubblico questo colore. Per lungo tempo fu riservata all'uso sacerdotale e regale, ma in seguito venne utilizzata anche dagli aristocratici romani per abbellirne le vesti. Sembra che i primi a produrre la porpora fossero i Fenici. La lavorazione della porpora costituì la fortuna delle città di Tiro e Sidone, quindi di numerose città greche, italiane, spagnole e nordafricane. Questa tecnica andò perduta, almeno in Europa, dal periodo che va dal pieno Medioevo al 1833, quando venne riscoperta da Bartolomeo Bizio.[1]</p>						

Porpora/viola - Epoca moderna

Oltremare violetto: da azzurro oltremare, usato per affresco; dal 1840 (Vedi LAPISLAZZULI).

Nome: VIOLETTO COBALTO CHIARO Sinonimi: ARSENIATO DI COBALTO						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
Co₃(AsO₄)₂ ARSENIATO DI COBALTO	VIOLA CHIARO	SINTETICA	Noto dal 1859 e tutt'ora in uso.	Pigmento usato nella pittura a tempera, a olio, nell'affresco e nella miniatura	Medio	Medio
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	E' stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici	Stabile alla luce.	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero CoS	Molto tossico a livello inalatorio 	100 Euro	
Preparazione: L'arseniato di cobalto viene ottenuto per aggiunta di arseniato di potassio ad un sale di cobalto sciolti in soluzione acquosa:						
Reazione di preparazione: $3 \text{CoCl}_2 + 2\text{K}_3\text{AsO}_4 \rightarrow \text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2$ (ppt. viola chiaro) + 6KCl Cloruro di cobalto + arseniato di potassio = arseniato di cobalto + cloruro di potassio						
Note:						

Nome: VIOLETTO COBALTO SCURO		Sinonimi: FOSFATO DI COBALTO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
Co₃PO₄ FOSFATO DI COBALTO	VIOLA SCURO	SINTETICA	Noto dal 1859 e tutt'ora in uso.	Pigmento usato nella pittura a tempera, a olio, nell'affresco e nella miniatura e nella stampa dei tessuti	Medio	Medio
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici	Stabile alla luce.	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero CoS	Tossico a livello inalatorio 	80 Euro
<p>Preparazione: Il fosfato bi-idrato si ottiene da una soluzione di acetato o cloruro di cobalto per aggiunta di fosfato di ammonio, il sale così ottenuto è rosso e vira al violetto per successiva calcinazione (1). In laboratorio il fosfato di cobalto viene ottenuto per precipitazione (2) per aggiunta di fosfato trisodico ad un sale di cobalto sciolti in soluzione acquosa</p> <p>Reazione di preparazione (1) : $3 \text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 2 (\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{calore} >500^\circ\text{C} \rightarrow \text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (polv. Viola scuro) + $6 \text{CH}_3\text{COONH}_4$ che si decompone in CO_2, H_2O e N.</p> <p>Acetato di cobalto + trifosfato di ammonio + calore = fosfato di cobalto + acetato di ammonio (anidride carbonica, acqua e azoto)</p> <p>Reazione di preparazione (2) : $3 \text{CoCl}_2 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$ (ppt.viola scuro) + 6NaCl</p> <p>Cloruro di cobalto + trifosfato di sodio = trifosfato di cobalto + cloruro di sodio</p>						
Note:						

Nome: VIOLETTO MANGANESE		Sinonimi: FOSFATO MANGANOSO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
$\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2$ FOSFATO MANGANOSO $(\text{NH}_4)_2\text{Mn}_2(\text{P}_2\text{O}_7)_2$ PIROFOSFATO DI AMMONIO E MANGANESE	VIOLA SCURO	SINTETICA	Questo pigmento di origine e inorganica e sintetica, fu inventato da Leykhuf nel 1868 e tutt'ora in uso.	Pigmento usato nella pittura a tempera, a olio. Non utilizzato nell'affresco in quanto degrada in presenza di basi (Calce)	Medio	Medio
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici. Decomposto da acidi e basi.	Stabile alla luce.	Compatibile con tutti i pigmenti	Non tossico	100 Euro
<p>Preparazione: Il pirofosfato si prepara fondendo della pirolusite (biossido di manganese) con acido fosforico, la massa violetta ottenuta si fa bollire con aggiunta di carbonato di ammonio quindi si filtra e si lava. Il residuo ottenuto si scalda a fusione, il violetto ottenuto sotto forma di polvere si lava e si essicca.</p> <p>Reazione di preparazione: $2\text{MnO}_2 + 4\text{H}_3\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{calore} >100^\circ\text{C} = (\text{NH}_4)_2\text{Mn}_2(\text{P}_2\text{O}_7)_2 + \text{CO}_2$ Biossido di manganese + acido fosforico + carbonato di ammonio = pirofosfato di ammonio e manganese + anidride carbonica.</p>						
Note:						

Lacche violette: coloranti organici (Vedi scheda rosso alizarina) su supporti minerali (solfato di bario, allumina, ecc.) per pitture pregiate e per inchiostro.

Bianchi - Età classica

Bianchi - Medioevo

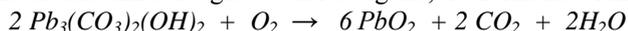
Creta bianca: (talco $3\text{MgO}\cdot 4\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$ e caolino $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) da argilla.

Scagliola: per fondi (solfato di calcio semidrato e anidro) dal gesso.

Nome: BIANCO SAN GIOVANNI Sinonimi: CARBONATO DI CALCIO						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
CaCO₃ CARBONATO DI CALCIO	BIANCO	MINERALE	Noto dalla preistoria e tutt'ora in uso.	Pigmento usato nella pittura a tempera, a olio, nell'affresco. Attualmente non è più utilizzato come pigmento ma come inerte per dare corpo ad alcuni coloranti organici sintetici (lacche).	Ottimo	Ottimo
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	E' stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici . E' solubile in acido con effervescenza.	Stabile alla luce.	Compatibile con tutti i pigmenti	Non tossico	10 Euro	
<p>Preparazione: il carbonato di calcio è un minerale comunissimo in natura, attualmente il materiale puro viene ottenuto da "latte di calce" (sospensione di calce spenta in acqua) trattato con anidride carbonica, secondo la reazione :</p> <p>Reazione di preparazione: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 (\text{polv. Bianca}) + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>Idrossido di calcio + anidride carbonica = carbonato di calcio + acqua</p>						
<p>Note: I più antichi sono il <i>carbonato di calcio</i>, CaCO_3, derivato da rocce carbonatiche e gusci di molluschi, e la <i>creta</i>, resti fossili di alghe unicellulari o argille bianche (caolini).</p> <p>Altri pigmenti a base di Carbonato di Calcio o altri Sali di calcio ottenuti da vari materiali di natura organica sono : <i>Bianco di corna di cervo</i>, <i>bianco di gusci d'ostriche</i>, <i>bianco di gusci d'uovo</i>, <i>bianco d'ossa (fosfato tricalcico)</i>; tutti ottenuti da ossa e gusci, aventi tutti caratteristiche simili.</p> <p><i>Bianco di marmo:</i> dalla forma naturale cristallina di Carbonato di Calcio denominata marmo;</p>						

Nome: BIACCA Sinonimi: BIANCO DI PIOMBO						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
$2\text{PbCO}_3 \cdot x$ Pb(OH)_2 CARBONATO BASICO DI PIOMBO	BIANCO	MINERALE ma non importante in quanto raro SINTETICA	Dall'età classica al XIX sec. è stato impiegato in tutte le tecniche pittoriche; oggi è sostituito con bianco di titanio e bianco di zinco.	Pigmento usato nella pittura a tempera, a olio in quanto l'olio protegge il pigmento, occasionalmente nell'affresco	Ottimo	Ottimo con granulometria fine e indice di rifrazione pari a 1,95-2,10, potere coprente di 2,6-4,0 m ² /kg
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Negli affreschi si annerisce se applicato con pigmenti a base di zolfo.(solfuri) Solubile in acidi e basi.	Molto resistente	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero PbS che però possono essere restaurate trattando la porzione con acqua ossigenata che lo trasforma in solfato di piombo bianco.	Molto tossico a livello inalatorio e per ingestione 	120 Euro
<p>Preparazione: Un metodo per produrla consisteva nel collocare dei pezzi di piombo in vasi di terracotta contenenti aceto; si formava acetato basico di piombo che veniva poi trasformato in carbonato basico mediante l'azione di anidride carbonica prodotta da sostanze organiche, ad esempio vinacce, in fermentazione.</p> $2 \text{Pb} + 2 \text{CH}_3\text{COOH} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Pb}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2(\text{OH})_2 + 2 \text{H}_2$ $3 \text{Pb}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2(\text{OH})_2 + 4 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2 + 6 \text{CH}_3\text{COOH}$ <p>Attualmente si prepara prima l'idrossido di piombo, in genere tramite elettrolisi, questo viene poi trasformato in carbonato basico con CO₂ sotto pressione.</p> <p>Oppure semplicemente in laboratorio si ottiene precipitandolo da una soluzione di acetato di piombo trattata con una soluzione di carbonato di sodio.</p> <p>Reazione di preparazione: $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{PbCO}_3$ (ppt. bianco) + $2\text{CH}_3\text{COONa}$ acetato di piombo + carbonato di sodio = carbonato di piombo + acetato di sodio</p>						
<p>Note: qualità migliori nella pittura a olio; scarsa quantità di olio richiesta: 15g/100g di pigmento. Ha un'azione siccativa</p> <p>In natura esiste un minerale con la stessa composizione : la Idrocerussite , una varietà della Cerussite, carbonato di piombo PbCO_3, conosciuta e già preparata artificialmente dagli antichi greci. Si tratta di prodotti di alterazione della Galena PbS., che è il minerale di piombo più comune.</p> <p>Per azione dell'acido solfidrico, che può essere presente nell'aria, tende a scurire trasformandosi nel solfuro PbS, nero:</p> $\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2 + 3 \text{H}_2\text{S} \rightarrow 3 \text{PbS} + 2 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$ <p>Una reazione simile si può verificare se viene a contatto con pigmenti costituiti da solfuri, sempre con formazione di PbS, ad esempio:</p> $\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2 + 3 \text{CdS} \rightarrow 3 \text{PbS} + 2 \text{CO}_2 + 3 \text{CdO} + \text{H}_2\text{O}$						

mentre in presenza di aria umida reagisce con l'ossigeno, trasformandosi in PbO_2 , di colore bruno.:



Per questo, il suo uso è sconsigliato nella pittura ad affresco, infatti, con il tempo, annerisce rendendo le pitture oscure ed irriconoscibili.

Invece nelle tecniche ad olio la biacca è compatibile con tutti gli altri pigmenti perché le sue particelle risultano inglobate nella pellicola di olio che non permette il contatto diretto con altri pigmenti e con l'aria.. Inoltre, essendo fortemente basica, reagisce con i gruppi $-COOH$ liberi delle resine e degli oli, formando saponi di piombo che funzionano come catalizzatori della polimerizzazione, accelerando di molto l'essiccazione, anche in profondità..

APPROFONDIMENTO

Biacca La biacca o bianco di piombo è un carbonato basico di piombo che si trova in natura come minerale cerussite ma è da sempre stata ricavata artificialmente dal piombo. Il metodo di preparazione consisteva anticamente nell'esposizione per circa un mese di lastre di piombo entro recipienti in terracotta, ai vapori di aceto; i recipienti erano a loro volta immersi nel letame. Dal processo di fermentazione si veniva a formare sulla superficie delle lastre una crosta bianca, che dopo essere stata asportata e purificata dai sali, veniva macinata. Un altro sistema più recente, detto processo Dutch, prevede che frammenti di piombo siano messi in recipienti di terracotta immersi in acido acetico e avvolti in pezzi di corteccia ricca di tannini dove ha luogo una reazione di fermentazione della corteccia con l'acido acetico, il processo dura circa novanta giorni. Il colore ottenuto da questi processi ha un alto indice di rifrazione e quindi un buon potere coprente. La lavorazione del pigmento era molto pericolosa, trattandosi di una sostanza velenosa che si accumula nell'organismo e provoca intossicazioni spesso mortali. Calcinato diventa prima giallo (massicot-litargiro), poi rosso (minio). In pittura è stato usato dall'antichità fino al XIX secolo sia in Oriente che in Occidente, viene citato negli antichi ricettari, dal Cennini e dal Vasari. Nella pittura murale veniva sconsigliato per la facilità alla decomposizione e all'annerimento, fenomeno che avviene sotto l'azione combinata di luce, umidità e di microorganismi.

Composizione chimica: Carbonato basico di piombo.

Formula: $2PbCO_3 Pb(OH)_2$

Numero CAS: 1319-46-6

Colour-Index (Colour-name): PW1

Altri nomi:

Bianco di piombo

Bianco d'argento

Bianco di Cremnitz

Bianco di Kremser

Bianco di Genova

Bianco di Londra

Bianco di Vienna

Bianco Inglese

Bianco di Venezia

Bianco Olandese

Cerussa

Bianco di Nottingham

Periodo d'uso

Conosciuto ed utilizzato fin dai tempi più antichi è stato l'unico bianco disponibile, e comunque il più diffuso, fino al XIX secolo; in seguito, con l'inserimento in commercio del Bianco di Zinco (nel 1840 circa) e, nel XX secolo (1930 circa), del Bianco di Titanio, il suo impiego è parecchio diminuito fino quasi a scomparire del tutto. Oggi viene usato esclusivamente da alcuni pittori particolarmente legati alla tradizione e, seppur raramente, in lavori di restauro. In antichità è stato anche usato, dai greci e dai romani, a scopo cosmetico.

Tossicità

Il piombo ha notoriamente spiccate proprietà nocive, ed è in grado di causare danni a seguito di accumulo progressivo nell'organismo. Tale patologia, nota come "saturnismo", si manifesta con ben precisi sintomi. Quelli più diffusi, che indicano un avvelenamento cronico da piombo, sono: mal di testa, stanchezza, stipsi, diarrea, coliche, insufficienza renale, insufficienza epatica, anemia, disturbi gengivali, disturbi del sonno, dolori muscolari e tendinei, tremori, grigiore del volto e cardiopatia.

Le persone che lavorano con i composti del piombo vengono generalmente sottoposte a controlli medici di routine, effettuati a scadenze regolari.

Nell'uso artistico la principale via di intossicazione è l'inalazione del pigmento in polvere. I sintomi tipici possono presentarsi col tempo, senza che ci sia un effetto immediato derivante dall'esposizione. L'accumulo progressivo può portare a convulsioni, follia, coma e morte.

La pericolosità della biacca in leganti oleosi è quasi del tutto annullata dall'assenza di polverulenza; ciononostante, l'utilizzo deve comunque avvenire con le cautele suggerite dall'esperienza e dal comune buon senso, senza mai dimenticare che si sta maneggiando un materiale velenoso.

Caratteristiche

Si tratta di un carbonato basico di piombo per quanto, nel tempo, la denominazione bianco di piombo sia stata riferita anche a un bianco costituito da carbonato basico di piombo e idrato/idrossido di piombo puro, nelle percentuali - rispettivamente - di 70% + 30%.

Il pigmento risulta essere piuttosto coprente nei comuni leganti; da variamente semicoprente a coprente in leganti oleosi. E' solubile in acido nitrico. A causa della sua tossicità, la vendita sottoforma di polvere è ormai praticamente proibita da tempo in parecchie parti del mondo, particolarmente in Europa e Stati Uniti.

Se calcinato diviene prima massicot, quindi litargirio. Il termine cerussa, che è comunemente utilizzato come sinonimo di bianco di piombo, presenta in realtà alcuni elementi di differenziazione, in quanto la "cerussa" è un idrocarbonato basico di piombo. Un tempo le cerusse erano fortemente caricate, contrariamente al bianco di piombo: probabilmente nel XVII secolo con questa denominazione veniva indicato per lo più del bianco di piombo con una carica complementare di tipo argilla o carbonato di calcio.

Viene prodotto ancora da alcune ditte che però lo utilizzano per la fabbricazione di colori pronti (in genere ad olio), di solito mescolandolo al bianco di zinco allo scopo di limitarne l'intrinseca filacciosità e la tendenza a scurire, tipica di questo pigmento. L'essiccazione è abbastanza veloce e produce un film molto elastico, di robustezza non raggiungibile con nessun altro bianco, che tuttavia tende a perdere di coprenza con il passare degli anni. Tende a scurire, a causa dell'azione delle tracce di acido solfidrico presenti nell'aria; infatti ossidandosi si trasforma in ossido di piombo marrone. Questa tendenza all'incupimento è molto più evidente quando questo bianco è utilizzato con leganti magri (pittura murale, tempera, etc.) ed in presenza di umidità. Per quanto riguarda la tecnica ad olio il problema della sua alterazione nelle mescolanze è meno evidente che nelle tecniche ad acqua, in quanto le particelle di pigmento sono protette dal legante grasso e difficilmente entrano in stretto contatto tra loro. È in ogni modo buona norma evitare miscele con sostanze contenenti zolfo e suoi derivati, che in alcuni casi potrebbero produrre un annerimento progressivo e irreversibile. Nell'affresco, come in tutte le tecniche ad acqua, è un pigmento fortemente sconsigliato, anche per una marcata refrattarietà a mescolarsi omogeneamente con l'acqua. Se adeguatamente utilizzata e difesa dagli agenti atmosferici la biacca è resistentissima, come possiamo noi stessi constatare dai quadri degli antichi maestri che se ne servirono con giudizio.

Una caratteristica specifica della biacca è il suo basso tasso di assorbimento di olio. Essa richiede solo da 8 a 15 grammi di olio (a seconda della qualità del pigmento di base e del tipo di olio) per fare una pasta lavorabile con 100 grammi di pigmento.

La reologia tipica della biacca, legata in solo olio essiccativo, ne impedisce la macinazione in assenza di cariche inerti, perché incapace - da sola - di produrre una pasta densa e lavorabile. Le cariche inerti più utilizzate per la sua produzione sottoforma di colore ad olio sono il bianco di bario e la calcite.

Fabbricazione casalinga del pigmento ed altre notizie utili

Considerata l'alta tossicità della sostanza, la fabbricazione casalinga del pigmento è fortemente sconsigliata; ciò in linea generale, ma specialmente in assenza di un sito adatto, di conoscenze e manualità specifiche e di adeguata attrezzatura di protezione (tuta usa e getta, guanti monouso, mascherina, etc.).

In considerazione di quanto sopra esposto, non fornirò - in questa sede - notizie utili per la fabbricazione casalinga. Coloro che vorranno cimentarsi potranno farlo procurandosi i testi necessari in libreria e le indicazioni sparse per il web.

E' pratica comune (ed accettata) della quasi totalità dei fabbricanti "tagliare" la biacca con solfato di bario (bianco di barite), allo scopo di facilitarne la macinazione ad olio. Tuttavia, nell'acquistare il colore in polvere, è più conveniente avere un pigmento puro, che potrà essere tagliato successivamente secondo le proprie esigenze e gusti. Un controllo empirico del pigmento acquistato può essere effettuato mettendone un po' di esso in acido nitrico, sostanza nella quale la biacca è totalmente solubile: un residuo bianco confermerà la presenza di solfato di bario, e porterà a valutare un'aggiunta minore - o addirittura nulla - di ulteriori cariche inerti.

SICUREZZA - LEGGERE ATTENTAMENTE QUESTA SEZIONE

Non tutti i pigmenti sono nocivi, ne esistono parecchi del tutto innocui, ed in alcuni casi commestibili. Ad ogni modo, è buona norma ed abitudine, e per inciso anche professionalmente corretto, manipolare qualsiasi pigmento in polvere come se fosse pericoloso.

Tenere presente che:

- un qualsiasi colore è sempre più pericoloso se sottoforma di pigmento, rispetto allo stesso colore in pasta;
- alcuni colori, generalmente innocui se in pasta, sono dannosi se sottoforma di pigmento;
- quando si maneggiano pigmenti, usare sempre le minime precauzioni di prevenzione (guanti e mascherina);
- in caso di pigmenti particolarmente pericolosi (a base di metalli pesanti o sostanze palesemente nocive) usare, oltre ai guanti ed alla mascherina, una cuffia di sicurezza, occhiali e tuta usa e getta. Nel dubbio, adottare le massime misure di sicurezza, oppure

EVITARE DI MANEGGIARE LA SOSTANZA;

- laddove possibile, usare sempre un adeguato sistema di estrazione/ventilazione in ambiente chiuso;
- non mangiare, bere, fumare durante la manipolazione dei pigmenti. A fine manipolazione lavarsi bene le mani, anche se si sono usati guanti protettivi.

Notizie specifiche sulla sicurezza e precauzioni d'utilizzo dei pigmenti e sostanze chimiche in genere, possono essere reperite al seguente indirizzo:

<http://www.cdc.gov/>

Nome: BIANCO BISMUTO Sinonimi: BIANCO DI SPAGNA – BIANCO PERLA						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
(BiO)₂CO₃·H₂O O CARBONATO BASICO DI BISMUTO	BIANCO	SINTETICA	Utilizzato nei secoli XVI e XVII; oggi è sostituito con bianco di titanio e bianco di zinco.	Pigmento usato nella pittura a tempera, a olio, nell'affresco	Medio	Medio
	Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g	
	Negli affreschi si annerisce se applicato con pigmenti a base di zolfo.(solfuri) Solubile in acidi e basi.	Molto resistente	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero BiS.	Tossico a livello inalatorio 	40 Euro	
Preparazione: Si prepara per precipitazione da nitrato di bismuto e carbonato di sodio in soluzione acquosa.						
Reazione di preparazione: $2\text{BiNO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = (\text{BiO})_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (PPT. Bianco) + 2NaNO_3 Nitrato di bismuto + carbonato di sodio + acqua = carbonato basico di bismuto + nitrato di sodio						
Note: opacificante di vetri e smalti						

Nome: BIANCO STAGNO		Sinonimi: /				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
SnO₂ OSSIDO DI STAGNO	BIANCO	SINTETICA	Utilizzato nei secoli XVI e XVII; oggi è sostituito con bianco di titanio e bianco di zinco.	Pigmento usato nella pittura a tempera, a olio, nell'affresco	Medio	Medio
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Negli affreschi si annerisce se applicato con pigmenti a base di zolfo.(solfuri) Solubile in acidi e basi.	Molto resistente	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero SnS.	Non tossico	40 Euro
<p>Preparazione: Anticamente , intorno al 1500, si preparava in modo analogo alla Biacca, ossia mettendo delle lamine di stagno in vasi di terracotta contenenti aceto; si formava acetato basico di zinco che veniva poi trasformato in ossido per calcinazione. In laboratorio può essere preparato per precipitazione dell'idrossido di stagno da una soluzione acquosa di cloruro stannoso ed idrossido di sodio quindi calcinando l'idrossido a temperature superiori a 800°C si ottiene l'ossido.</p> <p>Reazione di preparazione: $\text{SnCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Sn(OH)}_2$ (ppt. bianco) + 2NaCl Cloruro stannoso + idrossido di sodio = idrossido di stagno + cloruro di sodio</p> <p>$\text{Sn(OH)}_2 + \text{calore} > 800^\circ\text{C} = \text{SnO}$ (polv. Bianca) + H₂O idrossido di stagno + calore = ossido di stagno + acqua</p>						
Note: opacificante di vetri e smalti						

Bianchi – Epoca moderna

Nome: BIANCO BARIO		Sinonimi: BIANCO FISSO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
BaSO₄ SOLFATO DI BARIO	BIANCO	MINERALE SINTETICA	si trova in natura ed è stato usato dalla seconda metà del XVIII sec. oggi è sostituito con bianco di titanio e bianco di zinco.	Pigmento non adatto per l'olio e va meglio per tempera ad acqua	Dato lo scarso potere coprente è usato come carica additiva per altri pigmenti e come supporto per preparare lacche e pigmenti organici.	Medio indice di rifrazione di 1,64
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici . E' insolubile in acidi e basi.	Stabile alla luce.	Compatibile con tutti i pigmenti	Non tossico	40 Euro
<p>Preparazione: Giacimenti di Barite si trovano anche in provincia di Varese: in Valganna e sopra Porto Ceresio. Il solfato puro viene ottenuto artificialmente, per precipitazione con solfato di sodio da soluzioni di sali di bario solubili</p> <p>Reazione di preparazione: $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{BaSO}_4$ (ppt. bianco) Solfato di sodio + cloruro di bario = cloruro di sodio + solfato di bario</p>						
<p>Note: Attualmente è usato come riempitivo o carica e base per lacche. il solfato di bario è abbastanza comune in natura, dove si presenta in cristalli dalle forme e colori più svariati ed è un materiale usato in molti campi, ad esempio in medicina per radiografie del tubo digerente in quanto non lascia passare i raggi X, nella fabbricazione di vernici bianche opache alle radiazioni, come carica per carte fotografiche. Essendo pesante, non tossica e riducibile in una polvere bianca, veniva usata anche per adulterare la farina o lo zucchero, aumentandone il peso specifico.</p>						

Nome: BIANCO ZINCO		Sinonimi: BIANCO CINESE – OSSIDO DI ZINCO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
ZnO OSSIDO DI ZINCO	BIANCO	SINTETICA	Noto fin dal 1782, la sua utilizzazione in pittura risale alla metà del XIX sec.	Ha sostituito il bianco di piombo tranne che nelle pitture a olio ed è usato ancora oggi specialmente nelle tempere ad acqua con il nome di Bianco Cinese.	Medio potere coprente pari a 3,6 m ² /kg Molto fluorescente	Medio Ha indice di rifrazione di 2,08;
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici . Tende a trasformarsi in carbonato di zinco che essendo bianco non modifica il colore originale. E' solubile in acidi e basi.	Stabile alla luce, non annerisce.	Compatibile con tutti i pigmenti. Non annerisce con pigmenti contenenti zolfo (l'eventuale solfuro di alterazione è bianco).	Non tossico	10 Euro
<p>Preparazione: La sua preparazione industriale, iniziata nel 1845, utilizza due metodi diversi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Processo francese: ossidazione controllata di vapori di zinco a 700°C - -processo americano: si arrostitiscono insieme minerali di zinco e piombo in minore percentuale con carbone di legna come agente riducente, si ottiene così in Ossido di Zinco con il 10 % circa di ossido di piombo quindi meno puro. <p>In laboratorio può essere preparato per precipitazione dell'idrossido di zinco da una soluzione acquosa di cloruro di zinco ed idrossido di sodio quindi calcinando l'idrossido a temperature superiori a 800°C si ottiene l'ossido.</p> <p>Reazione di preparazione: $ZnCl_2 + 2NaOH = Zn(OH)_2$ (ppt. bianco) + $2NaCl$ Cloruro di zinco + idrossido di sodio = idrossido di zinco + cloruro di sodio</p> <p>$Zn(OH)_2 + \text{calore} > 800^\circ C = ZnO$ (polv. Bianca) + H_2O idrossido di zinco + calore = ossido di zinco + acqua</p>						
<p>Note: Ha colore più chiaro e luminoso del bianco di piombo. E' indispensabile in impasti con vermiglione, cinabro e pigmenti al cadmio; secca lentamente con olio e per accelerare l'essiccamento si addiziona con piccole percentuali di Solfato di Zinco anch'esso bianco: l'assorbimento d'olio è di 23g/100g di pigmento.</p>						

Nome: LITOPONE Sinonimi: /						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
ZnS + BaSO₄ SOLFURO DI ZINCO + SOLFATO DI BARIO (oppure anche separati e poi mescolati in opportune quantità)	BIANCO	SINTETICA	È stato prodotto in Francia dal 1847. Il solfuro di zinco da solo ha un utilizzo limitato.	Nella pittura a olio è usato tutt'ora con bianco di zinco per una maggiore opacità. E' utilizzato per vernici industriali ed edilizie.	Medio potere coprente pari a 6 m ² /kg Molto fluorescente	Medio Ha indice di rifrazione di 2,08;
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici . E' insolubile in basi ma parzialmente solubile in acidi (solfuro).	è sensibile alla luce e tende ad annerire leggermente per formazione di zinco metallico finemente suddiviso	Incompatibile con composti del piombo e rame in quali anneriscono per formazione di solfuri neri PbS /CuS.	Non tossico	10 Euro
<p>Preparazione: Il materiale usato come pigmento, puro e di colore bianco viene ottenuto per coprecipitazione di solfato di zinco e di solfuro di bario artificiali, partendo da due sali solubili in acqua. Il solo solfuro di zinco si prepara per precipitazione da un sale di zinco e acido solfidrico (vedi scheda Realgar). Il solo solfato di bario si prepara per precipitazione da un sale di bario e acido solforico.</p> <p>Reazione di preparazione: ZnSO₄ +BaS → ZnS (ppt.bianco) + BaSO₄(ppt. bianco) Solfato di zinco + solfuro di bario = solfuro di zinco + solfato di bario</p> <p>Reazione di preparazione del solo Solfuro di zinco: ZnSO₄ +H₂S → ZnS (ppt.bianco) + H₂SO₄ Solfato di zinco + Acido solfidrico = solfuro di zinco + solfato di bario</p> <p>Reazione di preparazione del solo Solfato di bario : H₂SO₄ + BaCl₂ → BaSO₄(ppt. bianco) + 2 Hcl Acido solforico + cloruro di bario = solfato di bario + acido cloridrico</p>						
<p>Note: La proporzione normale ZnS/BaSO₄ è pari a 30/70. Il solfuro di zinco ZnS , (vedi preparazione sopra) usato da solo, ha un potere coprente maggiore di quello del litopone, ma ha anche una maggiore tendenza ad annerire per azione della luce.</p>						

Nome: BIANCO TITANIO		Sinonimi: /				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
TiO₂ BIOSSIDO DI TITANIO	BIANCO	SINTETICA	È stato prodotto dal 1916-19 negli Stati Uniti.	Nella pittura a olio è usato tutt'ora con bianco di zinco per una maggiore opacità e addizionato a sostanze siccative in quanto il pigmento non manifesta tale caratteristica. Utilizzato tutt'ora in tutte le tecniche e per vernici industriali ed edilizie.	potere colorante 12/19 volte superiore a quello del bianco di piombo	Altissimo potere coprente pari a 35 m ² /Kg Ha indice di rifrazione 2,52- 2,74
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Chimicamente inerte. E' stabile e inalterabile dagli agenti atmosferici . E' insolubile in acidi e basi.	Stabile alla luce.	Compatibile con tutti i pigmenti. Non annerisce con pigmenti contenenti zolfo	Non tossico	40 Euro
<p>Preparazione: La preparazione industriale utilizza due metodi: -Metodo dall'Ilmenite: si parte dal minerale Ilmenite FeTiO₃ (Titanato ferrico) che viene sciolto in acido solforico per formare i due solfati di Ti e Fe. Il solfato ferroso viene separato concentrando e filtrando la soluzione mentre per prolungata ebollizione si ottiene la precipitazione dell'Ossido di titanio prodotto dall'idrolisi del solfato. Il precipitato ottenuto viene calcinato a 800°C e si ottiene il pigmento. -Metodo al Cloruro: Il rutilo minerale viene trattato con cloro in presenza di carbone come agente riducente, a 800°C per formare cloruro di titanio TiCl₄. Questo viene purificato per distillazione quindi ossidato in fase vapore a 1500°C con ossigeno mentre il cloro che si libera viene riutilizzato. Il pigmento che si ottiene è molto puro e polverulento.</p> <p>Reazione di preparazione: processo industriale, non si può preparare facilmente in laboratorio.</p>						
<p>Note: Costituito da TiO₂ in 2 forme cristalline (il <i>rutilo</i>, spesso aggiunto a bianco di bario e bianco di zinco e gesso, è più stabile e resistente agli agenti atmosferici): <u>anatasio e rutilo sono le due forme cristalline del Biossido di Titanio ma i due minerali che si ritrovano in natura non sono utilizzati come pigmenti tal quali in quanto hanno carattere metallico e non risultano bianchi ma se macinati sono di colore giallo-bruno.</u> <u>Si utilizza come pigmento solo il Biossido di titanio artificiale ottenuto per via gassosa partendo dalla forma minerale Rutilo.</u> Per la sua inerzia chimica viene utilizzato anche come colorante alimentare con la sigla E 171.</p>						

Nome: BIANCO ANTIMONIO		Sinonimi: /				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
Sb₂O₃ OSSIDO DI ANTIMONIO	BIANCO	SINTETICA	Utilizzato nei secoli XVI e XVII; oggi è sostituito con bianco di titanio e bianco di zinco.	Pigmento usato nella pittura a tempera, a olio, nell'affresco	Medio	Medio Ha indice di rifrazione di 2,20
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Negli affreschi si ingiallisce se applicato con pigmenti a base di zolfo.(solfuri)	Molto resistente	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto ingiallisce per formazione di solfuro giallo SbS.	I composti di antimonio sono tossici se assorbiti per periodi prolungati	40 Euro
<p>Preparazione: In laboratorio può essere preparato per precipitazione dell'idrossido di antimonio da una soluzione acquosa di tricloruro di antimonio ed idrossido di sodio quindi calcinando l'idrossido a temperature superiori a 800°C si ottiene l'ossido.</p> <p>Reazione di preparazione: $SbCl_3 + 3NaOH = Sb(OH)_3$ (ppt. bianco) + 3NaCl Tricloruro di antimonio + idrossido di sodio = idrossido di antimonio + cloruro di sodio</p> <p>$Sb(OH)_3 + \text{calore} >800^\circ C = Sb_2O_3$ (polv. Bianca) + H₂O idrossido di antimonio + calore = ossido di antimonio + acqua</p>						
<p>Note: viene usato in miscela con ZnO o BaSO₄.</p> <p>In natura l'ossido di antimonio: la Valentinite, è un minerale piuttosto raro, si trova in piccoli cristalli di colore giallo bruno, rossastri o incolori. Il materiale usato come pigmento, di colore bianco, viene ottenuto puro attraverso una serie di reazioni chimiche e viene usato mescolato con solfato di bario <i>BaSO₄</i> o con ossido di zinco <i>ZnO</i>, entrambi di colore bianco: Comunque é poco utilizzato come pigmento, perché tende ad ingiallire in presenza di acido solfidrico, con formazione di solfuro di antimonio Sb₂S₃ di colore bruno</p> $Sb_2O_3 + 3 H_2S \rightarrow Sb_2S_3 + 3 H_2O$ <p>per di più, oltre ad essere molto costoso, presenta pochi vantaggi rispetto agli altri pigmenti bianchi. Attualmente viene utilizzato come impregnante per abiti e protezioni ignifughe come fire-retardant (ritardante di fiamma).</p>						

Nome: BRUNO MANGANESE Sinonimi: PIROLUSITE						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
MnO₂ BIOSSIDO DI MANGANESE	BRUNO	NATURALE (Minerale Pirolusite) SINTETICA	Si trova in natura o si prepara artificialmente, utilizzato fin dalla preistoria	Attualmente ha limitato uso in pittura; è impiegato nell'acquerello	Medio potere coprente pari a 3,6 m ² /kg Molto fluorescente	Medio Ha indice di rifrazione di 2,08;
 		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici . E' insolubile in acidi e basi.	Stabile alla luce.	Compatibile con tutti i pigmenti.	Non tossico	10 Euro
<p>Preparazione: Attualmente viene ottenuto per precipitazione da una soluzione di solfato di manganese con idrossido di sodio, l'idrossido di manganese imbrunisce rapidamente all'aria formando una miscela di ossidi.</p> <p>Reazione di preparazione: $MnSO_4 + NaOH = Mn(OH)_2 + Na_2SO_4$ Solfato di manganese + idrossido di sodio = idrossido di manganese (ppt. rosa) + solfato di sodio</p> <p>Mn(OH)₂ (in aria) = MnO + H₂O Idrossido di manganese + aria = ossido di manganese (polv. bruna) + acqua</p>						
<p>Note: Lascaux Situate nelle regione della Dordogna (Francia sudoccidentale), le grotte di Lascaux sono probabilmente le più importanti al mondo insieme a quelle di Altamira in Spagna per quanto riguarda le pitture murali. Le pitture risalgono ad un periodo compreso tra 30.000 e 10.000 anni fa. Per il valore artistico e simbolico delle opere rinvenute all'interno, queste grotte sono state definite la <i>Cappella Sistina della Preistoria</i>. Per preservare l'enorme valore delle pitture, negli anni 60 fu deciso di vietare l'accesso dei turisti alle grotte e di crearne una copia esatta in un sito vicino, riproducendo con perfezione le opere murali. Per quanto riguarda i leganti utilizzati a Lascaux, è stato dimostrato che l'acqua delle caverne, ricca di calcare, agiva da legante precipitando calcite sulle pareti; i cristalli di questo minerale imprigionavano gli ossidi di ferro e manganese</p>						

(colori rossi e neri) garantendone una buona conservazione nel corso dei millenni.

Altamira

Il titolo di *Cappella Sistina della Preistoria* è rivendicato anche dalle grotte di Altamira, site nella regione Cantabrica (Spagna del Nord). I dipinti che si trovano nelle varie sale, sono espressione di un'arte molto raffinata. Si pensa che i pigmenti siano stati apposti con una cannuccia cava, il primo pennello della storia dell'arte.



Nome: NEROFUMO Sinonimi: NERO CARBONE						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
C CARBONIO	NERO	NATURALE SINTETICA	Si trova in natura o si prepara artificialmente, utilizzato fin dalla preistoria. Attualmente usato il nerofumo preparato con il metodo n.2	Adatto per pitture a tempera, presenta caratteristiche ancora migliori per olio perché opaco.	Ha basso assorbimento d'olio e alto potere colorante	È il pigmento nero più puro con grani molto fini, opachi e amorfi e con maggiore potere coprente
		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		E' stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici . E' insolubile in acidi e basi.	Stabile alla luce e calore.	Compatibile con tutti i pigmenti.	Non tossico	10 Euro
<p>Preparazione: 1) Anticamente la fuliggine era ottenuta da combustione di resina o candela o carbone di legno tenero, costituita da carbonio elementare al 88-99,5%.</p> <p>2) Attualmente prodotto da resine, catrame, petrolio e gas naturale; attualmente è usato come pigmento e carica per gomma, carta, plastomeri e in minima parte in pittura.</p> <p>In laboratorio può essere preparato per via gassosa bruciando una candela o altra fiamma prodotta da idrocarburi e raccogliendo i fumi su una superficie metallica fredda posta sopra alla fiamma.</p> <p>Oppure per combustione di diversi tipi di legno (sughero, vite, noccioli ecc.) in difetto di aria all'interno di un contenitore metallico chiuso, altrimenti il carbonio prodotto reagisce con l'eccesso di aria (ossigeno) formando anidride carbonica gassosa e quindi non si forma più la forma elementare di carbonio che rappresenta il pigmento.</p> <p>Reazione di preparazione: $C_nH_{2n+2} + m/2O_2 + \text{calore} = nC \text{ (polv. Nera)} + mH_2O \text{ (in difetto di aria)}$ idrocarburi + ossigeno + calore = carbonio + acqua (vapore)</p> <p>C + O₂ + calore = CO₂ gas (in eccesso di aria non si forma il Carbonio nerofumo ma anidride carbonica gassosa) Carbonio + ossigeno + calore = anidride carbonica (gas)</p>						
Note:						

ALTRI PIGMENTI NERI CON CARATTERISTICHE ANALOGHE:

Nero vite: È un pigmento organico di origine vegetale che è stato ottenuto da combustione di sarmenti di vite in recipienti chiusi. Le particelle presentano forma allungata o filamentosa. È stabile, resistente alla luce, ad acidi e alcali; secca lentamente nella pittura a olio. Non è consigliabile negli affreschi perché contiene sali solubili. Ha maggiore potere coprente ed è più fine e brillante del nerofumo; viene definito anche *nero-azzurro* per le tonalità bluastré.

Nero di noccioli: Pigmento organico di origine vegetale ottenuto da calcinazione in contenitori chiusi di noccioli di pesche, albicocche, ciliegie, gusci di noce, ecc. Si presenta denso, con forte potere assorbente. Apprezzato nel Medioevo.

Nero d'avorio: È un pigmento organico di origine animale, costituito principalmente da carbonio e fosfato di calcio $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Le particelle hanno varia grandezza e forma irregolare. Si otteneva da combustione in recipienti chiusi di scaglie di avorio. Ha scarso assorbimento d'olio; secca meglio di altri neri per cui è preferito in pittura a olio. Nell'affresco assorbe umidità e scolorisce i pigmenti a contatto. È stabile e resistente alla luce. Non usabile con giallo di cadmio e blu di Prussia.

Nero d'ossa: Pigmento organico di origine animale costituito da carbonio (10%), fosfato di calcio (84%) + impurezze. È stato prodotto tramite calcinazione di ossa animali in contenitori chiusi. Non è molto stabile a causa della gran quantità di fosfato e non è usabile nell'affresco perché dà efflorescenze. Ha gradazioni giallastre e brunastre, indice di rifrazione di 1,65-1,70 e assorbimento d'olio scarso; secca lentamente. Attualmente non è più usato in pittura.

Grafite: Pigmento inorganico naturale, noto dall'antichità, costituito da carbonio, mai perfettamente puro. Viene usato più come materiale per disegno o scrittura e raramente come pigmento. Viene preparato macinandolo finemente in acqua e aggiungendo gomma, poi olio.

Neri – Epoca moderna

Nerofumo: ancora in uso , Vedi scheda.

Nero di sughero: Pigmento organico di origine vegetale, costituito per la maggior parte di carbonio, ottenuto da calcinazione di sughero in contenitori chiusi. Ottimo per pittura a olio, introdotto nell'800.

Nero di cromo, Nero di anilina, pigmenti sintetici di natura organica.

Nero di Marte (da produzione sintetica di ossido di ferro)

Nero di Persoz (da calcinazione di cromato di rame).

Metalli

Nome: ORO		Sinonimi: /				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
Au ORO	GIALLO METALLIZZ ATO	NATURALE allo stato elementare (nativo)	Si trova in natura in pepite o pagliuzze, si prepara la foglia per laminazione, utilizzato fin dal Medioevo.	Si utilizza in foglia o polvere per pitture a Tempera e olio.	alto potere colorante	Alto potere coprente
 		Stabilità chimica E' stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici . E' insolubile in acidi e basi.	Stabilità fotochimica Stabile alla luce e calore.	Compatibilità chimica Compatibile con tutti i pigmenti.	Tossicità Non tossico	Costo 100 g 3000 Euro
<p>Simone Martini: Annunciazione (Gall. Uffizi-Firenze)</p>						
<p>Preparazione: Non si prepara artificialmente (purtroppo !!!), si può preparare una forma di oro colloidale denominata Porpora di Cassio utilizzata anticamente per colorare i vetri (Coppa di Licurgo , pag. 7). L'oro colloidale è una sospensione <u>colloidale</u> di particelle d'<u>oro</u> di dimensione sub-<u>micrometrica</u> in un fluido, in genere acqua. Il liquido assume un intenso colore rosso (per particelle di dimensione inferiore a 100 <u>nm</u>), o un colore giallo sporco (per particelle di dimensioni maggiori).^{[1][2]} Le nanoparticelle d'oro possono assumere varie forme; le più frequenti sono sfere, bastoncini, cubi, e calotte. La conoscenza scientifica dell'oro colloidale inizia nel 1850 con il lavoro di <u>Michael Faraday</u>. Le nanoparticelle d'oro sono oggetto di intensa ricerca per le loro proprietà ottiche, elettroniche e di riconoscimento molecolare. Le possibili applicazioni spaziano in vari campi, come l'<u>elettronica</u>, la <u>nanotecnologia</u> e la sintesi di nuovi materiali con proprietà uniche In genere le nanoparticelle d'oro sono prodotte in un liquido ("per via umida") per <u>riduzione di acido cloroaurico</u> (H[AuCl₄]) (ottenuto a sua volta dissolvendo l'oro con acqua regia :acido cloridrico + acido nitrico 3:1) con cloruro stannoso o altri riducenti. Dopo aver sciolto H[AuCl₄], la soluzione è tenuta sotto veloce agitazione e si aggiunge un <u>riducente</u>. Questo provoca la riduzione degli ioni Au³⁺ ad atomi di oro neutro. Col crescere della concentrazione di questi atomi di oro neutro la soluzione diventa <u>sovrasatura</u>, e l'oro inizia gradualmente a <u>precipitare</u> formando particelle di dimensione sub-nanometrica.</p> <p>Reazione di preparazione: $H[AuCl_4] + SnCl_2 = Au \text{ (col.viola)} + SnCl_4 + 2HCl$ Acido cloro aurico + cloruro stannoso = oro colloidale (porpora di cassio) + cloruro stannico + acido cloridrico</p>						

La attuale preparazione Introdotta da J. Turkevich *et al.* nel 1951 e perfezionata da G. Frens negli anni 1970, è la più semplice disponibile. In genere si ottengono sospensioni in acqua di nanoparticelle d'oro sferiche di circa 10–20 nm di diametro, moderatamente monodisperse. Si possono ottenere particelle più grandi, ma forma e monodispersione peggiorano:

-Prendere $5,0 \times 10^{-6}$ moli of HAuCl_4 e scioglierle in 19 mL di acqua demineralizzata. Si ottiene una soluzione giallo chiaro.

-Scaldare fino all'ebollizione.

-Continuare a scaldare e aggiungere, sotto vigorosa agitazione, 1 mL di soluzione di citrato di sodio 0,5%. Mantenere sotto agitazione per 30 minuti.

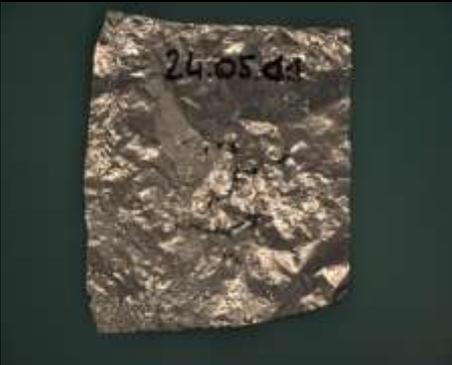
Il colore della soluzione cambierà gradualmente passando da giallo chiaro a incolore a grigio a porpora a porpora scuro, fino a stabilizzarsi sul rosso vino.

Aggiungere acqua alla soluzione fino a riportare il volume a 20 mL, per compensare l'avvenuta evaporazione.

Il citrato di sodio inizialmente agisce da riducente. In seguito gli ioni citrato carichi negativamente sono adsorbiti sulle nanoparticelle d'oro, formando delle cariche superficiali che tengono separate le particelle impedendone l'aggregazione.

Note: Inalterabile, usato anche come normale pigmento. In miniatura e nella pittura medievale su tavola, meno nel Rinascimento, impiegato sia in lamine sottilissime sia in polvere.

La lamina veniva fatta aderire con sostanze quali vari tipi di bolo, ocre e gesso. Per i manoscritti si usavano come mordenti chiara d'uovo, miele, succhi vegetali come il latte di fico o il succo d'aglio, ecc. Tramite *brunitura* la foglia d'oro applicata veniva pressata con apposita pietra, risultando più lucida e scura. L'oro in polvere si otteneva macinandolo assieme a miele, eliminato poi con acqua; oppure in amalgama con mercurio; questo era poi eliminato con riscaldamento. In polvere era impiegato anche come inchiostro, miscelato con chiara d'uovo o gomma. Effetti particolari si ottenevano con fondi color porpora.

Nome: ARGENTO Sinonimi: /						
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
Ag ARGENTO	GRIGIO METALLIZZATO	NATURALE allo stato elementare (nativo) o si estrae da minerali per arrostimento ad alta temperatura.	Si trova in natura allo stato nativo in pepite o pagliuzze o si estrae da minerali, si prepara la foglia per laminazione, utilizzato fin dal Medioevo ma abbandonato nel rinascimento perche scurisce.	Si utilizza in foglia o polvere per pitture a tempera e olio.	alto potere colorante	Alto potere coprente
  Specchio d'argento		Stabilità chimica	Stabilità fotochimica	Compatibilità chimica	Tossicità	Costo 100 g
		Negli affreschi si annerisce se applicato con pigmenti a base di zolfo.(solfuri)	Tende a scurisci alla luce e calore.	Incompatibile con composti dello zolfo in quanto annerisce per formazione di solfuro nero AgS.	Non tossico	50 Euro
<p>Preparazione: Non si prepara artificialmente (purtroppo !!!) . Si può preparare argento metallico che si deposita nelle pareti del recipiente in cui si forma partendo da un suo sale tipo nitrato di argento, trattato con un eccesso di ammoniaca quindi per successiva aggiunta di sostanze riducenti quali formaldeide o cloruro stannoso (Saggio di Tollens). Tale procedura veniva utilizzata per la produzione di specchi, attualmente ha solo interesse didattico.</p> <p>Reazione di preparazione: /</p>						
Note:						

PIGMENTI INORGANICI DI COLORI VARI DI ULTIMA GENERAZIONE

Nome: OSSIDI METALLICI MISTI		Sinonimi: PIGMENTI TIPO SPINELLI, RUTILIO O ZIRCONO				
Formula chimica	Colore	Origine	Utilizzo storico	Tecniche di utilizzo	Potere colorante	Potere coprente
<p>Me-Me'Al₂O₄ Spinelli (Ossidi di alluminio contenenti altri metalli)</p> <p>TiO₂ x Me_xO_y Rutilo (biossido di titanio) con inclusioni di ossidi metallici</p> <p>ZrSiO₄ x Me₂O₃ Zircone (silicato di zirconio) con inclusioni di ossidi metallici</p>	<p>TUTTI I COLORI</p> <p>es. Pigment Black 26/27/28 /29 (color index)</p>	<p>SINTETICA</p> <p>Sono stati preparati 14 tipi strutturali diversi di ossidi metallici misti tra cui i più importanti:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Spinelli (più di 100 tipi) -Rutilo. -Zircone 	<p>Preparati a partire dal 1950</p>	<p>usato in tutte le tecniche di pittura e per colorare i vetri.</p> <p>Gli spinelli sono utilizzati principalmente per colorare ceramica e plastiche .</p>	<p>Alto</p>	<p>Alto</p>
		<p>Stabilità chimica</p>	<p>Stabilità fotochimica</p>	<p>Compatibilità chimica</p>	<p>Tossicità</p>	<p>Costo 100 g</p>
		<p>stabile, inalterabile dagli agenti atmosferici Inattaccabile da acidi e alcali</p>	<p>Stabilissimo alla luce e calore.</p>	<p>Compatibile con tutti i pigmenti. Gli spinelli sono miscibili anche tra loro per ottenere molti colori derivati.</p>	<p>irritanti a livello inalatorio</p> 	<p>80 Euro</p>
<p>Preparazione: I pigmenti sono preparati per semplice calcinazione degli ossidi di partenza opportunamente mescolati.</p> <p>Reazione di preparazione: Le reazioni di preparazione di tali pigmenti inorganici sono piuttosto complesse e richiederebbero una trattazione specifica.</p>						
<p>Note: <u>Ogni pigmento ha una sua struttura cristallina ben definita che è determinata dal reticolo della specie ospite , del tipo Spinello, Rutilo o Zircone, un altro ossido metallico viene fatto diffondere ad alta temperatura nel reticolo creando una soluzione solida o un nuovo composto.</u></p> <p><u>Gli ossidi metallici si comportano da gruppi cromofori ed impartiscono il colore caratteristico al composto finale.</u></p> <p>La maggior parte della specie ospite si trovano in natura, se puri sono incolori, oppure contenenti impurezze e risultano colorati come il corindone var. rubino rosso.</p> <p>Tipici ossidi ospiti sono quelli dello zirconio, stagno, alluminio, titanio, silicio.</p> <p>Tipici gruppi cromofori sono ioni dei metalli di transizione come Ferro, cromo, manganese, nichel, cobalto, rame e vanadio.</p> <p>Gli spinelli sono stati preparati in numero maggiore di 100 con colori diversi, più della metà sono scuri.</p> <p>I pigmenti a base zircone principali sono colorati in blu, giallo e rosa, quelli a base rutilo sono gialli .</p>						

ALTRI PIGMENTI ARTIFICIALI MENO UTILIZZATI PER LE LORO QUALITA' O INTERESSANTI DAL SOLO PUNTO DI VISTA PREPARATIVO.

BIANCO PATTINSON : Cloruro di piombo di colore bianco prodotto per precipitazione da Acetato di piombo e Acido cloridrico in soluzione acquosa.

GIALLO JODURO DI PIOMBO: Joduro di piombo di colore giallo intenso ed iridescente molto luminoso (peccato per la sua bassa stabilità) prodotto per precipitazione da Acetato di piombo e Joduro di potassio in soluzione acquosa.

BIANCO PIOMBO (da non confondere con la Biacca) : Solfato di piombo di colore bianco prodotto per precipitazione da Acetato di piombo e Acido solforico in soluzione acquosa.

BRUNO DI FIRENZE : Ferrocianuro rameico di colore bruno prodotto per precipitazione da ferrocianuro di potassio e solfato rameico in soluzione acquosa.

GIALLO ZOLFO : Molibdato di bismuto di colore giallo chiaro prodotto per precipitazione da molibdato di ammonio per aggiunta di carbonato di bismuto sciolto in un eccesso di acido cloridrico (cloruro di bismuto) in soluzione acquosa.

GIALLO VANADIO : Vanadato di bismuto di colore giallo scuro prodotto per precipitazione da vanadato di ammonio per aggiunta di carbonato di bismuto sciolto in un eccesso di acido cloridrico (cloruro di bismuto) in soluzione acquosa.

GIALLO TITANIO : Biossido di titanio di colore giallo prodotto per fusione alcalina a 500°C di biossido di titanio con una miscela ossidante costituita da Nitrato di potassio-carbonato di sodio 1:3 poi si riprende il residuo con acido solforico concentrato e alcune gocce di acqua ossigenata a 120 volumi con attenzione.

BLU HAN : pigmento di composizione non ben definita di colore azzurro prodotto per precipitazione da nitrato rameico e nitrato di bario per aggiunta di silicato di sodio in soluzione acquosa.

VERDE LAMORINIÈRE : pigmento di composizione non ben definita (ossido misto di cromo e alluminio) di colore verde scuro prodotto per precipitazione da acetato di cromo e cloruro di alluminio per aggiunta di idrossido di sodio in soluzione acquosa e calcinazione finale.

BRUNO CROMO : cromato rameico di colore bruno prodotto per precipitazione da solfato rameico e cromato di sodio in soluzione acquosa. Per calcinazione del bruno cromo si ottiene il Nero di Persoz.

NERO EBANO : ossido rameico di colore bruno prodotto per precipitazione da solfato rameico e idrossido di sodio in soluzione acquosa e successiva calcinazione,

CARBONATO COBALTO : carbonato di cobalto di colore villa chiaro prodotto per precipitazione da cloruro di cobalto e carbonato di sodio in soluzione acquosa.

VERDE BORO : borato rameico di colore verde-azzurro prodotto per precipitazione da solfato rameico e acido borico in soluzione acquosa.

ROSSO NICHEL : Dimetilglossimato di nichel di colore rosso scarlatto prodotto per precipitazione da solfato di nichel in soluzione acquosa, addizionato di una soluzione di Dimetilglossima sciolta in alcool e addizionata di idrossido di ammonio.

PIGMENTI NATURALI MENO UTILIZZATI PER LE LORO QUALITÀ O INTERESSANTI DAL SOLO PUNTO DI VISTA STORICO E/O PREPARATIVO.

I seguenti pigmenti di origine naturale sono prodotti per estrazione del colorante (lacca) mediante semplice spremitura con aggiunta di acqua.

Il colorante (lacca) ottenuto può essere relativamente stabilizzato e trasformato in pigmento per precipitazione della lacca mediante aggiunta prima di un sale di alluminio (solfato di alluminio o allume) e quindi addizionata di idrossido di sodio fino a completa precipitazione dell'idrossido di alluminio colorato dalla lacca adsorbita su di esso.

Quindi essiccando il precipitato ottenuto a temperatura inferiore ai 60°C e possibilmente non al sole per non far decomporre il colore, si ottiene il pigmento in polvere.

Tali pigmenti, essendo di origine vegetale o animale, non sono stabili alla luce, nell'arte hanno solo ed esclusivamente interesse storico o preparativo.

Risultano invece importanti ed alcuni ancora utilizzati, come coloranti per tessuti o nel settore cosmetico per la loro innocuità.

Con questo metodo di possono estrarre i seguenti coloranti vegetali o animali e trasformarli in pigmenti:

- Rosso di Alcanna (o orcanetto) di colore rosso-violaceo estratta dalle radici dell'Alcanna tinctoria.
- Blu vegetali (antociani e flavonoidi) da bacche di Ligustro (*ligustrum vulgare*), da fiori di Fiordaliso (*Centaurea cyanus*), da viole.
- Rosso Sandalo o legno del Brasile (Rosetta di Brasile, lacca di Venezia, lacca di Firenze) dalla corteccia di diversi alberi tropicali (*Caesalpinia sappan*).
- Giallo curcuma, ricavato dalle radici della *Curcuma longa*.
- Giallo edera ricavato dalle bacche di *Edera helix*.
- Giallo Ginestra dei tintori estratto dai fiori di *Genista tinctoria*.
- Blu iris (antociani e flavonoidi) estratto dai fiori dell'Iris germanica che si trasforma in un bel pigmento verde per aggiunta di allume come descritto, anche se non stabile.
- Oricello o Tornasole, detto anche Indaco rosso, colorante di colore rosso a base di Orceina estratto da alcuni licheni del tipo *Lecanora* e *Rocella*.
- Giallo Reseda estratto dalla *Reseda lutea*.
- Rosso sambuco (antociani e flavonoidi) estratto dalle bacche di *Sambucus nigra*.
- Rosso fitolacca (antociani e flavonoidi) estratto dalle bacche della *Phytolacca nigra*.
- Giallo spinocervino (antociani e flavonoidi) estratto dalle bacche di *Rhamnus cathartica*.
- Chermes, colorante rosso simile alla cocciniglia, conosciuto anche dai Romani, ottenuto dal corpo essiccato di un insetto della famiglia dei Coccidi, il *Kermes vermilio*, parassita di una quercia, il *Quercus coccifera* che vegeta nelle coste del Mediterraneo.
- Rossi vari (antociani e flavonoidi) estratti da frutti quali more, mirtilli.
- Viola cavolo (antociani e flavonoidi) estratto dal cavolo viola piuttosto stabile.
- Ipericina di colore rosso fluorescente estratta con acetone dai fiori gialli della specie *Ipericum ssp.*

Altri coloranti estratti con altri sistemi (fermentazione ecc.) quindi precipitati come lacche come descritto sopra

- Porpora di Tiro, (vedi scheda) antico colorante utilizzato dai Romani per tingere le toghe dei senatori, estratto per fermentazione da dei molluschi marini della famiglia dei *Murex* (*Murex brandaris*) o *Thais*, di cui il principio colorante successivamente prodotto artificialmente nel 1909 per sintesi, è il 6,6-dibromoindaco.

COMPOSIZIONE CHIMICA DEI PIGMENTI PIU' CONOSCIUTI

<i>Classe chimica</i>	<i>Pigmenti bianchi</i>	<i>Pigmenti neri</i>	<i>Pigmenti colorati</i>
OSSIDI	<i>Bianco zinco Bianco titanio Bianco stagno</i>	<i>Biossido manganese Terra di Siena Terra d'ombra</i>	<i>Ocra gialla Arancio marte Ematite e sinopia Rosso marte Minio Litargirio Massicot Giallo piombo-stagno (giallo lino) Blu cobalto Blu ceruleo Ossido cromo</i>
SOLFURI	<i>Solfuro zinco</i>		<i>Cinabro Solfuro Cadmio Rosso cadmio Orpimento Realgar Solfuro stagno</i>
CARBONATI IDROSSIDI	<i>Bianco S. Giovanni Biacca</i>		<i>Blu verditer Verde verditer Blu Brema Azzurrite Malachite</i>
SOLFATI	<i>Solfato calcio Solfato piombo</i>		<i>Pelicot blu</i>
SILICATI			<i>Oltremare Blu smalto Blu egizio Terre verdi Blu turchese</i>
ARSENIATI			<i>Violetto Cobalto chiaro e scuro Verde Scheele Verde smeraldo</i>
CROMATI			<i>Giallo cromo (cromato piombo) Arancio cromo Giallo zinco (Cromato zinco) giallo bario (Cromato bario) Arancio molibdeno Arancio antimonio</i>
ALTRI SALI	<i>Litopone</i>	<i>Nerofumo Nero d'ossa Neri vari</i>	<i>Blu manganese Violetto manganese Giallo Cobalto Giallo antimonio Acetati rame (verdigris) Resinati di rame Blu di Prussia Joduro mercurio Joduro piombo Blu di molibdeno Blu di tungsteno Pigmenti organici di vari colori</i>

Fig.83

PREPARAZIONE DI ALCUNI PIGMENTI

I pigmenti che si possono preparare in laboratorio sono facili da preparare per ragioni di tempo, la loro preparazione è immediata, non pericolosa anche se alcuni Sali che useremo sono tossici se inalati o ingeriti e soprattutto si è cercato di eseguire reazioni che non producono rifiuti pericolosi da smaltire per il rispetto dell'ambiente.

Soprattutto saranno preparazioni spettacolari perché in alcuni casi si partirà da Sali incolori solubili in acqua per ottenere dei bellissimi precipitati colorati molto luminosi e appariscenti. Oppure si partirà da Sali colorati e si otterranno dei pigmenti di colore diverso dai Sali di partenza.

Si potrà osservare come partendo da uno stesso sale (solfato di rame) si produrranno due diversi pigmenti semplicemente variando la temperatura a cui avviene la reazione di precipitazione in quanto si andranno a variare le condizioni di cristallizzazione del sale insolubile che si forma, aggiungendo del carbonato di sodio a caldo si otterrà un pigmento verde, aggiungendo del carbonato di sodio a freddo si otterrà un pigmento blu.

Le preparazioni per precipitazione di alcuni tra i più spettacolari pigmenti quali in particolare dei solfuri di cadmio (giallo cadmio), stagno, arsenico e mercurio prevedono l'utilizzo di calore o l'utilizzo di reagenti o sostanze volatili tossiche quali ammoniaca o acido solfidrico, entrambe tossici pertanto tali preparazioni dovranno essere effettuate rigorosamente sotto cappa aspirante.

L'acido solfidrico, gas estremamente tossico, generalmente non si utilizza tal quale preparandolo sviluppandolo da un solfuro alcalino (sodio o potassio) per azione di un acido (acido cloridrico) ma si preferisce prepararlo direttamente in soluzione o per idrolisi acida o basica (a seconda delle condizioni di precipitazione che si devono avere) della Tioacetammide o idrolisi acida a caldo del Tiosolfato di sodio $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, in tali condizioni si libera pochissimo nell'aria rendendo più sicura la preparazione.

La preparazione del pigmento per uso pittorico prevede, dopo la reazione di precipitazione, il suo ripetuto lavaggio per eliminare i Sali solubili che si formano nella maggior parte delle preparazioni, in particolare nelle reazioni di precipitazione dette anche di doppio scambio, che potrebbero produrre efflorescenze specialmente se il pigmento viene utilizzato in affresco quindi si asciuga in stufa per diverse ore e si macina ulteriormente per eliminare eventuali grumi.

Ad esempio infatti nella reazione di preparazione del Giallo Piombo PbI_2 , partendo da acetato di piombo e joduro di potassio:

$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 2\text{KI} = \text{PbI}_2 \text{ (ppt. giallo)} + 2\text{CH}_3\text{COOK}$
Acetato di piombo + joduro di potassio = joduro di piombo (ppt.giallo insolubile) + acetato di potassio.

In realtà il sale "Acetato di potassio" essendo totalmente solubile, si trova in soluzione dissociato nella forma $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{K}^+$, questo come per tutte le altre preparazioni riportate nelle singole schede di ogni pigmento e nelle preparazioni che si effettueranno tramite reazioni di precipitazione.

Pertanto quando si forma il precipitato solido di joduro di piombo, esso conterrà delle impurezze dovute all'acetato di potassio solubile.

Per questo motivo il sale insolubile, che rappresenta il nostro pigmento, deve essere lavato per rimuovere tali impurezze disciolte nella soluzione di reazione.

Quantità di reagenti (dosi)

Per quanto riguarda invece le quantità di reagenti da utilizzare nelle reazioni di precipitazione (dosi di reagenti), esse non sono state riportate nelle singole schede di ciascun pigmento per un motivo ben preciso.

Occorre dire che in generale, essendo i pigmenti prodotti per precipitazione, sali insolubili, le quantità da utilizzare e le rese di pigmento ottenute saranno quantità stechiometriche.

Ossia ritornando all'esempio della preparazione dello ioduro di piombo:



Essendo i pesi molecolari dei singoli composti i seguenti:



facendo reagire una quantità in grammi di reagenti, pari al loro peso molecolare (una mole), si otterrà una quantità di ioduro di piombo pari al suo peso molecolare.

Ossia facendo reagire 325 grammi di acetato di piombo con 332 grammi di ioduro di potassio si ottengono 460 grammi di pigmento ioduro di piombo come precipitato e 196 grammi di acetato di potassio in soluzione.

Per tali quantità, il volume di acqua in cui disciogliere i reagenti, sarebbe elevato, dell'ordine di litri pertanto per lavorare e ottenere minori quantità basta frazionare proporzionalmente tutti i quantitativi di ciascun reagente.

Preparazione pratica di un pigmento tramite reazioni di precipitazione (doppio scambio)

Per la preparazione di un pigmento mediante reazione di precipitazione o doppio scambio si può operare in generale con il seguente metodo (fig.84),

- 1) Si prepara una soluzione del reagente A dissolvendolo in acqua distillata.
- 2) Si prepara una soluzione del reagente B dissolvendolo in acqua distillata.
- 3) Si aggiunge la soluzione del reagente B al reagente A e si ottiene il sale insolubile detto precipitato, che rappresenta il pigmento da separare.
- 4) Si fa decantare il precipitato, processo che può richiedere anche delle ore oppure si filtra direttamente
- 5) Si eliminano le acque di reazione, se esse contengono sali solubili pericolosi per l'ambiente vanno raccolte in appositi contenitori e smaltite come rifiuto pericoloso mediante ditte autorizzate, se contengono sali innocui (potassio, sodio ecc.) possono essere versate in fognatura.
- 6) Si aggiunge altra acqua distillata per effettuare il lavaggio del precipitato ossia l'eliminazione dei Sali solubili che si sono formati dalla reazione di doppio scambio.
- 7) Si ripetono i lavaggi fino a completa eliminazione delle impurezze solubili.
- 8) Si filtra il precipitato e lo si raccoglie in opportuno contenitore
- 9) Si asciuga il precipitato in stufa
- 10) Se necessario si macina il pigmento asciutto fino alla granulometria necessaria.
- 11) Si conserva il pigmento puro in contenitore chiuso e opaco.

FASI DI PREPARAZIONE DI UN PIGMENTO PER PRECIPITAZIONE

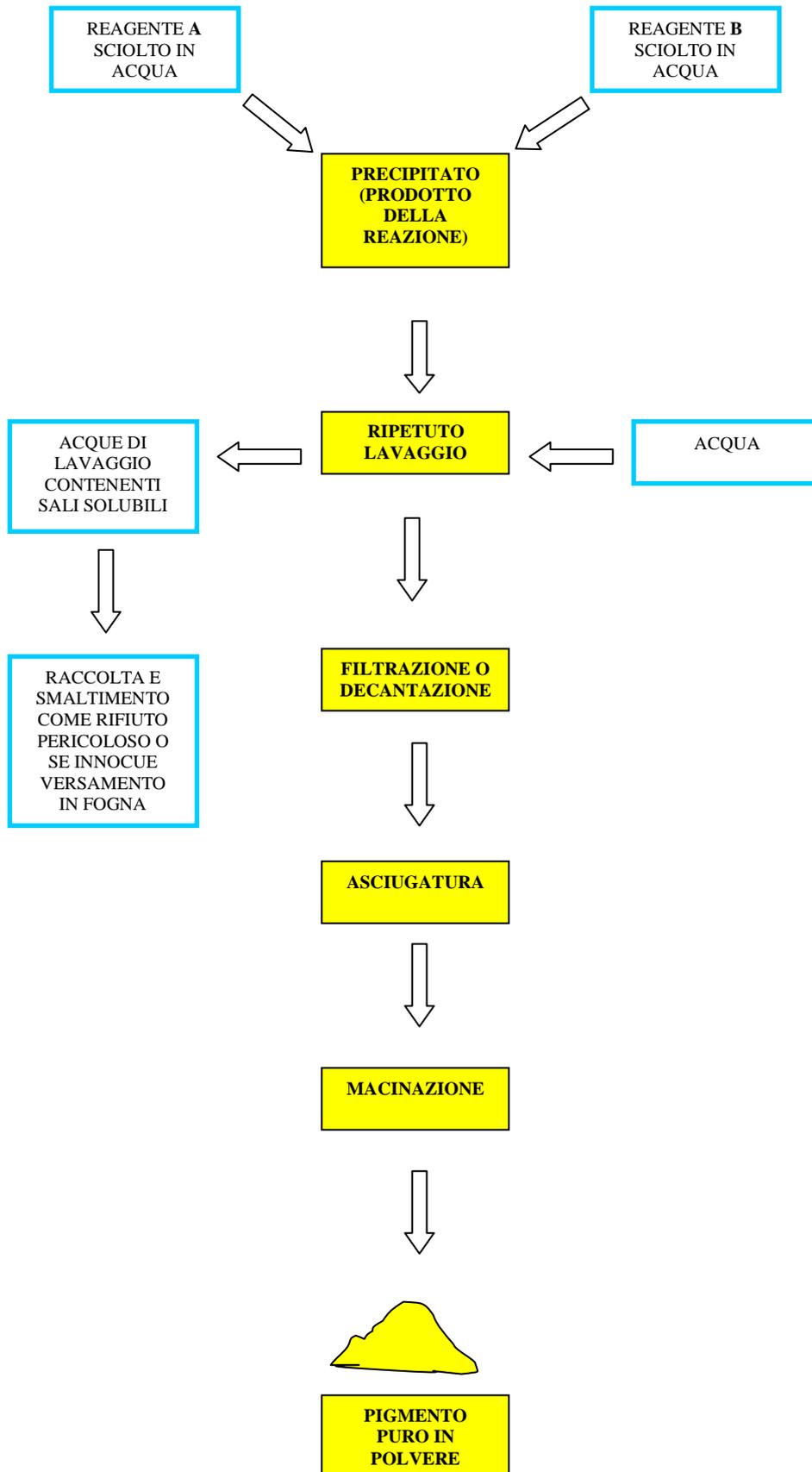


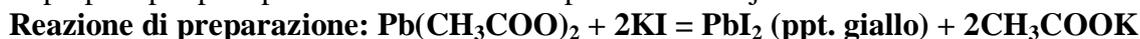
Fig.84

PREPARAZIONI DI LABORATORIO

GIALLI:

GIALLO PIOMBO (Joduro Piombo):

Si prepara per precipitazione da un sale di piombo e uno joduro alcalino in soluzione acquosa:



Acetato di piombo + joduro di potassio = joduro di piombo (ppt.giallo insolubile) + acetato di potassio.

Dosi: Essendo i pesi molecolari dei singoli composti i seguenti:

325	332	460	197
-----	-----	-----	-----

facendo reagire una quantità in grammi di reagenti, pari al loro peso molecolare (una mole), si otterrà una quantità di joduro di piombo pari al suo peso molecolare.

Ossia facendo reagire 325 grammi di acetato di piombo con 332 grammi di joduro di potassio si ottengono 460 grammi di pigmento joduro di piombo come precipitato e 196 grammi di acetato di potassio in soluzione.

Per ottenere minori quantità basta frazionare proporzionalmente tutti i quantitativi di ciascun reagente (da 3,25 g di acetato di piombo e 3,32 g di joduro di potassio scolti rispettivamente in 200-300 ml di acqua si ottengono 4,6 g di joduro di piombo in un volume finale di 400-600 ml).

Tale principio si applica a tutte le successive preparazioni.

I sali solubili prodotti dalla reazione non sono pericolosi per l'ambiente (Sali innocui di potassio, sodio o acidi molto diluiti ecc.) e possono essere versanti in fognatura.

GIALLO CROMO (Cromato Piombo):

Si prepara per precipitazione da un sale di piombo e un cromato alcalino in soluzione acquosa:

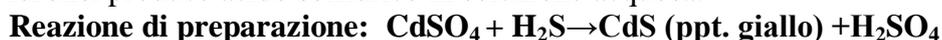


Cromato di sodio + acetato di piombo = cromato di piombo + acetato di sodio

Dosi: Vedi considerazioni del giallo piombo

GIALLO CADMIO: (Solfuro di cadmio) :

Si prepara per precipitazione da un sale di cadmio e tiosolfato di sodio in soluzione acida che per idrolisi produce acido solfidrico in soluzione acquosa:



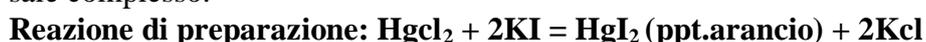
Solfato di cadmio + acido solfidrico (da idrolisi del tiosolfato di sodio $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) = solfuro di cadmio + acido solforico (diluito in acqua, non pericoloso per l'ambiente)

Dosi: Vedi considerazioni del giallo piombo

ROSSI:

ROSSO MERCURIO (Joduro Mercurico):

Si prepara per precipitazione da una soluzione di un sale mercurico per aggiunta di joduro di potassio a goccia in quanto con un eccesso di joduro si dissolve il precipitato in quanto si forma un sale complesso.



Cloruro mercurico + joduro di potassio = joduro mercurico + cloruro di potassio

Dosi: Vedi considerazioni del giallo piombo

VIOLA:

VIOLETTO COBALTO (Arseniato Cobalto).

L'arseniato di cobalto viene ottenuto per aggiunta di arseniato di potassio ad un sale di cobalto sciolti in soluzione acquosa:

Reazione di preparazione: $3 \text{CoCl}_2 + 2\text{K}_3\text{AsO}_4 \rightarrow \text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2$ (ppt. viola chiaro) + 6KCl

Cloruro di cobalto + arseniato di potassio = arseniato di cobalto + cloruro di potassio

Dosi: Vedi considerazioni del giallo piombo

BIANCHI:

BIACCA (Carbonato Piombo):

si ottiene precipitandolo da una soluzione di acetato di piombo trattata con una soluzione di carbonato di sodio.

Reazione di preparazione: $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{PbCO}_3$ (ppt. bianco) + $2\text{CH}_3\text{COONa}$

acetato di piombo + carbonato di sodio = carbonato di piombo + acetato di sodio

Dosi: Vedi considerazioni del giallo piombo

BIANCO BARIO (Solfato Bario):

Si prepara per precipitazione di un sale di bario con un solfato alcalino o acido solforico.

Reazione di preparazione: $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4$ (ppt. bianco) + 2HCl

Acido solforico + cloruro di bario = solfato di bario + acido cloridrico (diluito in acqua non pericoloso per l'ambiente)

Dosi: Vedi considerazioni del giallo piombo

VERDI:

VERDE SCHEELE (Arsenito Rame):.

In laboratorio si prepara aggiungendo ad una soluzione di solfato rameico una soluzione di arsenito di potassio.

Reazione di preparazione: $3\text{CuSO}_4 + 2\text{K}_3\text{AsO}_3 = \text{Cu}_3(\text{AsO}_3)_2$ (ppt. verde chiaro) + $3\text{K}_2\text{SO}_4$

Solfato di rame + arsenito di potassio = arsenito di rame + solfato di potassio.

Dosi: Vedi considerazioni del giallo piombo

VERDE CROMO (Ossido cromatico):

In laboratorio si prepara aggiungendo ad una soluzione di nitrato cromatico una soluzione di idrossido di sodio, precipita l'idrossido cromatico di colore verde-grigio.

Successivamente l'idrossido cromatico separato e lavato viene calcinato a temperature superiori a 600°C e si ottiene l'ossido cromatico, pigmento di colore verde

Reazione di preparazione: $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{NaNO}_3$

Nitrato cromatico + idrossido di sodio = Idrossido cromatico (ppt.verde-grigio) + nitrato di sodio

$2\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{calore} = \text{Cr}_2\text{O}_3$ (polv. Verde) + $3\text{H}_2\text{O}$

Idrossido cromatico + calore = ossido cromatico + acqua

Dosi: Vedi considerazioni del giallo piombo

VERDE VERDITER O VERDE MALACHITE (Carbonato rameico):

BLU VERDITER o AZZURRITE ARTIFICIALE (Carbonato rameico):

In laboratorio il Verde Verditer o Verde Malachite si prepara riscaldando una soluzione di Solfato di rame quasi ad ebollizione (80°C) quindi aggiungendo lentamente e poco alla volta una soluzione concentrata di carbonato di sodio.

Il precipitato ottenuto va essiccato a temperatura di 70-80°C altrimenti diventa nero per formazione di ossido rameico nero.

Se si opera a freddo con la stessa metodica si ottiene il Blu Verditer.

E' interessante osservare come le condizioni di precipitazione, in questo caso la variazione della temperatura con il semplice riscaldamento, porta a due pigmenti di colore diverso.

In altri casi (cromati di piombo: giallo, arancio e rosso piombo) è la sola variazione di pH a produrre pigmenti di colore diverso.

Reazione di preparazione: $\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{calore} < 80^\circ\text{C} = \text{CuCO}_3 \text{ (ppt. verde chiaro)} + \text{Na}_2\text{SO}_4$

Solfato rameico + carbonato di sodio + calore = carbonato rameico + solfato di sodio

$\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{calore} < 80^\circ\text{C} = \text{CuCO}_3 \text{ (ppt. azzurro)} + \text{Na}_2\text{SO}_4$

Solfato rameico + carbonato di sodio = carbonato rameico + solfato di sodio

Dosi: Vedi considerazioni del giallo piombo

AZZURRI:

BLU DI PRUSSIA (Ferrocianuro ferroso/ico):

Si ottiene per reazione tra il ferrocianuro di potassio e ioni di ferro(III); il colore è talmente intenso e caratteristico da rendere questa reazione adatta per il rilevamento del ferro o dei cianuri anche a livello di tracce.

Reazione di preparazione: $4\text{FeCl}_3 + 3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 \text{ (colore blu intenso)} + 12\text{KCl}$

Cloruro ferrico + ferrocianuro di potassio = ferrocianuro ferrico + cloruro di potassio

Dosi: Vedi considerazioni del giallo piombo

BLU MOLIBDENO (Molibdato stannoso)

Si pongono 2,5 g di Anidride molibdica MoO_3 (oppure si può partire dalla stessa quantità di Molibdato di ammonio) e 0,75 g di granuli di stagno (o meglio cloruro stannoso 1 g) in un becher; è meglio un leggero eccesso di Sn che un difetto, poiché il metallo rimasto può essere rimosso in seguito lavando con HCl, al contrario dell'eventuale anidride molibdica non reagita.

Si aggiungono 2,5 ml di HCl 36% a 13 ml di acqua distillata. Si versa l'acido nel becher dei reagenti.

Comincia a svilupparsi idrogeno in modo lento, ma costante. Dopo poco tempo il precipitato scurisce e diviene di un blu sempre più scuro. Agitare di tanto in tanto, soprattutto nelle prime fasi della reazione. Filtrarlo e asciugarlo..

Il prodotto appare come una polvere pesante di un blu molto scuro. La resa è di 2,1 grammi.

Reazione di preparazione: $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} + 3\text{SnCl}_2 + \text{HCl} = \text{Sn}_3\text{Mo}_7\text{O}_{24} \text{ (ppt- blu)} + 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{HCl}$

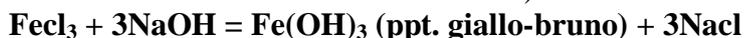
Molibdato di ammonio + cloruro stannoso + acido cloridrico (catalizzatore) = molibdato stannoso + cloruro di ammonio + acido cloridrico (diluito in acqua non pericoloso per l'ambiente).

Dosi: Vedi considerazioni del giallo piombo o descrizione ricetta.

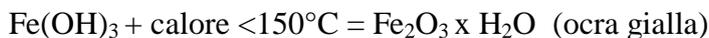
BRUNI:

OCRA (Idrossido Ferrico):

Si prepara per reazione tra il cloruro ferroso e acqua ossigenata (per ossidare il catione ferro ferroso Fe^{2+} a ferro ferrico Fe^{3+}) cui si aggiunge una soluzione di idrossido di sodio (oppure direttamente da Cloruro ferrico e solo idrossido di sodio)



cloruro ferrico + idrossido di sodio = idrossido ferrico + cloruro di sodio



Dosi: Vedi considerazioni del giallo piombo

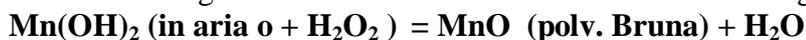
NERI:

PIROLUSITE (Biossido Manganese):

Attualmente viene ottenuto per precipitazione da una soluzione di solfato di manganese con idrossido di sodio, l'idrossido di manganese imbrunisce rapidamente all'aria formando una miscela di ossidi.



Solfato di manganese + idrossido di sodio = idrossido di manganese + solfato di sodio



Idrossido di manganese + aria + acqua ossigenata per accelerare l'ossidazione) = ossido di manganese (polv. bruna) + acqua

Dosi: Vedi considerazioni del giallo piombo

NERO FUMO da una reazione in fase gassosa raccogliendo su una superficie fredda il carbonio che si sviluppa da una combustione.

COLORANTI SINTETICI:

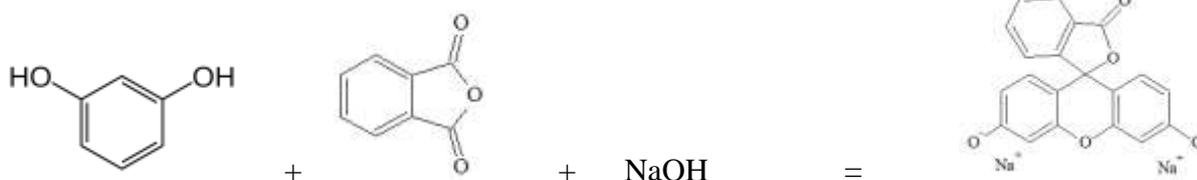
FLUORESCEINA:

Uno dei più belli coloranti preparati dall'uomo, di un colore giallo-verde altamente fluorescente, è anche uno dei coloranti preparabili con maggiore facilità (unico passaggio anziché reazioni a più stadi come nel caso degli azocomposti).

Si pone in una provetta una spatola di resorcina e una di anidride ftalica, si mescola, si aggiungono alcune pastiglie di idrossido di potassio e si fa fondere delicatamente su fiamma.

Riscaldare fino a che la massa diventa giallo-bruna e liquida quindi raffreddare.

Prelevare una aliquota del colorante e diluirla in un becker colmo di acqua, si osserverà il meraviglioso colore giallo-verde fluorescente.



Resorcina

+

Anidride ftalica

+

Idrossido di sodio

=

Fluoresceina sodica

BLU METILENE, RODAMINA, osservazione del potere colorante e potere coprente.

La tecnica impressionista

Il tratto più distintivo del lavoro degli *Impressionisti* è l'applicazione della vernice in tocchi per lo più di colore puro e non mescolato, questo significa che i pittori preferivano mescolare la vernice direttamente sulla tela invece di farlo sulla tavolozza, com'era sempre avvenuto.

Di conseguenza le loro immagini hanno una luminosità maggiore, risultando assai più colorati anche dei lavori di *Delacroix*, da cui avevano imparato la tecnica.

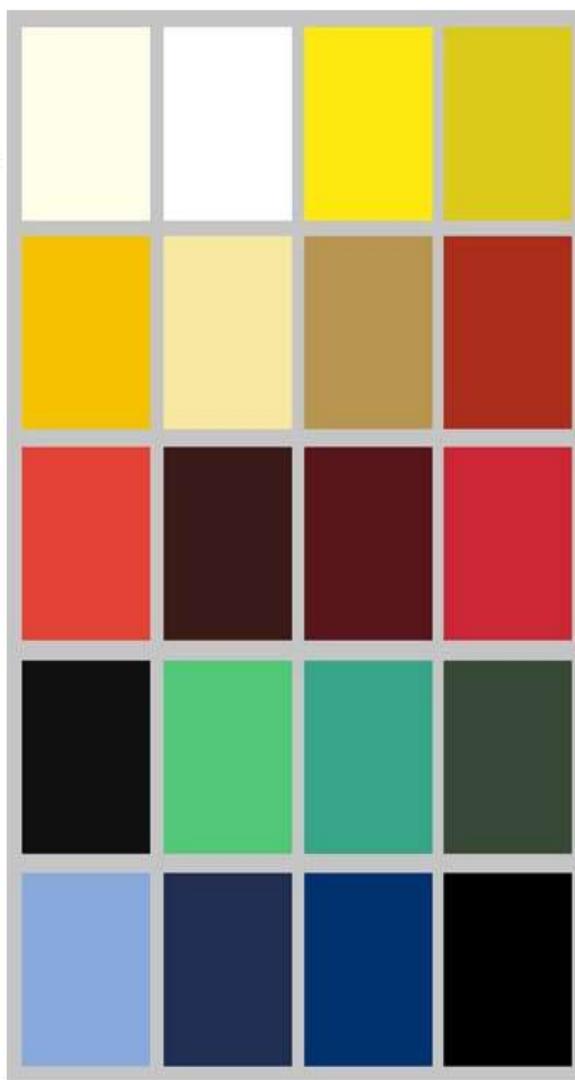
Osservandoli ai giorni nostri i dipinti degli artisti che, all'epoca, furono ammessi al Salon sembrano pallidi e opachi in confronto a quelli degli *Impressionisti*.

Uno dei numerosi critici della nuova corrente insinuò che avrebbero potuto ottenere gli stessi risultati caricando un fucile con colori brillanti e sparando alla tela.

Dopo un'asta catastrofica nel 1874, un altro sentenziò: «*Ci siamo divertiti molto con i paesaggi porpora, i fiori rossi, i fiumi neri, le donne gialle e verdi e i bambini azzurri*».

Che cos'erano questi colori che provocavano questo disprezzo e tanta ironia? Non esiste, è superfluo dirlo, un'unica "tavolozza impressionista", ma i maggiori esponenti si servirono di una gamma di colori abbastanza costante, con una decisa propensione per i materiali nuovi proprio quelli che tendono a fornire gli effetti più eclatanti del radioso repertorio dell'impressionismo.

Dei venti principali pigmenti individuati nei quadri impressionisti, dodici erano i nuovi sintetici: giallo limone (cromato di bario), giallo cromo, giallo cadmio, arancio cromo, verde di Scheele, verde smeraldo, verde di Guignet, verde cromo, azzurro ceruleo, blu cobalto, oltremare artificiale e bianco di zinco.



I colori principali usati dagli impressionisti. Dall'alto in basso, da sinistra a destra: bianco di zinco (#FEFEE9), biacca, "giallo limone" (cromato di bario #FDE910), giallo cromo (cromato di piombo #DBCA1A), giallo cadmio (#F6C100), giallo di Napoli (antimoniato di piombo #F7E89F), ocra gialla, arancio cromo (cromato basilico di piombo), vermiglione (#E34234), ocra rossa, lacca di rabbia naturale, lacca cremisi (cocciniglia), verde di Scheele (arsenito di rame), verde smeraldo (aceto arsenito rame #50C878), verde di Guignet (idrossido di cromo), "verde cromo" (blu di Prussia/giallo cromo), azzurro ceruleo (stannato di cobalto), blu cobalto (alluminato di cobalto), oltremare artificiale, nero avorio (nero d'osso). (National Gallery, Londra).



ZECCHI ~ FIRENZE
 TEMPERA ALL'UOVO DEL CENNINI
 RENAISSANCE EGG TEMPERA



- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1 GIALLO DI CADMIO CHIARO | 8 CERULEO |
| 2 GIALLO DI CADMIO SCURO | 9 VERDE VESICIA |
| 3 ROSA DI CADMIO CHIARO | 10 VERDE SMERALDO |
| 4 ROSA CARMINO D'ALGERIA | 11 TERRA DI SIENA NATURALE |
| 5 MAGENTA | 12 TERRA DI SIENA BRUCIATA |
| 6 BLU ULTRAMARINO | 13 TERRA D'OMBRA NATURALE |
| 7 INDACO | 14 TERRA D'OMBRA BRUCIATA |

ELENCO PIGMENTI ATTUALMENTE IN COMMERCIO (Curiosità) (Catalogo preso da un sito di commerciante di pigmenti per uso artistico)

I BIANCHI

Bianco d'Argento

Carbonato basico di piombo o bianco di piombo, tossico. Bianco molto coprente, crea un film resistente nel tempo. Come legante si usa essenzialmente dell'olio. **ATTENZIONE:** non miscelare con i blu oltremare e i cadmi. Da utilizzare per l'affresco solo con le dovute precauzioni, vista la natura del pigmento. Se ne sconsiglia l'uso nelle tecniche ad acqua.

Bianco di Litopone

Solfuro di zinco e solfato di barite. Bianco coprente, dà luminosità alle mescolanze ed è molto utilizzato per la preparazione dei fondi. Ha molteplici impieghi.

Bianco di Meudon o Bianco di Marly

Carbonato di calcio naturale. Carica naturale tenera che si utilizza nella composizione di fondi coprenti all'acqua, spesso assieme al bianco di litopone.

Bianco di Titanio

Biossido di titanio. Molto coprente, con un'ottima resistenza alla luce, si miscela con tutti i tipi di pigmenti. Si utilizza sia con l'olio sia con i leganti ad acqua. E' attualmente il bianco più usato.

Bianco di Zinco

Ossido di zinco. Si miscela a tutti i pigmenti. E' un bianco relativamente poco coprente e si usa con i leganti per olio, per tempera e per acquerello. Va bene per l'affresco. Da usare in strati sottili e con le velature.

I NERI

Nero d'Avorio

Carbone animale da ossa calcinate (e non più dall'avorio). Permette di ottenere un nero caldo e intenso che digrada verso il bruno ed ha una ottima resistenza alla luce. Nella tecnica dell'olio richiede un'alta percentuale di legante. Essicca lentamente ed ha tendenza a screpolare. Si utilizza con tutte le tecniche; nella tecnica dell'affresco però è meglio utilizzare il nero specifico.

Nero per Affreschi

Miscela di nero carbone e nerofumo, ha un'ottima resistenza alla luce e si utilizza essenzialmente con la tecnica dell'affresco, ma non presenta controindicazioni se utilizzato con altre tecniche.

Nero di Marte

Ossido di ferro. Nero di sintesi di assoluta solidità alla luce. Digrada verso i grigi freddi e si può utilizzare con tutte le tecniche compreso l'affresco. Non screpola.

LE OCRE

Le ocre, in generale, sono argille colorate contenenti ossido di ferro. Provengono dall'Italia e dalla Francia ed hanno in comune queste caratteristiche:

- sono perfettamente resistenti alla luce
- si possono utilizzare con tutte le tecniche
- sono raccomandate anche per gli affreschi (eccetto l'ocra di Ru).

Ocra Gialla

Ocra naturale di un giallo caldo, leggermente trasparente. **Ocra Rossa**

E' ottenuta per calcinazione dall'ocra gialla. **Ocra di Ru**

Miscela di ocre naturali e di pigmenti di sintesi, di un bruno scuro ricco e caldo. Sconsigliata per l'affresco.

I BRUNI

Bruno di Madera

Pigmento azoico trasparente e cariche minerali. Bruno rossastro molto intenso, con un elevato potere colorante ed una buona resistenza alla luce. Si utilizza con tutte le tecniche ad eccezione di quella dell'affresco.

Bruno Rossastro

Ossido di ferro. Bruno coprente, molto resistente alla luce e stabile nelle miscele. Si utilizza con tutte le tecniche ed è consigliato anche per quella dell'affresco.

Bruno Van Dyck

Ossido di manganese bruno violaceo, molto solido alla luce e stabile nelle mescolanze. Si utilizza con tutte le tecniche, compreso l'affresco.

LE TERRE

Terre Naturali

- Terra di Siena naturale
- Terra di Siena bruciata

- Terra d'ombra naturale
- Terra d'ombra bruciata
- Terra verde

Tutte le terre sono di origine naturale e provengono da cave italiane. Sono degli ossidi di ferro naturali, hanno una grande resistenza alla luce e una notevole stabilità nelle miscele. Le terre di Siena e d'ombra naturali richiedono nella preparazione dei colori ad olio una forte percentuale di legante, senza essiccanti perché sono molto siccate per natura. Si utilizzano con tutte le tecniche e sono particolarmente raccomandate per quella dell'affresco.

Le terre bruciate sono ottenute per calcinazione da quelle naturali.

I ROSSI

Rossi di Cadmio - chiaro, arancio, porpora

Solfoseleniuro di cadmio. Pigmento minerale opaco molto coprente, con una notevole resistenza alla luce ed un'ottima stabilità nella miscelazione con tutti i leganti tradizionali. Adatto a tutte le tecniche, ottimo anche per l'affresco. Da non miscelare con il bianco d'argento né con i gialli di cadmio.

Rossi di Cadmio Imitazione - chiaro, arancio, porpora

Miscela di pigmenti azoici, ossido di zinco e cariche minerali che permette di ricostruire le tonalità dei rossi di cadmio autentici. Questa miscela ha una buona resistenza alla luce ed una buona stabilità nelle mescolanze con tutti i tipi di leganti. Si utilizza con la tecnica dell'olio, dell'acquerello, della tempera e degli acrilici. Da non usare nella tecnica dell'affresco.

Rosso Scuro Solido

Lacca di calcio e cariche minerali. Rosso organico tendente al carminio. E' vivo e intenso ed ha un buon potere colorante. Ha una resistenza alla luce media, si utilizza principalmente nella decorazione ed è sconsigliato per l'affresco.

Rosso Hélios

Rosso di toluidina. Rosso organico vivo, molto intenso e luminoso, con un elevato potere colorante. Resistenza alla luce: media. Si utilizza con tutte le tecniche ad eccezione di quella dell'affresco.

Rosso di Marte

Ossido di ferro. Rosso bruno molto scuro, trasparente. Ha un elevato potere colorante, è molto resistente alla luce ed è stabile nella miscelazione. E' adatto a tutte le tecniche e si raccomanda in quella dell'affresco.

Rosso di Venezia

Ossido di ferro. Colore rosso bruno molto vivo, con un forte potere colorante, un'ottima resistenza alla luce ed un'ottima stabilità nella miscelazione. Si utilizza con tutte le tecniche ed è raccomandato per quella dell'affresco.

Vermiglione Francese Imitazione

Pigmenti azoici e cariche minerali. Rosso aranciato vivo, luminoso e coprente, con una buona resistenza alla luce. Si utilizza con tutte le tecniche, ad eccezione di quella dell'affresco.

Vermiglione di Cina Imitazione

Rosso di toluidina e cariche minerali. Rosso lacca scuro e profondo, con una solidità alla luce media. Si utilizza con tutte le tecniche, ad eccezione di quella dell'affresco.

Rosso Chinacridone

Pigmento organico dal potere colorante molto forte, molto resistente alla luce. Dà una tonalità rosso vivo intensa e luminosa. Molto trasparente, permette di realizzare magnifiche velature. Mescolato ai bianchi dà dei rosa luminosi e delicati.

I GIALLI

Giallo di Barite

Cromato di bario, tossico. Ha una buona resistenza alla luce. Giallo fresco, più verdastro del giallo di zinco, luminoso e con un potere colorante medio. Non adatto all'affresco.

Giallo Brillante

Questa tonalità è ottenuta miscelando l'ossido di zinco, dei gialli monoazoici e il giallo di arilamide modificato. Tonalità calda, con una buona resistenza alla luce. Si utilizza con i leganti per olio, tempera ed acquerello. Sconsigliato per l'affresco.

Gialli di Cadmio - chiaro, medio, scuro, limone, arancio

Solfuro di Cadmio. Pigmento minerale opaco giallo intenso, con una buona coprenza ed una eccellente resistenza alla luce. Si utilizza con tutte le tecniche. Non mescolare con il bianco d'argento né con i gialli di cromo.

Gialli di Cadmio Imitazione - chiaro, medio, scuro, limone, arancio

Composizione stabile e inerte di pigmenti monoazoici e di cariche minerali. Ha una buona resistenza alla luce ed è stabile con tutti i leganti: per olio, acquerello, tempera e acrilici. Per la tecnica dell'affresco si consigliano solo i cadmi autentici.

Gialli di Cromo - chiaro, limone, medio, arancio, scuro

Cromati di piombo, tossici. Questi pigmenti sono i progenitori dei cadmi, hanno un potere coprente elevato e danno un film molto resistente. Per contro hanno degli aspetti negativi: tossicità, scarsa resistenza alla luce e tendenza ad annerire

con il passare del tempo. Sono assolutamente sconsigliati nella tecnica dell'affresco. Si utilizzano praticamente solo per tradizione. Danno verdi molto "pesanti"

Giallo Limone

Pigmento organico monoazoisico. Ottima resistenza alla luce e buon potere coprente. Stabile nelle mescolanze con tutti i tipi di leganti, **ma sconsigliato per l'affresco.**

Giallo Indiano Imitazione

Questa tonalità è stata ricostruita miscelando vari pigmenti azoisici. E' un pigmento trasparente, resistente alla luce, luminoso, che si utilizza spesso per dare più calore alle tonalità. Si può utilizzare con tutte le tecniche, esclusa quella dell'affresco.

Giallo di Marte

Composto da una miscela di pigmento azoisico e terre naturali. Trasparente, resistente alla luce, con un alto potere colorante, si utilizza con tutte le tecniche escluso l'affresco.

Giallo di Napoli Imitazione

Pigmento composto da ossido di zinco, biossido di titanio e giallo monoazoisico. Luminoso e resistente alla luce, fa parte della tavolozza di quasi tutti i pittori. Nella fabbricazione dei colori ad olio dà un bell'impasto denso. Si utilizza con tutte le tecniche ma è sconsigliato per l'affresco.

Giallo di Nichel / Titanio

Titanato di nichel, giallo vivo tendente al verde. Buon potere coprente, con un'eccellente resistenza alla luce sia nella tonalità piene che nelle gradazioni. E' perfettamente compatibile con tutti gli altri pigmenti e con tutti i leganti. Particolarmente adatto per l'affresco.

I VERDI

Verde Inglese Chiaro

Pigmento azoisico e ftalocianina. Dà un verde tenero e luminoso, con un potere coprente molto elevato. Buona resistenza alla luce e buona stabilità nelle miscele. Si utilizza con tutte le tecniche ma non è adatto all'affresco.

Verde Inglese Scuro

Pigmento azoisico e ftalocianina. Verde scuro bluastrato con un forte potere colorante, buon potere coprente, ottima resistenza alla luce e buona stabilità nelle miscele. Si utilizza con tutte le tecniche tranne l'affresco.

Verde di Barite

Cromato di bario, ftalocianina e cromato di stronzio, tossico. Verde tenue, luminoso, coprente, con una buona resistenza alla luce. Il suo impiego sotto forma di polvere è decisamente sconsigliato. Si utilizza con tutte le tecniche ma non è adatto all'affresco.

Verde di Cobalto Chiaro

Combinazione di ossidi di cobalto e zinco. Verde tenue freddo tendente al turchese, utilizzato puro ha un buon potere coprente ma è poco colorante. Molto solido alla luce e stabile nella miscelazione. Si utilizza con tutte le tecniche ed è consigliato anche per l'affresco.

Verde di Cobalto Scuro.

Ha le stesse caratteristiche del verde di cobalto chiaro, ma con una tonalità scura, fredda e poco coprente.

Verde Smeraldo

Ossido di Cromo idrato. Verde scuro intenso, con un'ottima resistenza alla luce e grande stabilità nella miscelazione. Per la sua trasparenza si utilizza principalmente con i colori ad olio, nella tecnica delle velature.

Meno vivo e colorante del verde smeraldo imitazione, può essere utilizzato con tutte le tecniche e con tutti i leganti, ma bisogna evitare gli strati troppo spessi. Consigliato anche per l'affresco.

Verde Smeraldo Imitazione

Ftalocianina e cariche minerali. Si avvicina molto al verde smeraldo autentico. Verde luminoso con un elevato potere colorante, ha una buona resistenza alla luce ed una buona stabilità nelle miscele. Sconsigliato per l'affresco.

Verde Ossido di Cromo

Ossido di cromo anidro. Verde spento con un elevato potere coprente e colorante. Ottima resistenza alla luce e stabilità nelle miscele. Nella fabbricazione dei colori ad olio dà un impasto molto piacevole da lavorare. Consigliato anche per l'affresco.

Verde Veronese Imitazione

Pigmenti monoazoisici, ftalocianina e cariche minerali. Verde tenue, luminoso, coprente ma poco colorante. Ha una buona resistenza alla luce, si può utilizzare con tutti i leganti ma è sconsigliato per la tecnica dell'affresco.

Verde di Ftalocianina

Pigmento organico. Presenta le stesse caratteristiche del blu di ftalocianina, ma con la tonalità di un verde fresco e profondo.

I BLU

Blu Azzurro

Pigmento organico, blu di ftalocianina e solfato di bario. Blu turchese vivo e luminoso, molto resistente alla luce. Se ne sconsiglia l'uso per l'affresco.

Blu Ceruleo

Stannato di cobalto. Colore opaco blu - verde molto resistente alla luce e inalterabile nelle miscele. Si utilizza con tutte le tecniche ma il suo costo è piuttosto elevato.

Blu Ceruleo Imitazione

Composizione a base di solfato di barite e blu di ftalocianina. Si utilizza con tutte le tecniche, ha un elevato potere colorante e una notevole resistenza alla luce. E' un buon sostituto del blu ceruleo.

Blu di Cobalto

Alluminato di cobalto. Blu molto puro, con un'eccellente resistenza alla luce e perfettamente stabile nelle miscele. E' utilizzato in tutte le tecniche ma il suo costo è piuttosto elevato.

Blu Oltremare Chiaro

Silicato di alluminio e polisolfuro di sodio. La produzione dei blu oltremare è molto complessa e può variare secondo le tonalità ricercate. E' un blu luminoso e intenso, molto vicino al blu di cobalto, e permette di ottenere delle sfumature molto fresche. E' stabile nelle miscele e si utilizza con tutte le tecniche. Non va mescolato con il bianco d'argento e con i gialli di cromo perché contiene dello zolfo.

Blu Oltremare Scuro

Silicato di alluminio e polisolfuro di sodio. Ha la stessa composizione e le stesse caratteristiche del blu oltremare chiaro. Blu molto intenso, più violaceo di quello chiaro, molto resistente alla luce. E' un colore di base per molti artisti, ma se ne sconsiglia l'uso per l'affresco.

Blu di Prussia

Ferrocianuro ferrico. Pigmento difficile da macinare e da bagnare. Di potere colorante molto elevato, ha una eccellente resistenza alla luce, ma nei colori ad olio tende a scurire col tempo. Di tonalità fresca e trasparente, ha una certa azione siccativa sui leganti grassi. Non adatto all'affresco.

Blu Indaco

Pigmento organico: blu di indantrene. Ricostruzione per sintesi dell'indaco di origine vegetale. Potere colorante molto elevato, notevole resistenza alla luce. Forma una pellicola semiopaca e va bene con tutti i leganti ma non è adatto all'affresco. Dà un blu profondo e intenso.

Blu di Cobalto Scuro

Alluminato di cobalto (ci sono diversi toni di blu di cobalto, in funzione delle diverse temperature di cottura). E' un blu vivo e profondo, con una eccellente resistenza alla luce. Perfettamente stabile nelle mescolanze, può essere usato con tutte le tecniche.

Blu di Cobalto Turchese

Alluminato di cobalto. Non si può ottenere una tonalità turchese di uguale vivacità con delle mescolanze, ed è questo che rende così specifico questo colore. Eccellente resistenza alla luce. Per salvaguardarne la freschezza nei colori ad olio, impiegare un olio non ingiallente.

Blu di Ftalocianina

Pigmento organico dal potere colorante eccezionalmente forte, con resistenza alla luce molto buona. Si impiega con tutte le tecniche, salvo l'affresco. E' da usare con parsimonia a causa del forte potere colorante. E' molto trasparente e può essere usato per le velature. Dà tutta una gamma di blu che vanno dal blu cielo a blu scurissimi che ricordano il blu di Prussia. Con le mescolanze dà una infinità di verdi. .

I VIOLA

Viola di Cobalto Scuro

Fosfato di cobalto. Viola scuro molto resistente alla luce, stabile nelle miscele. Poco colorante ma coprente, si utilizza con tutte le tecniche, compreso l'affresco.

Viola Minerale

Fosfato di manganese. Viola con tendenza al rosso, con un buon potere coprente e un medio potere colorante. Buona resistenza alla luce. Si può utilizzare con tutti i tipi di leganti ma è sconsigliato nella tecnica dell'affresco e in tutte quelle all'acqua.

Violetto Oltremare

Alluminosilicato di sodio, pigmento minerale. Si utilizza con tutte le tecniche, compreso l'affresco. Potere colorante non molto forte. Dà un film trasparente di un violetto rossastro spento. Molto resistente alla luce.

Preparazione delle tempere

La tempera viene preparata disperdendo il pigmento in un legante (medium). Il rapporto pigmento/legante è alto in quanto deve coprire molto la superficie. Normalmente il legante è di natura proteica (legante a uovo) o di natura lipidica (legante a olio). A seconda del legante utilizzato si avrà quindi una tempera a uovo o una tempera a olio. Si possono preparare anche leganti misti uovo-olio, o si possono utilizzare leganti glucidici o leganti sintetici.

Nella preparazione delle tempere occorre fare attenzione ai seguenti requisiti;

- l'impasto fra il legante e il pigmento deve risultare omogeneo e consistente.
- non devono essere presenti grumi di pigmento non amalgamati.
- la consistenza dell'impasto deve essere tale da assicurare la perfetta stendibilità.

Tempera proteica (uovo):

Ingredienti:

- Uovo (devono essere utilizzate soltanto uova freschissime possibilmente biologiche. Il tuorlo deve essere il più chiaro possibile)
- Acqua distillata
- Pigmento

Materiale occorrente:

- Tazza da Gesso per montare l'albume
- Spatola a cucchiaino
- Becher
- Frullatore
- Macinello
- Lastra di vetro
- Cristallizzatore
- Bacchetta di vetro
- Pinzetta
- Vial con tappo
- Spruzzetta
- Tubetto vuoto o navicella per pesata

Proporzione in peso fra gli ingredienti

- tuorlo/albume/acqua: 1/1/1
- (tuorlo/albume/acqua) – (pigmento): 1 – 3

Procedura

- Preparare il cristallizzatore e la tazza da gesso.
- Aprire l'uovo con delicatezza per separare l'albume dal tuorlo.
- Far cadere l'albume nella tazza da gesso e il tuorlo nel cristallizzatore.
- Montare l'albume a neve con il frullatore.
- Trasferire la frazione di albume montata a neve in un becher e lasciarlo riabbattere fino a che non ritorna liquido (il riabbattimento richiede tempo. Potrebbe comunque essere utilizzato anche l'albume montato)

7

- Con l'aiuto di una pinzetta, togliere la membrana del tuorlo.
- Con l'aiuto di una spatola a cucchiaino versare in un vial (contenitore in vetro a forma di bottiglietta) una parte di tuorlo (due cucchiaini di una spatola a cucchiaino), una parte di albume (due cucchiaini di una spatola a cucchiaino) e mezza parte di acqua (un cucchiaino di una spatola a cucchiaino).
- Chiudere il vial con un tappo e agitare vigorosamente per amalgamare bene gli ingredienti. Si ottiene una emulsione cremosa.
- Indossare i guanti di protezione.
- Mettere tre parti di pigmento finemente macinato sulla lastra di vetro e aggiungere gradatamente una parte di emulsione preparata continuando a mescolare con una bacchetta di vetro.
- Una volta ottenuto un impasto grossolano, lavorarlo con il macinello in modo da renderlo il più omogeneo possibile (i movimenti sono rotatori. Ogni volta è necessario riaccumulare l'impasto con l'aiuto di una spatola)
- Accertarsi che l'impasto sia consistente.

Se risulta troppo denso e difficilmente stendibile, aggiungere gradatamente, goccia a goccia, l'acqua residua per amalgamare meglio.

Se risulta troppo morbido e con tendenza a spandere, aggiungere gradatamente altro pigmento per recuperare la consistenza.

- Continuare ad amalgamare fino ad ottenere un impasto omogeneo e consistente che deve risultare ben

stendibile.

- Raccogliere la tempera nel tubetto vuoto o in una navicella per pesata. Poiche la tempera tende ad essiccare rapidamente, chiudere il tubetto o coprire la navicella per pesata con un'altra navicella.

- Lavare con acqua tutto il materiale usato

Per controllare se si e preparata una buona tempera, si dipinge una striscia molto sottile su una lastra di vetro. Se, quando e asciutta, si stacca come una pellicola, la tempera e pronta per l'uso. Se invece si screpola, bisogna aggiungere altro uovo.

Attenzione, quando si utilizza il blu di Prussia e il nero occorre aggiungere anche alcune gocce di alcol etilico (all'acqua) per rendere la pasta fluida.

VISITA DI UN NEGOZIO DI PIGMENTI

The image shows a screenshot of a website for 'Terre Antiche'. At the top, there is a navigation menu with the following items: 'Terre Antiche' (in green), 'COSA FACCIAMO', 'PIGMENTI ED ALTRO', 'VIRTUAL TOUR', 'DOVE SIAMO', and 'CONTATTI'. Below the menu, the address is listed: 'Corte Galluzzi, 9A (angolo Via D'Azeglio)', '40124 BOLOGNA', and 'tel. 328 4109441'. A blue link for the website is provided: www.terreantiche.com/bologna.it. The main part of the screenshot is a Google Maps view of Bologna, Italy, with a red location pin. A white information box over the map displays the coordinates '44°29'31.6"N 11°20'31.8"E' and buttons for 'Indicazioni...' and 'Salva'. The map shows various streets and landmarks, including Piazza Galileo Galilei, Palazzo Comunale, Piazza de' Celestini, Piazza Maggiore, and the Basilica di San Petronio. At the bottom of the map, there is a copyright notice: '©2015 Google - Dati mappa' and links for 'Termini e condizioni d'uso' and 'Segnala un errore nella mappa'.