

**Sommario**

**Caratteristiche generali..... 2**

**Stabilità dimensionale..... 3**

**Cellulosa..... 4**

**Materie prime per la cellulosa ..... 5**

**Produzione della cellulosa ..... 6**

**Supporti per pellicole..... 10**

**Carta..... 15**

**Carte fotografiche..... 20**

## Caratteristiche generali

---

L'emulsione fotografica è in grado di assolvere al suo compito solo se è sorretta da un supporto adatto, costituito da una pellicola o da un foglio di carta o cartoncino.

Affinché un materiale sia utilizzabile come supporto per l'emulsione fotosensibile, deve presentare ottime qualità di aderenza, tanto allo stato umido quanto a quello secco, senza influire sulle proprietà sensitometriche e sulla conservabilità.

Il sottostrato collante (cioè lo strato intermedio fra il supporto e l'emulsione) deve fornire un'aderenza perfetta, sia verso il supporto sia verso la gelatina. Poiché l'adesione dell'emulsione fotosensibile al supporto liscio è problematica, occorre interporre uno strato adesivo costituito da gelatina addensata.

Nelle carte, in genere, non è necessario alcun sottostrato, in quanto la carta normalmente già contiene del collante che assicura un'ottima adesione della gelatina. Inoltre, le carte presentano una superficie irregolare e fibrosa, idonea a fungere da base per l'adesione.

Il problema è più difficile nel caso dei poliesteri insolubili, materiali che rappresentano un notevole progresso per quanto concerne la stabilità dimensionale.

Per ciò che riguarda i supporti trasparenti, sostituiti ormai da tempo il vetro (a causa della fragilità, della rigidità, dello spessore, del peso e dei costi) ed il nitrato di cellulosa (a causa dell'estrema infiammabilità), attualmente si utilizzano l'acetato di cellulosa per le pellicole da ripresa ed i poliesteri per le pellicole grafiche, in considerazione della maggiore stabilità dimensionale di questi polimeri sintetici.

Per quanto riguarda i supporti riflettenti, si ha una notevole gamma di carte, differenziate per spessore, tinta, struttura superficiale, tipo di emulsione fotografica, ecc. La carta impiegata come supporto è costituita da fibra cellulosica ben collata, provvista eventualmente di sottili strati plastici (carte impermeabilizzate per impregnazione con resine, in modo da rendere più rapide le operazioni di trattamento). Anche in questo settore hanno fatto la loro comparsa, pur se in misura limitata, i supporti sintetici.

## Stabilità dimensionale

---

Le variazioni di temperatura e di umidità e i trattamenti fotografici comportano variazioni delle dimensioni dei supporti che si riflettono ovviamente sull'immagine riportata sulla pellicola o sul foglio. Soprattutto producono dei disallineamenti quando si devono sovrapporre due o più immagini.

Le differenze dimensionali dei supporti, e quindi delle immagini, sono assolutamente da evitare nel settore grafico della stampa, dove ogni colore componente la policromia deve essere sovrapposto con esattezza agli altri per costituire l'immagine a colori finale. L'operazione di collimazione di un'immagine con un'altra si dice **messa a registro** ed è essenziale per la buona riuscita di qualsiasi lavoro di stampa.

Secondo il tipo e lo spessore del supporto, le pellicole sono più o meno soggette a variazioni dimensionali; si distingue tra variazioni temporanee e permanenti. Le cause delle variazioni dimensionali temporanee sono le oscillazioni della temperatura e dell'umidità. Mentre gli sbalzi rilevanti di temperatura nell'ambiente di lavoro sono rari, l'umidità relativa dell'aria può variare entro limiti molto ampi. I supporti pellicolari reagiscono più lentamente alle variazioni di umidità dell'aria rispetto a quelle termiche. Le oscillazioni di temperatura producono variazioni dimensionali del supporto entro pochi minuti, mentre le oscillazioni di umidità richiedono 20 - 60 minuti.

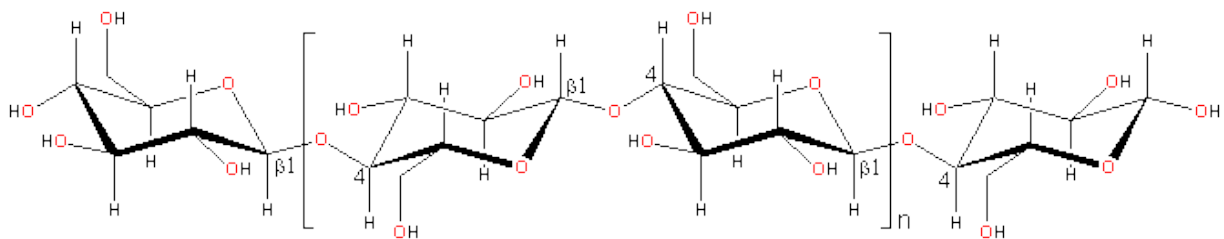
Le pellicole di acetato di cellulosa contengono solventi e plastificanti; nel tempo questi additivi volatilizzano, con conseguente contrazione del supporto. Tutti i supporti sono soggetti a questo invecchiamento, che genera una contrazione permanente; tuttavia, con una conservazione adeguata del materiale fotografico, l'invecchiamento si manifesta solo dopo anni.

La gelatina, durante l'essiccamento dello strato fotografico, esercita una forte tensione sul supporto. Questa tensione si manifesta non solo con una tendenza all'accartocciamento, ma anche con una contrazione. Nel rigonfiamento si nota viceversa una dilatazione. Inoltre, molti supporti assorbono essi stessi una certa quantità di umidità e di conseguenza, indipendentemente dall'azione dell'emulsione fotosensibile, presentano una variazione dimensionale dovuta al trattamento nei bagni fotografici. Le tensioni nello strato di gelatina dipendono dalle condizioni ambientali, soprattutto dall'umidità relativa dell'aria.

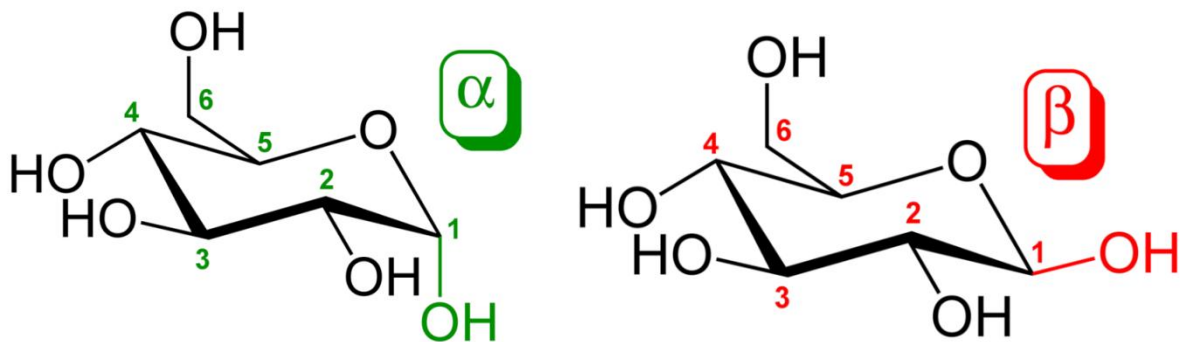
# Cellulosa

La cellulosa è il principale componente del legno e delle fibre vegetali (il cotone ad esempio è cellulosa quasi pura), è insolubile in acqua e insipida, è un carboidrato non riducente. Queste proprietà sono dovute, almeno in parte, ad un peso molecolare estremamente alto.

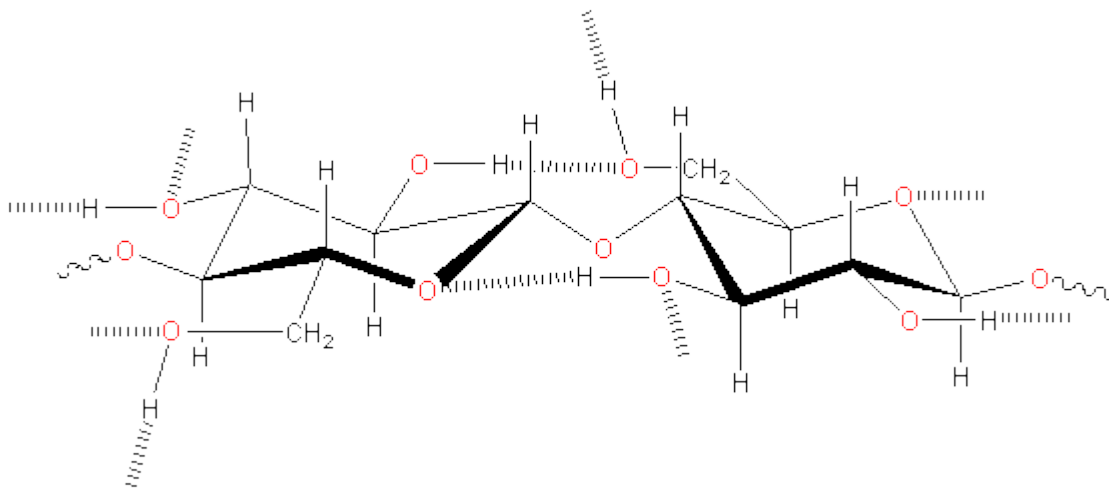
Chimicamente la cellulosa è un polisaccaride insolubile in acqua e attaccabile solo da acidi e alcali concentrati: la sua formula grezza è  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , dove  $n$  è compreso tra 3000 e 5000.



Per idrolisi acida totale fornisce come unico monosaccaride il D(+)-glucosio; perciò, come l'amido, è costituita da catene di unità di D-glucosio, ognuna unita alla successiva con un legame glucosidico in C4. Tuttavia, mentre l'**amido** presenta una configurazione del **legame glucosidico di tipo alfa**, la **cellulosa** ha una configurazione del **legame glucosidico di tipo beta**.



Il peso molecolare della cellulosa varia da 250.000 a 1.000.000 u.m.a. Dall'analisi ai raggi X ed al microscopio elettronico si ricava che queste lunghe catene giacciono affiancate in fasci, resi stabili dai legami di idrogeno che si formano tra i numerosi gruppi -OH vicini. Questi fasci sono intrecciati insieme, formando strutture simili a quelle di una fune ed esse stesse raggruppate a costituire le fibre che noi vediamo.



All'interno del legno le fibre cellulosiche sono conglobate nella lignina per dare una struttura rigida e resistente. Le fibre cellulosiche del legno hanno lunghezze dell'ordine del millimetro; quelle del cotone e del lino possono arrivare fino ad alcuni centimetri.

## Materie prime per la cellulosa

Fino alla metà del XIX secolo le materie prime fibrose vegetali usate nella fabbricazione della carta erano ricavate dagli stracci di cotone, lino o canapa. La crescente richiesta di cellulosa per carta ha portato, successivamente, all'estrazione della medesima dal legno delle piante, che la contengono in quantità elevata (circa il 50% della sostanza secca).

Le piante maggiormente impiegate per l'approvvigionamento di materia prima sono:

### Conifere

Contengono il 50% di cellulosa, il 30% di lignina, il 15% di emicellulosa il 5% di vari componenti; forniscono fibre lunghe ad alta resistenza meccanica.

### Latifoglie

Considerate in passato un surrogato delle conifere, sono attualmente competitive grazie al miglioramento delle tecniche di lavorazione.

### Piante annuali

Hanno fibre di minor pregio, dal momento che contengono meno cellulosa del legno (35% circa); sono

costituite inoltre da 15% di lignina, 13% di pentosani e 20% circa di altri componenti (anche inorganici).

Altre fonti di cellulosa sono costituite da:

### Lintier

Il nome deriva dal termine inglese lint (bambagia) e indica la corta peluria che ricopre i semi del cotone dopo l'asportazione delle fibre lunghe; chimicamente, è cellulosa pura con fibre di lunghezza 1 – 6 mm: si tratta pertanto di una materia prima molto preziosa.

### Pastastraccio

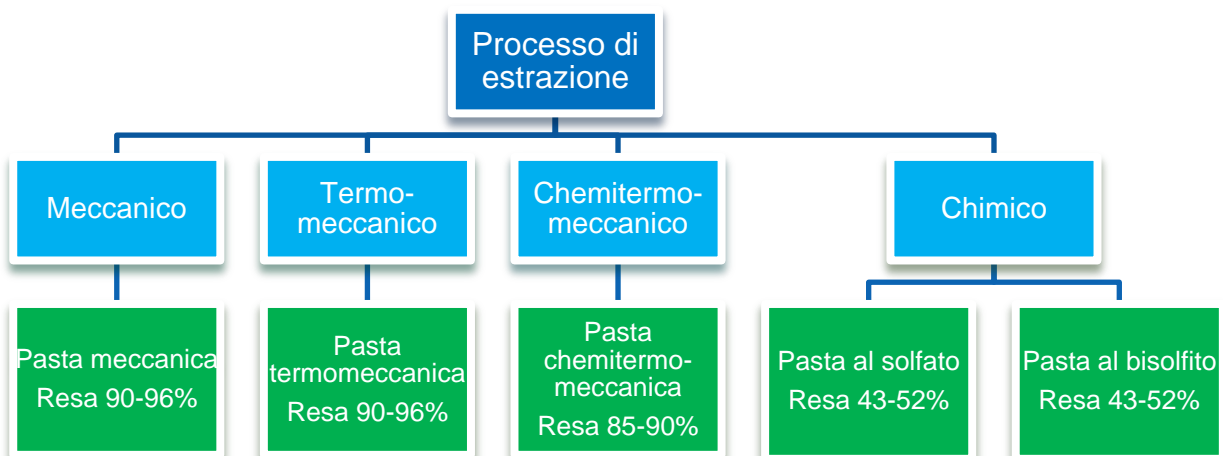
È una materia fibrosa la cui produzione è stata praticamente abbandonata, poiché gli stracci oggi disponibili contenenti fibre naturali (cotone, lino, canapa) sono sempre più rari.

### Carta da macero

È la carta che ha già servito al suo scopo, classificabile in carta non inchiostata (scarti della macchina continua, ritagli e rifili) e in carta stampata ed eventualmente rilegata, da liberare dai materiali estranei e da disinchiostare.

## Produzione della cellulosa

I cicli produttivi attualmente in uso sono essenzialmente di cinque tipi.



## Pasta chimica

È cellulosa pura ottenuta per estrazione dal legno con processi di cottura chimica atti ad eliminare le emicellulose, la lignina e le altre sostanze non utili per l'ottenimento della carta. Il contenuto di cellulosa, rispetto al totale della materia secca, è del 40 - 50%.

Il processo chimico è il più adatto per ottenere fibre ad elevato grado di purezza, poiché la cellulosa è quasi inerte all'attacco chimico dei reagenti, mentre le altre sostanze presenti nel legno sono facilmente solubili in un adatto ambiente alcalino oppure acido e quindi separabili da essa.

Inizialmente il legno, scortecciato e ridotto a pezzetti, è cotto in autoclavi di grandi dimensioni, dette bollitori. Fondamentalmente si segue o il procedimento alcalino o quello acido.

Nel procedimento alcalino si utilizza come reagente una soluzione di soda caustica (NaOH) e di solfato di sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); la cellulosa ottenuta è detta **cellulosa al solfato** e si distingue per le sue particolari doti di compattezza e di resistenza meccanica. La cottura del legno avviene a temperatura 150 - 180 °C, alla pressione di 5 - 10 atm, per un tempo di alcune ore.

Il procedimento acido impiega come reagente una soluzione composta di bisolfito di magnesio (MgHSO<sub>3</sub>) e di acido solforico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); la cellulosa ottenuta è detta **cellulosa al bisolfito**. Invece del bisolfito di magnesio è possibile utilizzare il solfito di sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>); la cellulosa ottenuta è detta **cellulosa al monosolfito**.

Ultimata la cottura, si estrae il liscivio nero, costituito dalle sostanze incrostanti e dal reagente esausto, che è sottoposto ad un processo di recupero che consente di rimettere in ciclo circa il 95% delle sostanze chimiche contenute nel reagente.

L'impasto cellulosico rimasto nell'autoclave è inevitabilmente di colore brunastro, perché macchiato dalle sostanze incrostanti. Si deve pertanto procedere a ripetuti lavaggi con acqua per schiarire la massa cellulosica prima di scaricarla in altre autoclavi, dette diffusori, dove viene disintegrata grazie all'azione di eliche.

La massa cellulosa, sempre mista al liscivio, è inviata dai diffusori ai pulper, che sono simili ai diffusori, ma che operano un'agitazione più spinta, fino a separare le singole fibre le une dalle altre. Successivamente la massa è spremuta e lavata ripetutamente, in modo da liberarla completamente dal liscivio.

L'impasto pulito è quindi inviato in tini di raccolta, da dove viene successivamente estratto, diluito e immesso negli assortitori, setacci che consentono il passaggio solo alle fibre di ridotte dimensioni.

La parte fibrosa che ha attraversato il vaglio è ulteriormente depurata con gli assortitori centrifughi. A questo punto si ha a disposizione la cellulosa grezza che ha ancora un colore scuro nonostante i lavaggi effettuati. La sbianca consiste nella decolorazione del materiale grezzo, che viene così ad assumere una tonalità bianca o molto chiara. A questo fine si possono utilizzare il cloro ( $\text{Cl}_2$ ), l'ipoclorito di sodio ( $\text{NaClO}$ ), il perossido di idrogeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), il perossido di sodio ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ), il biossido di cloro ( $\text{ClO}_2$ ), il clorito di sodio ( $\text{Na}_2\text{ClO}_2$ ).

Siccome un eccessivo attacco da parte degli agenti chimici sbiancanti può produrre una degradazione della cellulosa, in quanto un'energica azione ossidante o clorurante può rompere la catena della cellulosa con diminuzione della resistenza meccanica della fibra e quindi della carta, è necessario ottenere la massima decolorazione con la cottura e riservare alla sbianca solo un compito di finitura.

#### Pasta meccanica

È un materiale fibroso, noto anche come **pastalegno**, ricavato con mezzi esclusivamente meccanici. Il legno impiegato deve essere tenero, privo di eccessive gibbosità, di odori sgradevoli, sano, chiaro.

La pastalegno trova larga diffusione come carta da stampa perché economica (circa l'80% della sostanza secca del tronco finisce nell'impasto) ed in grado di conferire al foglio un'opacità migliore della cellulosa, pur avendo caratteristiche meccaniche inferiori a causa delle fibre più corte. La carta ottenuta è dimensionalmente più stabile e presenta una maggiore rugosità.



Il processo produttivo inizia con la sfibratura, che è un'operazione di abrasione del legno contro la superficie dura di una mola. Allo scopo di evitare innalzamenti della temperatura che potrebbero scurire il legno o addirittura incendiarlo, è necessario procedere alla sfibratura in presenza di un continuo getto d'acqua che, investendo la mola, ha anche il vantaggio di mantenerla pulita. Per eliminare le schegge e le impurità grossolane, il prodotto della sfibratura passa attraverso ad un setaccio.

L'impasto che esce dal setaccio è diluito e inviato all'epurazione, che consiste nell'eliminare, con appositi setacci, (epuratori o assortitori) le particelle pesanti, le schegge e i materiali estranei.

Lo spappolamento delle fibre scartate dagli addensatori, cioè la raffinazione, si compie mediante il passaggio fra due dischi di acciaio segnalati. Fra queste due superfici si immette, in pressione, un velo di sospensione acquosa di fibre di pastalegno da raffinare.

La pastalegno raffinata subisce un nuovo assortimento, ma molto spesso viene utilizzata tal quale. Prima di subire la raffinazione, l'impasto è sottoposto a concentrazione (addensamento). Siccome nel processo tutto il materiale contenuto nei tronchi scortecciati confluisce nell'impasto, è necessario optare per essenze di colore chiaro. Grazie a questa scelta, l'impasto ottenuto non presenta un colore eccessivamente scuro. Per l'ottenimento di un prodotto sufficientemente bianco è indispensabile, tuttavia, ricorrere alla sbianca.

Gli ossidanti usati per la sbianca della cellulosa, come il cloro e l'ipoclorito, non possono essere usati per la pastalegno, in quanto formano con la lignina composti fortemente colorati. Si sono pertanto affermati procedimenti di sbianca della pastalegno che usano come ossidanti i perossidi (perossido di idrogeno,  $H_2O_2$ , e perossido di sodio,  $Na_2O_2$ ), che hanno il vantaggio di essere ecologici.

La pasta così trattata è immessa in una torre (miscelatore) munita di albero con pioli che impasta e disperde il reattivo. Successivamente subisce un lavaggio con acqua che libera il reagente esausto dall'impasto.

### Pasta semichimica

È un prodotto ottenuto con procedimenti intermedi tra quelli impiegati per ottenere cellulosa e pasta legno, nei quali si sfruttano in parte mezzi meccanici e in parte mezzi chimici allo scopo di ottenere, a costi competitivi, una materia prima fibrosa adatta per usi cartari.

Nella produzione della pasta semichimica il legno è trasformato dapprima in pezzetti (minuzzoli) e poi trattato con procedimenti analoghi a quelli visti per la cellulosa, limitandosi però ad una cottura parziale. Diventa così necessario sfibrare i minuzzoli mediante appositi raffinatori a dischi. La cottura solo parziale non consente l'eliminazione totale di lignina ed emicellulose e permette quindi di ottenere una resa molto superiore rispetto a quella della cellulosa (65 - 70% contro 40 - 50%).

Il reagente normalmente usato per il processo semichimico è il solfito di sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ). Possono subire processi semichimici tanto le conifere quanto le latifoglie.

## Supporti per pellicole

---

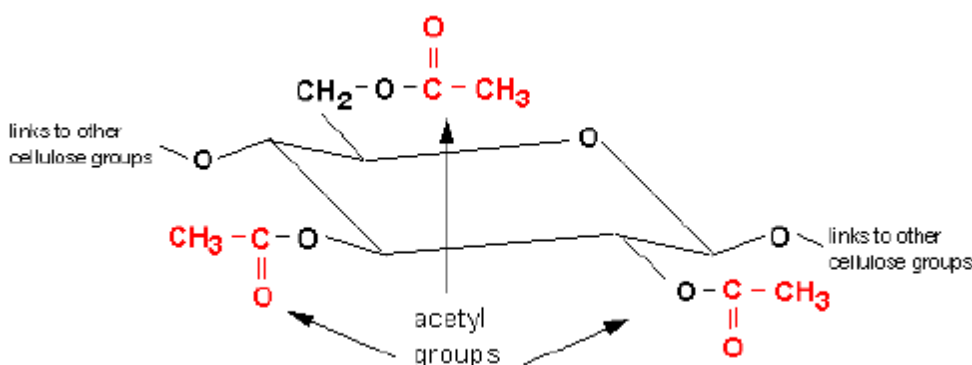
Il supporto per pellicole deve essere assolutamente trasparente, privo di imperfezioni, piano in superficie e privo di variazioni di spessore, che si ripercuoterebbero sulla regolarità di stesa dell'emulsione sensibile. Nel caso dei materiali fotomeccanici è richiesta inoltre una stabilità dimensionale eccellente.

Per la quasi totalità dei materiali fotografici da ripresa si impiega un supporto di **acetato di cellulosa**, anche se hanno fatto la loro comparsa i poliesteri e altri derivati della cellulosa. Il procedimento di fabbricazione del film è però lo stesso, a parte il caso dei poliesteri.

Per i materiali fotografici per il settore grafico si utilizzano unicamente supporti sintetici, quali poliesteri e policarbonati. Il polimero di maggiore impiego è il **polietilentereftalato**, appartenente alla famiglia dei poliesteri.

### Acetato di cellulosa

Per trattamento con anidride acetica ( $\text{CH}_3\text{CO-O-COCH}_3$ ), acido acetico ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) in eccesso e acido solforico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), che agisce da catalizzatore, la cellulosa pura viene trasformata in triacetato.



Per abbassare il grado di acetilazione, si aggiungono piccole quantità di acqua alla soluzione risultante di triacetato in acido acetico e si riscalda, sempre in presenza di acido solforico, in modo da procedere a una parziale idrolisi con allontanamento di alcuni gruppi acetati e da degradare la catena in frammenti più piccoli (ognuno di circa 200-300 unità), ottenendo l'*acetato di cellulosa* (grosso modo un diacetato), di grande importanza commerciale.

L'acetato di cellulosa è un prodotto termoplastico.

Il processo di fabbricazione del supporto ha inizio sciogliendo l'acetato con il plastificante in cloruro di metilene, in grandi impastatrici. Quando la soluzione è completa (denominata impropriamente **collodio**, in ricordo di quando si usava ancora il nitrato di cellulosa) è trasferita in un serbatoio sotto vuoto, per accelerare la rimozione delle bolle d'aria, e poi filtrata. Successivamente il collodio passa in un serbatoio che fa da polmone e da qui all'estrusore, dalla cui filiera esce sotto forma di film con spessore regolato in funzione del tipo di supporto desiderato. Sotto la filiera scorre un grande nastro di acciaio inossidabile perfettamente lucidato sul quale si deposita il film; il nastro, come tutta la macchina, è rinchiuso in un involucro con grandi finestre, a tenuta di polvere e dei vapori di solvente che si liberano dal collodio in via di essiccamento. Il nastro serve da sostegno al collodio che si asciuga e che alla fine si distacca quasi privo di solvente. Le ultime tracce di solvente si eliminano in una zona di essiccamento, poi si passa al controllo dello spessore e si arrotola il supporto in bobine che ne contengono poco più di 600 m. La produzione del supporto è continua e, prima di passare alla stesa dell'emulsione, le bobine devono stagionare in condizioni controllate per almeno qualche giorno.

La produzione del supporto dal collodio presenta due punti critici:

- il controllo dello spessore,
- l'eliminazione dell'elettricità statica che si accumula sul film durante l'essiccamento.

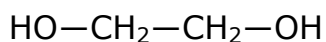
Tra le volute del film sono stesi dei fili sottili, collegati a terra, che per induzione scaricano il film. Senza questa precauzione il potenziale del film potrebbe raggiungere il valore di molte migliaia di volt, con il rischio di generare accidentalmente scintille in grado di innescare pericolose esplosioni nell'atmosfera satura di solvente.

Lo spessore del supporto è standardizzato. Secondo le norme DIN deve essere pari a 0,2 mm per le pellicole piane, 0,13 mm per quelle formato 135 e 0,09 mm per i materiali in rullo. Per questi ultimi è frequente uno spessore di 0,08 mm.

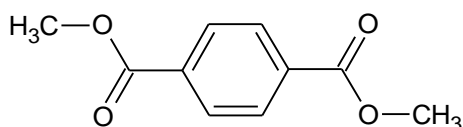
### Polietilentereftalato

Il supporto plastico su cui si applica l'emulsione fotografica è costituito basilarmente da polietilentereftalato, ottenuto per policondensazione tra etilenglicole e dimetiltereftalato.

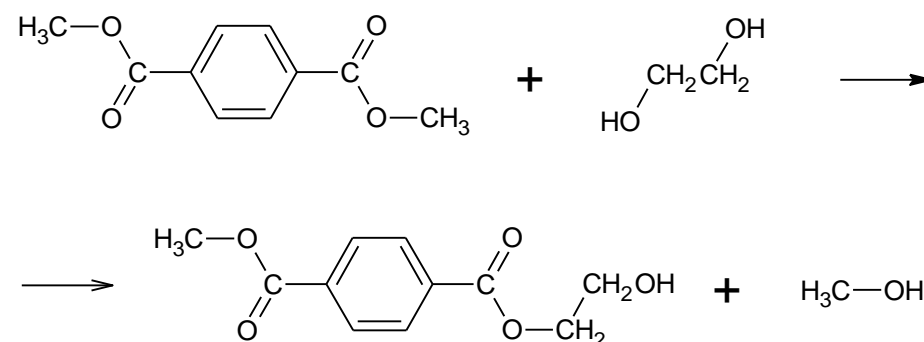
- **Etilenglicole:**



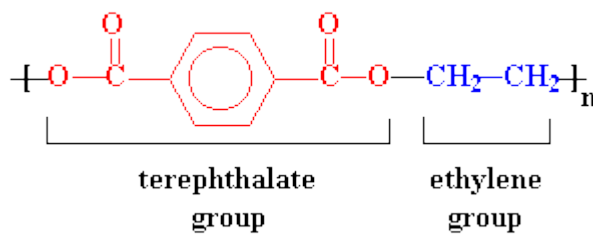
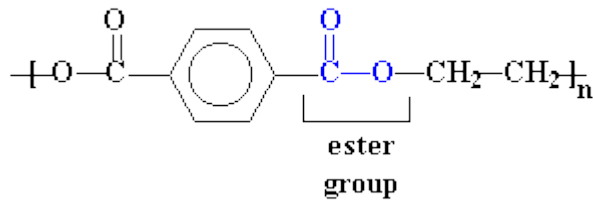
- **Dimetiltereftalato:**



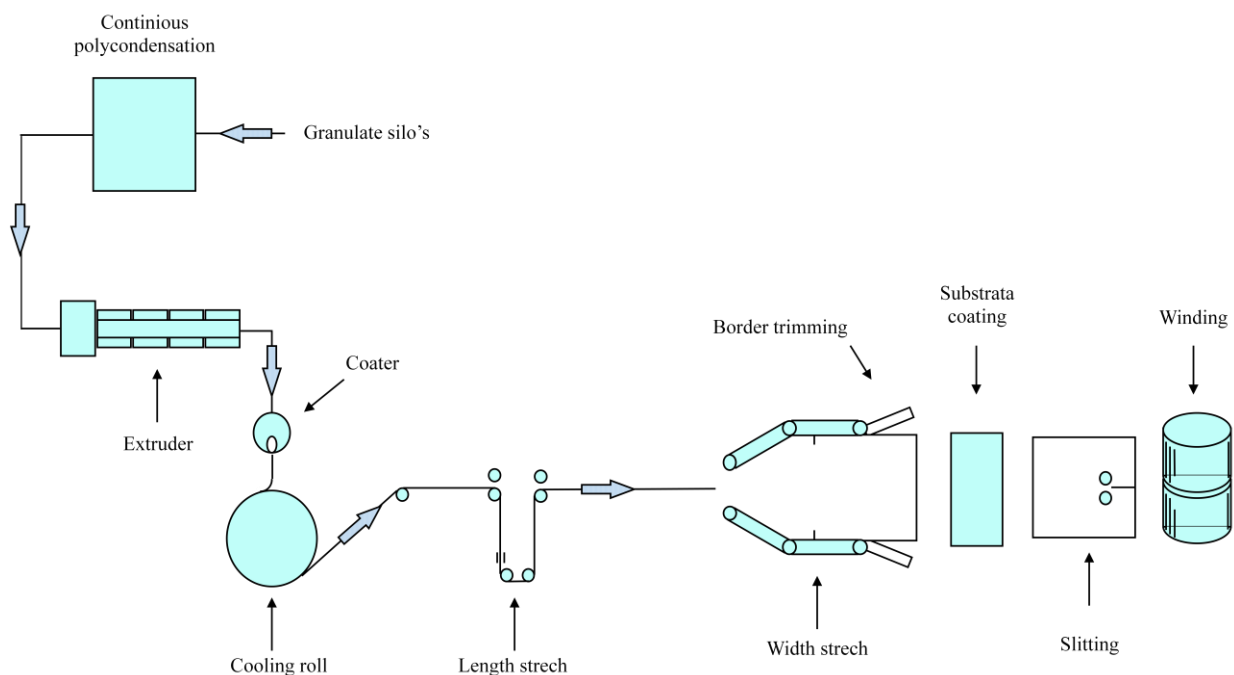
- **Policondensazione:**



Aggiungendo altri monomeri, la reazione può proseguire ad entrambe le estremità con conseguente ripetizione dell'unità di polimerizzazione costituita dai seguenti gruppi:



Si ottiene una polvere bianca che, opportunamente purificata, è pronta per la successiva fase di formazione del supporto plastico per estrusione.



Si carica il polietilentereftalato in polvere in un estrusore, dove viene scaldato fino alla temperatura di fusione (200 - 300 °C). Si forza il polimero fuso attraverso la bocca dell'estrusore, da cui esce sotto forma di film

plastico, appoggiato su un rullo raffreddato in acciaio (20 - 30 °C) e trascinato verso l'avvolgimento.

Durante il trascinamento all'avvolgimento, si stira per trazione il polietilentereftalato di circa 3 volte in senso longitudinale e di circa 3,5 volte in senso trasversale, fino a raggiungere lo spessore di 0,1 mm. Questa operazione fa sì che il supporto stesso acquisti una grande resistenza meccanica.



Poiché l'emulsione fotografica non aderisce direttamente al supporto, è necessario applicare sulla superficie di questo uno strato sottilissimo, a base di polivinilidene, che sarà a sua volta ricoperto da un altro strato di spessore analogo, costituito però da gelatina.

Dopo l'applicazione degli strati ausiliari, il supporto (lungo 2000 - 3000 m) è avvolto in bobina ed è pronto per essere inviato al reparto di stesa dell'emulsione fotografica.

# Carta

---

## Materie prime non fibrose

### Cariche

Per conferire alla carta le caratteristiche tecnologiche idonee, è necessario caricare il materiale fibroso con sostanze chimicamente inerti, generalmente di origine minerale e caratterizzate da grado di bianco, opacità, potere coprente, finezza delle particelle, insolubilità in acqua, inerzia chimica, assenza di abrasività, inalterabilità alla luce.

Le cariche devono possedere inoltre un basso peso specifico e presentare una resa elevata. Per resa si intende l'idoneità ad essere trattenute ed a legarsi alle fibre, in modo da non essere trascinate dall'acqua che scola dalla tela di macchina.

Le cariche più comunemente usate sono:

- caolino (silicato di alluminio idrato:  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ );
- carbonato di calcio ( $\text{CaCO}_3$ );
- silicato di calcio ( $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ );
- solfato di bario ( $\text{BaSO}_4$ , sotto forma di barite o di bianco fisso; la barite riflette la luce al 95%, il bianco fisso al 98%);
- biossido di titanio ( $\text{TiO}_2$ );
- talco (silicato di magnesio e calcio:  $\text{SiO}_2 \cdot \text{MgO} \cdot \text{CaO}$ ).

In definitiva le cariche svolgono le seguenti funzioni:

- riempire gli interstizi tra le fibre;
- spianare la superficie (per la stampa è necessaria una superficie liscia);
- aumentare l'opacità;
- aumentare il grado di bianco;
- aumentare la morbidezza e la flessibilità;
- aumentare il peso della carta.

### Collanti

Una delle proprietà della carta è la capacità di assorbire liquido in gran quantità, con conseguente rigonfiamento delle fibre, e costituisce il principale fattore di instabilità dimensionale di questo supporto.

I collanti sono essenziali per ridurre in misura significativa la capacità di assorbimento e unire le fibre della carta.

Nella collatura si utilizzano colle a base di resine naturali e colle sintetiche: colofonia, cere, paraffina, resine, colla animale (gelatina), carbossimetilcellulosa, polivinilalcol.

Le colle resinose, con allume, sono mescolate alla sospensione di fibre in acqua; questa additivazione favorisce l'unione delle fibre che formano la carta. Le colle sintetiche si combinano con la carta senza aggiunta di allume.

Oltre alla collatura dell'impasto si può effettuare anche la collatura in superficie, stendendo un velo di collante sul foglio già asciutto e formato.

### Coloranti

Possono essere minerali od organici, di origine naturale o artificiale; esistono inoltre coloranti fluorescenti e correttori ottici. Utilizzati nell'impasto o in superficie, i coloranti conferiscono alla carta la colorazione desiderata.

L'uso dei coloranti è indispensabile non solo nelle carte colorate, ma anche nella produzione della **carta bianca** che, all'origine, non è per nulla bianca. Le materie prime e quelle ausiliarie hanno, infatti, differenti colorazioni; per ottenere una tinta costante della carta è dunque obbligato il ricorso a sostanze coloranti.

Si spiega così il fenomeno per cui tutte le carte bianche hanno in realtà una tendenza al rosso, al celeste, al verde o al giallo. Oltre ai coloranti si impiegano i cosiddetti sbiancanti ottici, che sfruttano l'apporto di luminosità proveniente dalla banda UV dello spettro elettromagnetico, dando alla carta un bianco più marcato.

### Fabbricazione della carta

Le fasi che si succedono nel ciclo di fabbricazione sono le seguenti:

- miscelazione calibrata e additivazione;
- epurazione-diluizione;
- formazione del nastro;
- trattamenti superficiali.

Poiché nel processo di trasformazione occorre partire dalle materie prime fibrose, è indispensabile, per procedere alla prima fase, provvedere allo



spappolamento dei cartoni imballati, in modo da trasformarli in una sospensione omogenea di fibre separate, senza grumi o fasci.

Lo spappolamento avviene in grandi recipienti cilindrici-troncoconici della capacità di decine di metri cubi, detti pulper, sul cui fondo è montata una girante che ha il compito di creare una forte turbolenza e spappolare le fibre in acqua. Ottenuta la sospensione, una pompa provvede a trasportare l'impasto in tini di grandi dimensioni.

Dopo lo spappolamento, l'impasto deve subire un processo di raffinazione, nel corso del quale le fibre vengono tagliate e compresse. Un impasto molto raffinato si dice grasso. All'aumentare del tempo di raffinazione aumentano la resistenza allo strappo e allo scoppio, ma fino ad un certo punto, oltrepassato il quale diminuiscono rapidamente; la resistenza alla lacerazione invece diminuisce in modo inversamente proporzionale alla raffinazione, così come diminuisce l'opacità.

Segue la miscelazione calibrata, consistente nell'omogeneizzare le materie fibrose e quelle non fibrose.

Successivamente la sospensione fibrosa viene sottoposta a diluizione ed epurazione per renderla idonea alla formazione del nastro di carta: per epurarla adeguatamente dalle impurità, la si immette negli epuratori centrifughi (cleaner) e a pressione (screen).

Infine l'impasto giunge alla macchina continua a tavola piana, costituita dai seguenti elementi:

#### **Cassa d'afflusso**

È il recipiente nel quale è contenuto l'impasto che ha subito tutti i trattamenti necessari per essere reso idoneo alla formazione del nastro di carta.

#### **Tavola piana**

È costituita da una tela (rete), formata da un nastro ad anello chiuso, tessuta con un filo di bronzo fosforoso oppure con fibre sintetiche, sostenuta alle due estremità dal cilindro capo tela e dal cilindro aspirante e tenuta tesa da cilindri tenditori. La finezza del tessuto della tela di macchina determina la regolarità superficiale del foglio e, per produrre carte a bassa grammatura, si devono impiegare generalmente maglie più fitte. Sotto la tela si trovano le casse aspiranti, dentro le quali si crea il vuoto mediante pompa aspirante; non appena l'impasto è versato sulla tela, l'acqua scola rapidamente attraverso i fori, trascinando con sé le fibre più piccole o le particelle di carica più fini; il feltro fibroso formatosi sopra la rete

della tela, ne ostruisce le maglie e si comporta come un filtro, per cui il drenaggio diminuisce man mano, trattenendo fibre e sostanze di carica sempre più piccole.

### **Presse**

Consistono in coppie di cilindri aspiranti, che hanno il compito di eliminare dal nastro parte dell'acqua contenuta mediante compressione e risucchio al loro interno. Il nastro che abbandona la tavola piana non finisce direttamente tra i cilindri delle presse, ma scorre adagiato su feltri, che servono sia da sostegno sia da assorbenti. L'ultima coppia di cilindri della sezione presse costituisce la fase terminale della parte umida della macchina continua.

### **Seccheria**

Riduce, per via termica, il contenuto di acqua nel foglio, portandolo dal 60 - 70% al 5% circa, che è il contenuto definitivo di acqua, in equilibrio con l'ambiente circostante. Nella prima sezione, il nastro è progressivamente portato fino alla massima temperatura (> 100 °C); nella seconda, il nastro, pur continuando a perdere umidità, è gradualmente raffreddato; entrambe le sezioni sono costituite da due file di cilindri sovrapposti e sfalsati tra loro, riscaldati internamente con vapore surriscaldato. La carta è tenuta aderente alla superficie dei cilindri mediante feltri chiusi ad anello. Tra le due sezioni è posta la pressa collante, costituita da due cilindri sovrapposti tra i quali passa il nastro. Se la collatura è effettuata nell'impasto, la pressa collante può essere impiegata come patinatrice. I cilindri essiccatori finali sono tenuti a temperature decrescenti e l'ultima coppia è addirittura raffreddata ad acqua, in modo che la carta esca fredda e asciutta, senza tensioni.

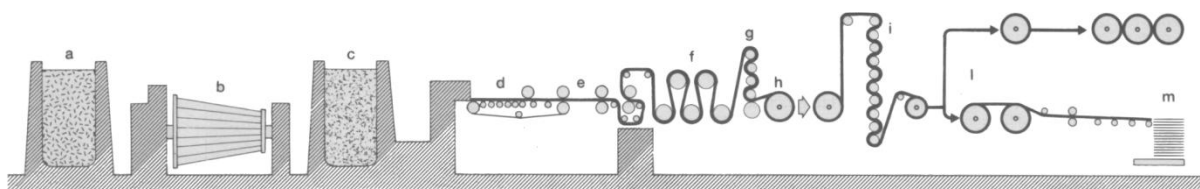
### **Lisciatrice**

È formata da cilindri metallici sovrapposti e leggermente bombati per assicurare che la pressione sia uniforme lungo tutta la linea di interferenza. Ogni linea di interferenza comprime la carta, rendendola più liscia e più compatta; aumentando il numero dei cilindri, e quindi

le linee di interferenza, si ottiene la finitura superficiale desiderata (calandratura).

### Avvolgitore

Permette di avvolgere in bobina la carta prodotta in sincronia con la velocità della macchina continua. La bobina in formazione ha un asse che può superare i 10 m e un diametro finale che può superare i 2 m. Nel momento in cui la bobina è completa, un dispositivo automatico taglia del nastro e lo avvolge su un'altra anima, senza interrompere l'azione della macchina continua. La grande bobina così ottenuta sarà poi tagliata per ottenere fogli o bobine di dimensioni adatte alle macchine da stampa.



Cartiera: (a) impasto, (b) raffinazione, (c) serbatoio, (d) tavola piana, (e) pressa, (f) essiccazione, (g) liscivatura, (h) bobinatura, (i) calandratura, (l) formazione delle bobine, (m) taglio e formazione delle risme.

Tra i trattamenti superficiali della carta si segnalano in particolare la patinatura e la liscivatura/calandratura.

La patinatura consiste nel rivestire, con una sottile pellicola, la carta, che diviene così più liscia ed eventualmente più adatta a ricevere inchiostri. La **patina** è una dispersione acquosa di sostanze minerali (pigmenti) finemente suddivise e legate da un adesivo; quando si effettua la patinatura si crea uno strato superficiale microporoso assai liscio, sul quale l'inchiostro può ancorarsi agevolmente.

Le carte patinate presentano altresì alcuni elementi negativi: sono più pesanti, fragili, delicate, sgualcibili, meno resistenti a usura, umidità, luce, tempo; in poche parole, le carte patinate sono meno resistenti all'invecchiamento.

L'operazione di patinatura si può effettuare sia nella macchina continua nella pressa collante oppure in coda alla seccheria, e in questo caso si parla di patinatura moderna, sia con macchine appositamente costruite (patinatura fuori macchina), nel qual caso si parla di patinatura classica.

Per quanto riguarda la distinzione tra carta liscivata e carta caldrata, occorre tenere presente che la carta liscivata non è mai lucida.

Per giudicare se una carta (non patinata), è lisciata o calandrata, basta immergere la carta in esame in acqua e lasciarla poi asciugare: la carta lisciata, dopo asciugamento, riprenderà quasi totalmente il suo aspetto primitivo, mentre la carta calandrata perderà quasi completamente il suo lucido superficiale.

La tendenza odierna è quella di impiegare carte lucide, brillanti e quindi molto calandrate. La carta lisciata è di norma più soffice, più voluminosa, più opaca, mentre la carta calandrata permette una stampa più nitida e più fedele.

Esistono due tipi di calandrate: quella a freddo e quella a caldo. Nella prima, le calandre sono riscaldate soltanto dall'attrito generato dai cilindri; nella seconda, invece, le calandre sono riscaldate da vapore surriscaldato immesso, alla temperatura di 150 - 180 °C, sotto il mantello di ghisa dei cilindri.

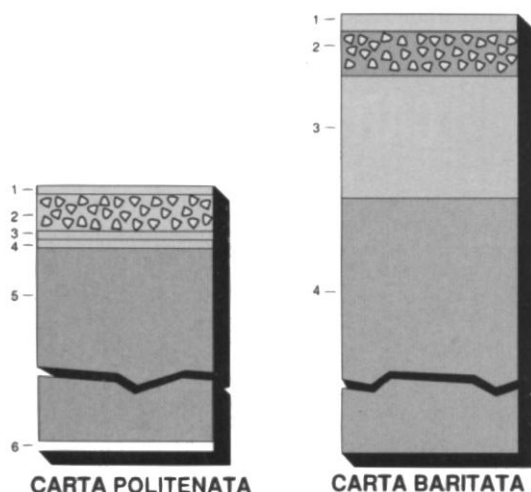
## Carte fotografiche

---

Anche la carta, come il film di acetato, non va considerata un supporto inerte per l'emulsione, avendo un'importanza grandissima per la qualità del prodotto finito. Il suo colore deve essere bianchissimo, per consentire di distinguere i più tenui toni di grigio. Deve avere una buona resistenza meccanica a umido e un'eccellente stabilità dimensionale, per non deformare le immagini. Pur non potendo essere impermeabile, deve assorbire il meno possibile le sostanze che compongono i bagni di sviluppo e resistere all'invecchiamento senza perdere né il candore né la resistenza meccanica. Non deve accartocciarsi in seguito a variazioni di umidità.

Usualmente i fabbricanti di materiali fotografici possiedono proprie cartiere per la produzione di carte per usi fotografici o, quanto meno, provvedono alla loro finitura.

La materia prima per la produzione della carta fotografica è la pasta di cellulosa bianchita di elevata purezza, caricata generalmente con caolino (una particolare argilla usata per la produzione delle porcellane) e fortemente collata.



#### **Carta politenata:**

- 1) strato di gelatina protettiva
- 2) strato di emulsione fotosensibile
- 3) strato di sostanza legante a base di biossido di titanio
- 4) film di polietilene
- 5) cartoncino
- 6) film di polietilene

#### **Carta baritata:**

- 1) strato di gelatina protettiva
- 2) strato di emulsione fotosensibile
- 3) strato multiplo di barite
- 4) cartoncino

### **Carte baritate**

Le loro eccezionali caratteristiche fotografiche, almeno nel settore **fine art**, sono dovute alla struttura relativamente semplice, basata su quattro strati. Quello superiore è uno strato protettivo di gelatina che, pur lasciando passare gli agenti chimici necessari allo sviluppo, assicura, dopo l'essiccamento, una buona resistenza alle abrasioni, alle impronte digitali e agli agenti atmosferici.

Il secondo è lo strato dell'emulsione, di spessore superiore a quello delle carte politenate e quindi molto ricca di alogenuro d'argento, con conseguente elevata capacità di annerimento.

Segue, tra emulsione e supporto cartaceo, uno strato di spessore considerevole, ma liscio e uniforme, di **solfo di bario (barite, BaSO<sub>4</sub>)** legato con caseina, di colore bianchissimo, che assume un'importanza fondamentale per la qualità della carta fotografica. Le carte matt ricevono un solo strato di barite, macinata in maniera relativamente grossolana, quelle semimatt e lucide fino a sei strati di barite sempre più fine. Dopo la stesa di ognuno dei vari strati di barite, le carte sono sottoposte a **calandratura** per renderlo più o meno liscio, secondo il risultato desiderato.

La barite assolve a tre funzioni:

- 1) riflette la luce incidente di oltre il 90% (nelle carte politenate la percentuale si abbassa a causa dell'assorbimento del polietilene), conferendo una purezza di toni molto alta;
- 2) tiene lontane le eventuali impurezze della carta che potrebbero influire sulla qualità e stabilità dell'immagine fotografica;

- 3) impedisce che l'emulsione sia assorbita dalla base di cartoncino con conseguente grave perdita di brillantezza dell'immagine.

Recentemente, allo strato cartaceo sono stati aggiunti **sbiancanti ottici** al fine rendere più bianco il mezzo di contrasto. Queste molecole chimiche, denominate comunemente sostanze azzurranti, producono lo sbiancamento per **fluorescenza**: aumentando l'emissione di radiazioni blu-violette, annullano le radiazioni giallo-arancioni che, a causa del loro difficile assorbimento da parte del supporto cartaceo, conferiscono alle fibre il colore giallognolo che limita la purezza dei bianchi.

In pratica, non potendo aumentare oltre misura l'annerimento per riduzione dell'alogenuro d'argento ad argento metallico per i motivi già esposti, con gli azzurranti ottici si tenta di sbiancare il più possibile il supporto per differenziare maggiormente i neri ed i bianchi, aumentando così la gamma tonale.

Per le carte baritate è noto anche un altro effetto di lieve oscuramento delle zone più luminose che compare al termine del trattamento e dell'asciugatura. Questo effetto, riscontrabile anche in misura limitata nelle carte politenate, è conosciuto con il nome di **dry down** ed è dovuto alla contrazione dell'emulsione durante l'asciugatura che riflette così meno luce e produce quindi la sensazione di oscuramento.

La caratteristica negativa di questo materiale è costituita dal procedimento di stampa più lungo per via della sua costituzione cartacea portata a trattenere i prodotti chimici. Per questo motivo il trattamento deve essere sempre accurato, meticoloso e consequenziale: sviluppo di ottima qualità alla giusta diluizione e temperatura, bagno d'arresto, fissaggio induritore per il giusto tempo, accurato lavaggio finale con prodotti che facilitano l'eliminazione del tiosolfato ed eventuale bagno stabilizzatore.

Al termine del trattamento, quando la carta è ancora umida, è possibile procedere alla smaltatura a freddo o a caldo, per ottenere una finitura superficiale lucida.

### **Carte politenate**

Queste carte (**RC, da Resin Coated, o PE, da PolyEthilene**) sono nate per sfruttare la capacità produttiva delle sviluppatrici ad alta velocità, che richiedono una carta con grande resistenza al tiro anche da bagnata.

Questo tipo di carte ha la caratteristica di essere rivestita sui due lati con **polietilene**, utilizzato per la sua elevata inerzia chimica e applicato mediante **calandratura a caldo**. Infine si stende l'emulsione direttamente sullo strato anteriore di polietilene.

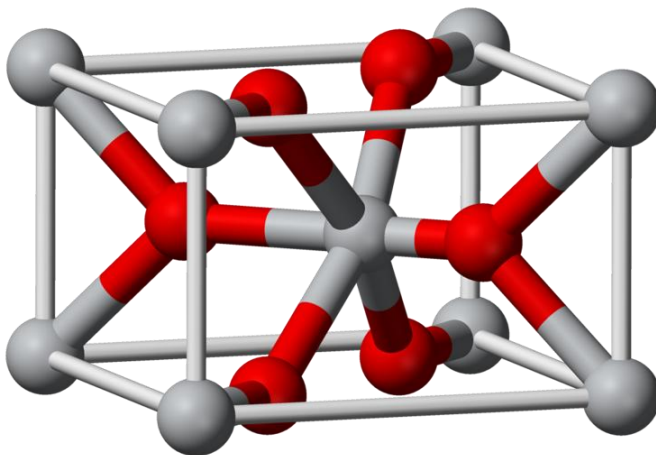
La doppia impiallacciatura dello strato cellulosico consente di aumentare la resistenza alla trazione e di conferire al materiale una perfetta impermeabilizzazione agli agenti chimici. Ciò rappresenta la caratteristica migliore delle carte politenate in quanto velocizza significativamente il trattamento: tempi rapidi di lavaggio ed essiccamento. Inoltre, grazie alla superficie lucida della resina, si ottiene un effetto autosmaltante.

La struttura è fondamentalmente costituita da almeno sei strati. Il più esterno, dalla parte dell'emulsione, è uno strato protettivo che svolge gli stessi compiti di quello delle carte baritate, ma con spessore inferiore.

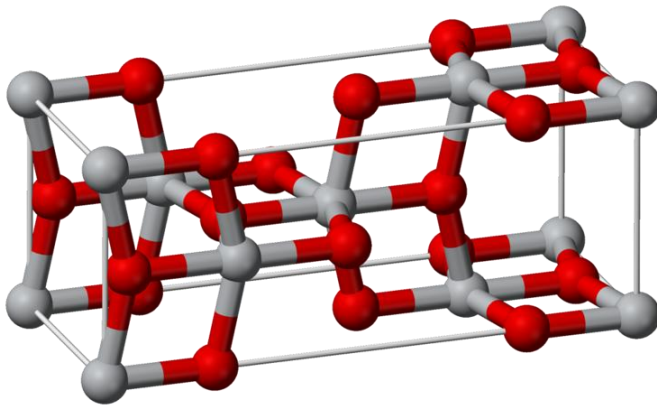
Il secondo è lo strato di emulsione fotosensibile. Prima dell'avvento del materiale politenato, la sensibilità e la densità dei neri e dei grigi erano proporzionali allo spessore dello strato di alogenuro d'argento. Oggi, grazie ai sensibilizzanti e ad altre molecole complesse, la quantità di questi sali chimici si è notevolmente ridimensionata, specie con il materiale politenato. Poiché nelle carte politenate non si usa il baritaglio, lungo, costoso e incapace di aderire al film di polietilene, la superficie sottostante l'emulsione viene sbiancata stendendo uno strato di **biossido di titanio ( $TiO_2$ )** finemente macinato e collato con un legante organico, eventualmente la medesima materia plastica usata per stendere il film di rivestimento.

Il biossido di titanio è bianchissimo e dotato di elevato potere coprente, ma non è del tutto inerte chimicamente. Esiste in due forme cristalline, corrispondenti ai seguenti due minerali con differenti strutture reticolari.

- **Rutilo**, più inerte chimicamente:



- **Anatasio**, favorisce l'ingiallimento e l'eventuale screpolatura del polietilene esposto alla luce:



In conseguenza di questa sua azione sul polietilene, l'anatasio è sospettato di essere il principale responsabile del decadimento delle immagini su carta politenata conseguente a fenomeni di depolimerizzazione del film protettivo.

Se i due film di polietilene posti sul lato superiore e su quello inferiore del cartoncino presentano il vantaggio di impacchettare e proteggere adeguatamente il materiale cellulosico, nondimeno comportano due inconvenienti non secondari:

- 1) il primo film di polietilene assorbe la luce incidente, limitando la capacità riflettente del sottostante supporto cartaceo,
- 2) la doppia impiallacciatura provoca l'incurvamento convesso prima dello sviluppo e l'incurvamento concavo dopo l'asciugatura.