

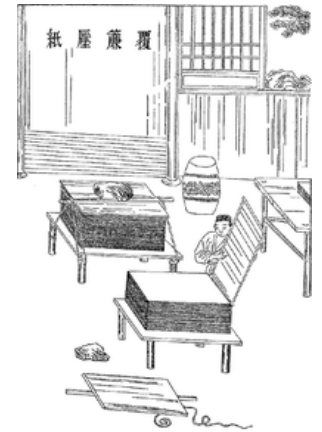
Tecnologie di Recupero e Riciclo dei Materiali

Alberto Simboli

Produzione e Recupero-Riciclo

- CARTA E LEGNO -

Storia della carta



1) Inizio produzione : 105 d.C. in Cina

- materie prime: stracci e fibre di canapa, bambù, gelso, salice, ecc.
- tecnica: spapolamento in mortaio;
- diffusione: nel VI sec. In Giappone e Turkestan.

2) Gli Arabi nel 751 d.C. (dopo la battaglia di Talas) acquisiscono la tecnica da prigionieri cinesi

- materie prime: stracci di lino e canapa; colle vegetali per ridurre l'assorbimento della carta;
- tecnica: mola azionata ad energia animata e telaio, immerso nel tino, formato da un intreccio di cotone, bambù o canne;
- diffusione: in Egitto (VIII sec.), in Nord Africa, in Sicilia (X sec. d.C.)

3) Monopolio dell'Italia

- materie prime: stracci di lino e canapa; colle animali che migliorano la qualità della carta;
- tecnica: magli multipli azionati da un albero a camme collegato ad una ruota idraulica; telaio costituito da un intreccio in ottone (rimarrà invariato fino al XVIII sec.);
- diffusione: alla fine del XIV sec. La produzione si diffuse prima in Francia e Germania e poi in Olanda

Evoluzione tecnica

- XVII sec.: introduzione delle **macchine olandesi**, formate da tini ovali e da un cilindro munito di lame che sfibrava il materiale e raffinava le fibre, che sostituirono i magli in mortai o tini.
- 1774: Scheele, chimico svedese, propose l'impiego di **cloro per sbiancare la carta**;
- 1777: P. Montgolfier ottenne fogli perfettamente lisci che denominò **carta velina**;
- 1798: L.N. Robert, francese, brevettò una **macchina continua** che permetteva di raccogliere la massa fibrosa dalle vasche e disporla in uno strato omogeneo. Effetti: riduzione dei costi e aumento dei consumi. Conseguenze: scarsità di stracci e ricerca di nuove materie prime.
- 1844: F.G. Keller, tedesco, brevettò il processo per ottenere la **pasta meccanica** sfibrando il legno con mole di pietra.
- Il metà del XIX secolo allo sfibratore fu affiancato il **trattamento chimico** con soda e potassa a caldo per solubilizzare la lignina e l'emicellulosa e sbianca con il Cl. Successivamente la soda e la potassa furono sostituite con bisolfito.

1.

PROCESSO DI PRODUZIONE DELLA CARTA

Materie prime

1) Materie prime fibrose

A. Cellulosa

B. Carta da macero

2) Materie prime non fibrose

C. Sostanze di carica:

Le sostanze di carica hanno la funzione di riempire gli spazi compresi tra le fibre e consentono di ottenere una superficie chiusa e piana, e conferiscono all'impasto fibroso determinate caratteristiche.

Le sostanze minerali di carica più usate sono: il *carbonato di calcio*, ricavato dagli scarti di lavorazione o dell'estrazione del marmo; il *caolino*, proveniente da cave; il *talco*, anch'esso di cava.

D . Sostanze collanti: amido, caseina, cere, resine sintetiche ecc. impiegate per rendere il foglio impermeabile ai liquidi.

MATERIE PRIME FIBROSE: CELLULOSA

*Le fibre vegetali sono costituite principalmente da cellulosa. In natura, è presente allo stato quasi puro nelle fibre epidermiche che avvolgono il seme del **cotone**, negli **altri vegetali** la cellulosa si trova cementata e legata agli altri costituenti del legno, genericamente chiamati “sostanze incrostanti”. La principale sostanza incrostante è la lignina.*

I processi industriali per la produzione di materia fibrosa hanno la funzione di ridurre le fibre delle piante in fibre allo stato elementare, le une separate dalle altre, eliminando parzialmente o totalmente lo strato di sostanze incrostanti.

A. Se la dissoluzione delle sostanze incrostanti si realizza con reagenti chimici, si ha un prodotto con caratteristiche cartarie molto apprezzabili, denominato “**pasta chimica**”.

B. Se la separazione delle fibre si realizza mediante un trattamento esclusivamente meccanico, si ha la “**pasta meccanica**” che ha caratteristiche inferiori alla pasta chimica, perché il processo non è così selettivo da ridurre allo stato elementare tutte le fibre e, inoltre, queste sono ancora avvolte da uno strato di materiale incrostante.

C. Se il legno subisce prima un trattamento chimico blando ed poi un trattamento meccanico, si ha la “**pasta semichimica**”, che è solo parzialmente disincrostante e presenta caratteristiche intermedie rispetto agli altri due tipi.

MATERIE PRIME FIBROSE: CELLULOSA



La materie prime fibrose per la produzione si distinguono in:

- fibre lunghe, provenienti in massima parte da **legni di resinoso** (pino, abete, larice);
- fibre corte da **legni di latifoglia** (faggio, betulle, pioppo, eucaliptus)

Le fibre vegetali possono essere ricavate anche da piante annuali quali paglia di grano o di riso, canne, canapa, lino, il kenaf, ecc.

La materia prime più utilizzata e il legname di recupero a basso costo, come:

- **scarti di industrie** che lavorano il legno come segherie, fabbriche di imballaggi o mobili, ecc.;
- **tronchi di piccola pezzatura, cime di piante più grandi, alberi a rapida crescita** (6-8 anni) che non sono utilizzabili per produzioni qualitativamente superiori .

MATERIE PRIME FIBROSE: CARTA DA MACERO



La carta di recupero viene sottoposta ad **elementarizzazione** per renderla idonea ad essere trasformata ancora in carta.

- *In questa fase è fondamentale eliminare i materiali estranei, come plastica, vetro, ferro, colle, paraffina, ecc. la cui presenza crea problemi alla produzione e condiziona la qualità.*
- *L'epurazione avviene in più fasi in modo da togliere prima le parti più grossolane e quindi le più piccole. Il processo prevede anche una fase di disinchiostrazione per eliminare gli inchiostri presenti nel macero.*
- *L'impiego di carta riciclata non inquina purché le cartiere siano dotate di sistemi di trattamento adeguati sia delle carte da macero, che delle acque di reflue e dei residui di lavorazione.*

MATERIE PRIME FIBROSE: CARTA DA MACERO



La carta da macero deriva da:

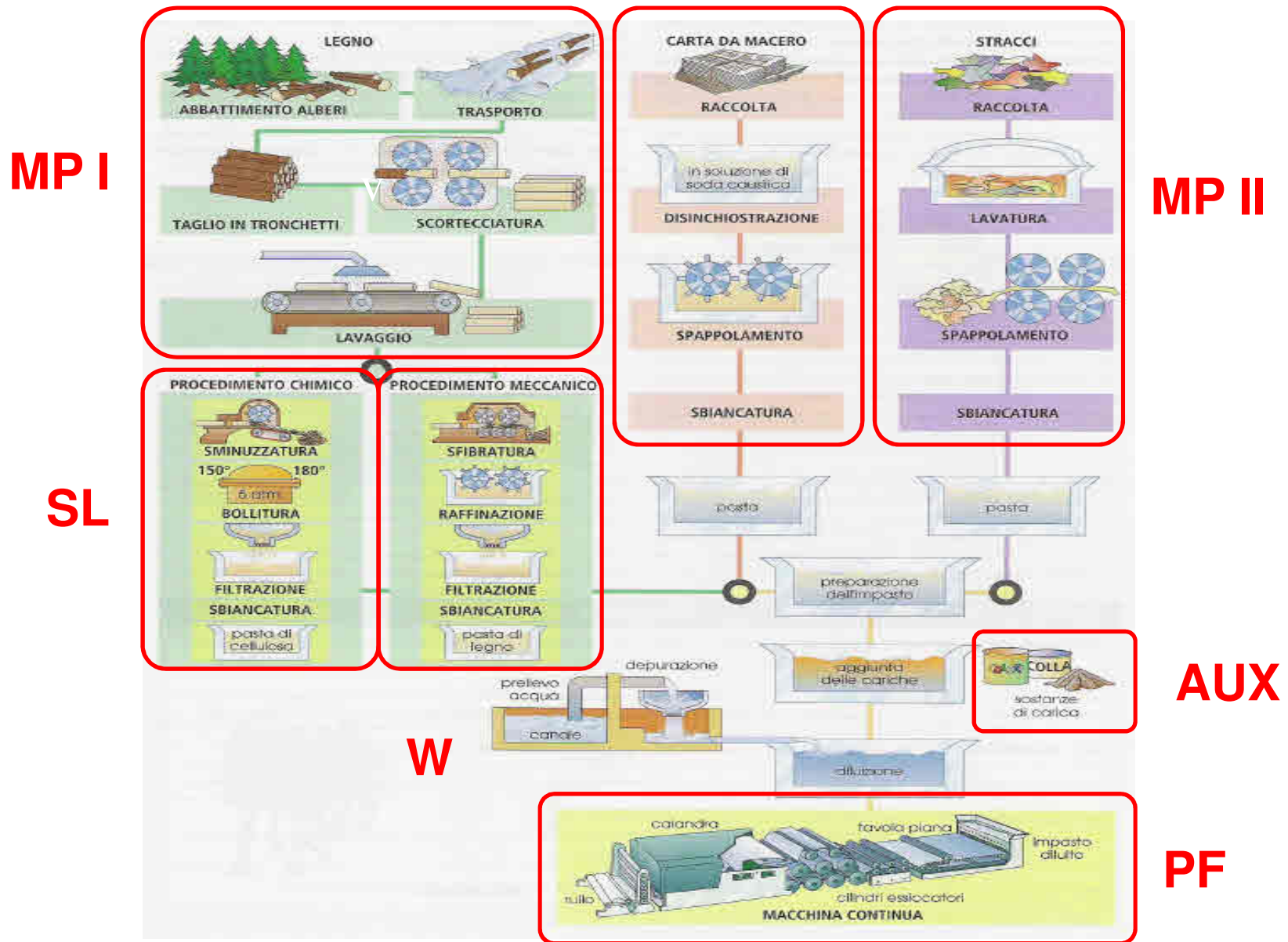
- **Macero industriale e commerciale:**

costituito dai rifili di cartotecnica, casse di cartone ondulato, rese di quotidiani e periodici, tabulati, ecc. Tale macero localizzato presso industrie cartotecniche e editoriali, uffici, grandi magazzini, è raccolto da recuperatori professionali e quindi selezionato e imballato prima di essere fornito alle cartiere per rientrare nel ciclo produttivo;

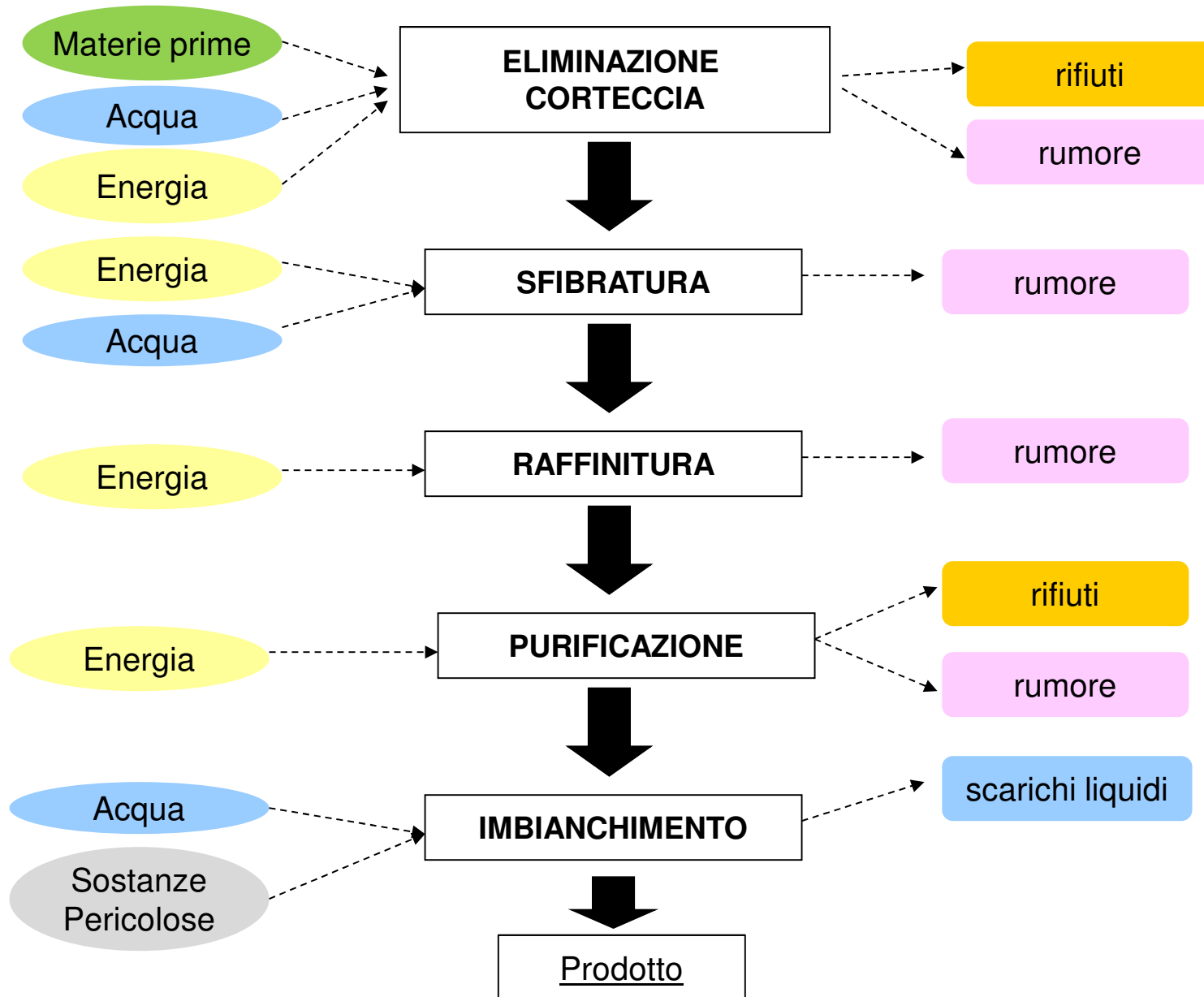
- **Macero domestico proveniente da raccolta differenziata:**

formato da tutti i prodotti cartari detenuti nelle abitazioni e nei piccoli negozi e uffici. Tale macero, costituito prevalentemente da cartaccia mista e giornalame, deve essere isolato dai rifiuti solidi urbani all'origine, cioè prima che la carta sia mescolata con altri materiali che, inquinandola, la rendano non utilizzabile.

Schema riepilogativo dei processi



1/a. Produzione di pasta meccanica



PASTE MECCANICHE: aspetti ambientali

Processo: Eliminazione della corteccia

Input: Legno (tronchetto di pioppo o abete); Acqua per la rimozione della corteccia; Energia per funzionamento dei rulli di decortificazione.

Output: Residui legnosi recuperabili come biomasse); Rumore.

Processo: Sfibratura

Input: Acqua per la conduzione del processo; energia per il funzionamento delle mole.

Output: Rumore.

Processo: Raffinatura

Input: Energia per il funzionamento dei dischi

Output: Rumore

Processo: Purificazione

Input: Energia per il funzionamento dei vagli

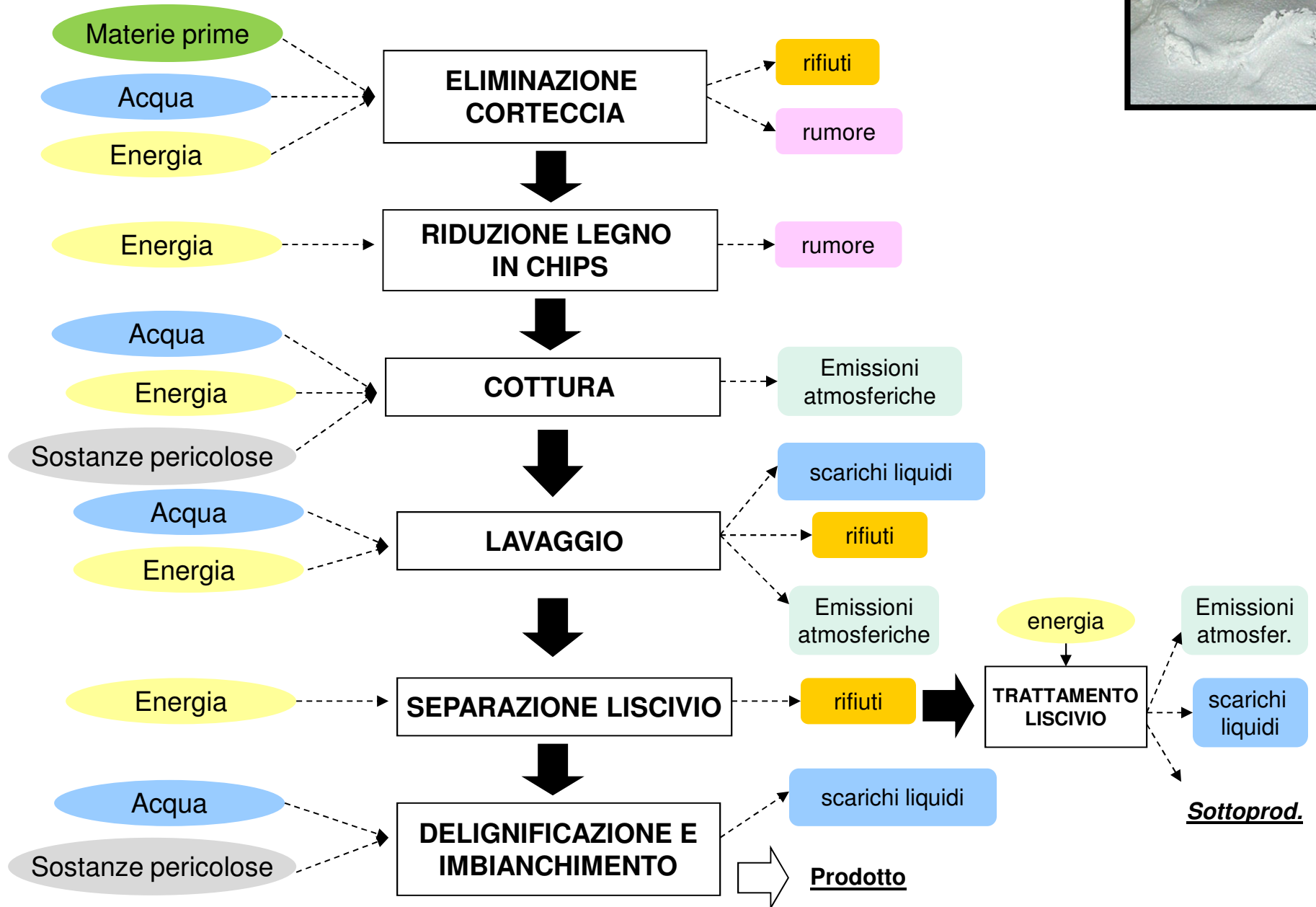
Output: Residui grossolani separati dalla polpa

Processo: Imbianchimento

Input: Acqua per la soluzione degli imbiancanti; Sostanze imbiancanti (perossidi)

Output: Reflui costituiti dalla soluzione esausta di imbianchimento; Prodotto

1/b. Produzione di Pasta chimica



PASTE CHIMICHE: aspetti ambientali

I fase: Eliminazione della corteccia

Input: Legno (conifere e latifoglie); Acqua per la rimozione della corteccia; energia per il funzionamento dei rulli di decortificazione;

Output: Residui legnosi formati dalla corteccia (recuperabili come biomasse); Rumore.

II fase: riduzione del legno in chips

Input: Energia per il funzionamento degli impianti di frantumazione e taglio.

Output: Rumore.

III fase: Cottura

Input: Acqua per la produzione del liscivio di cottura; Energia per la cottura (alta pressione e alta temperatura); Reattivi (SO_2 , bisolfiti, solfiti) per la produzione del liscivio.

Output: Emissioni atmosferiche di SO_2 dal liquido di cottura.

IV fase: Lavaggio

Input: Acqua per il lavaggio delle fibre cellulosiche separate nella fase precedente; Energia per il lavaggio (alta temperatura);

Output: Emissioni atmosferiche SO_2 dal bagno di lavaggio; acque reflue di lavaggio (elevata presenza di sostanze organiche disciolte e di solidi sospesi); Residui di fibre ed impurità presenti nella materia prima.

PASTE CHIMICHE: aspetti ambientali

V fase: Separazione del liscivio

Input: Energia per la separazione della pasta dal liquido di cottura;

Output: Liscivio esausto

VI fase: Trattamento del liscivio (combustione o recupero)

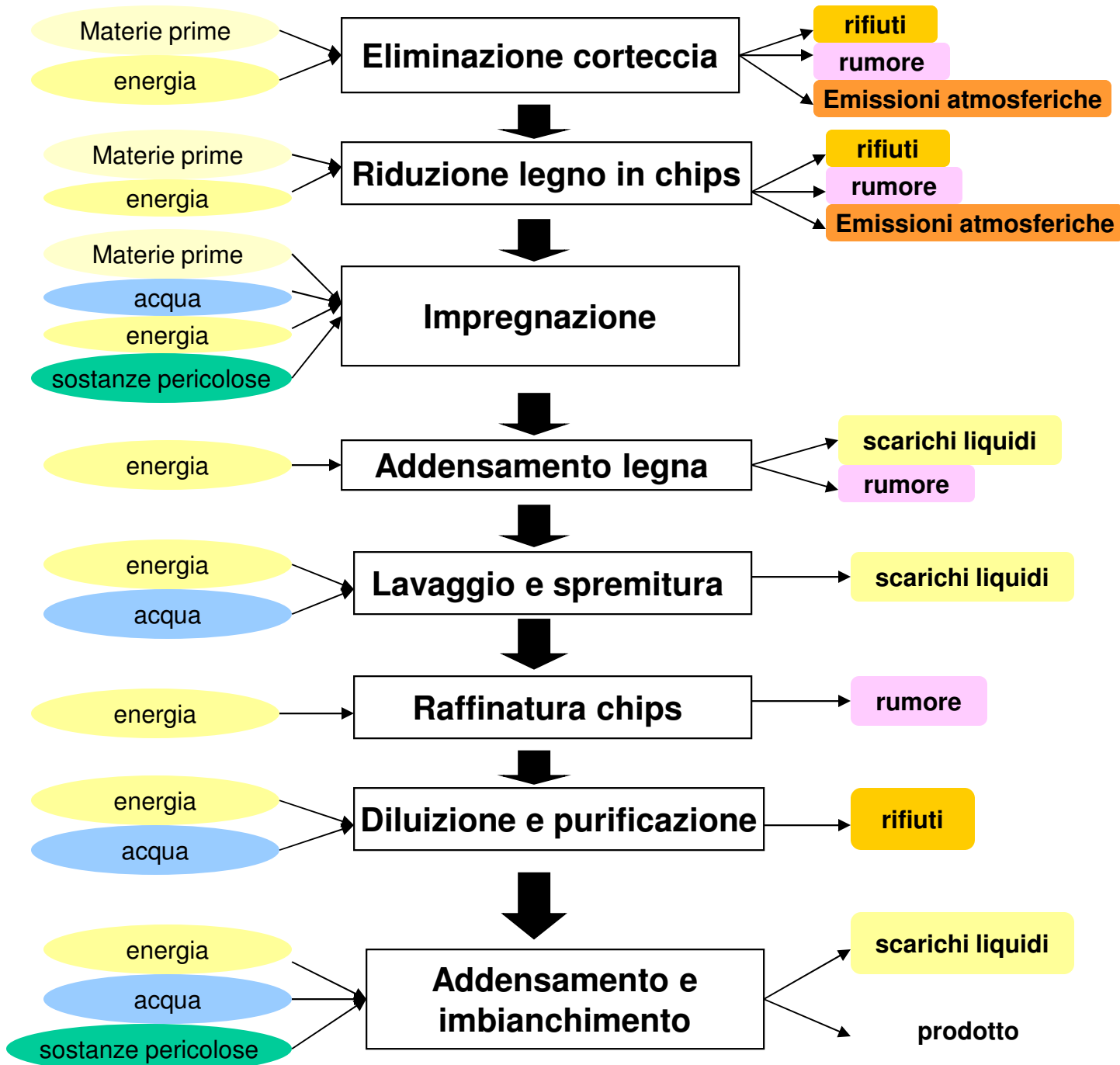
Input: Energia per l'essiccamento del liscivio per la combustione o per la separazione di componenti dal liscivio destinato al recupero.

Output: Emissioni atmosferiche costituite da vapore generato nel processo di essiccamento e da particolato, e ceneri derivanti dalla combustione del liscivio; Reflui liquidi costituiti dal liscivio esausto derivante dal processo di recupero (elevato contenuto di sostanze organiche disciolte e di solidi sospesi); Sottoprodotti costituiti da lignosolfonato recuperato dal liscivio e destinato alla produzione di colle.

VII fase: Delignificazione e Imbianchimento

Input: Acqua per la produzione della soluzione di delignificazione e imbianchimento; reattivi per la preparazione della soluzione

Output: Reflui costituiti dalla soluzione esausta di delignificazione e imbianchimento (possibile presenza di composti organici clorurati); Prodotto



Produzione di semichimica

Paste semichimiche: aspetti ambientali

I fase: Eliminazione della corteccia

Input: Legno (qualità non pregiata); Energia per il funzionamento degli impianti;

Output: Residui legnosi formati dalla corteccia (recuperabili come biomasse);
Emissioni atmosferiche di polveri di legno; Rumore.

II fase: Riduzione del legno in chips

Input: Energia per il funzionamento degli impianti.

Output: Segatura (utilizzabile per produrre di pannelli truciolari); Emissioni di polveri di legno; Rumore.

III fase: Impregnazione

Input: Chips di legno provenienti da altri processi; Acqua per la produzione della soluzione di impregnazione e del vapore per impregnazione; Energia per la generazione del vapore e per il riscaldamento della soluzione; Reattivi (NaOH) per la preparazione della soluzione.

IV fase: Addensamento del legno

Input: Acqua per il lavaggio della fibra; Energia per gli impianti di spremitura;

Output: Acque di impregnazione esausta (può essere rigenerata e riimmessa in circolo) contenente sostanze organiche disciolte; Rumore.

Paste semichimiche: aspetti ambientali (segue)

V fase: Lavaggio e spremitura

Input: Energia per eliminare parzialmente l'acqua;

Output: Reflui di lavaggio contenenti sostanze organiche disciolte.

VI fase: Raffinatura in Chips

Input: Energia per il funzionamento dei dischi di raffinatura;

Output: Rumore.

VII fase: Diluizione e purificazione

Input: Acqua per la diluizione delle fibre; Energia per il funzionamento degli impianti.

Output: Residui costituiti da fibre legnose non elementarizzate che possono essere rimandati alla fase di raffinatura.

VIII fase: Addensamento e Imbianchimento

Input: Acqua per la produzione della soluzione di imbianchimento; reattivi per la preparazione della soluzione (perossidi, silicato di sodio e NaOH); energia per riduzione del contenuto di acqua.

Output: Reflui liquidi derivanti dall'addensamento soluzione esausta di imbianchimento; Prodotto

2. Processo di produzione della carta



Preparazione degli impasti

La materia prima vergine o riciclata viene amalgamata con acqua, additivi, scarti di produzione. Si forma così l'impasto.



Formazione del foglio

L'impasto viene mandato ad una macchina continua che procede alla formazione del supporto cartaceo



Post trattamenti

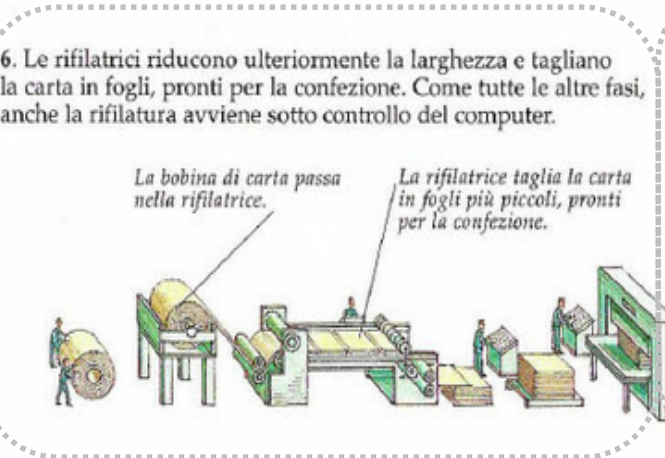
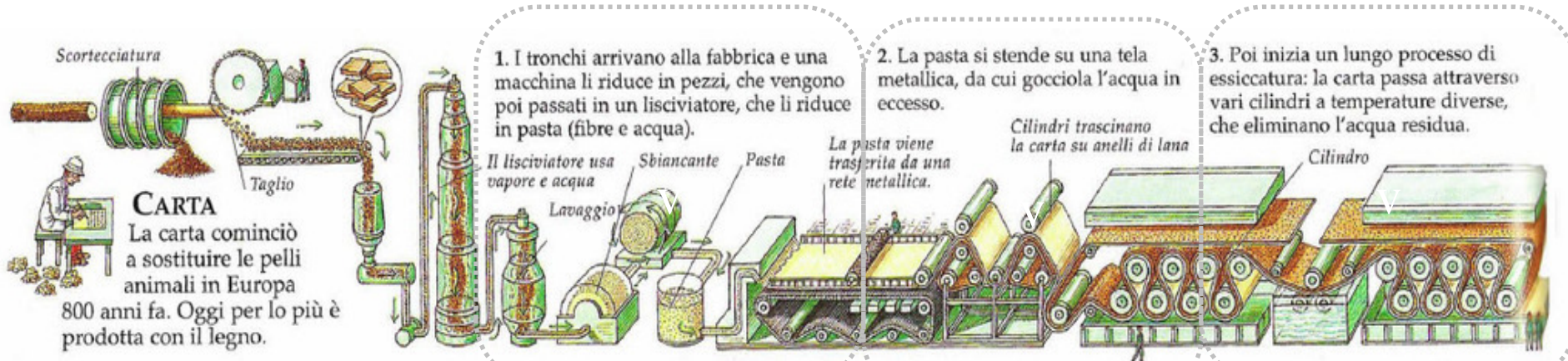
Il foglio è sottoposto a processi di nobilitazione quali la calandratura e patinatura



Allestimento

I fogli vengono avvolti in bobine o sottoposte ad ulteriori confezioni

FASI DEL PROCESSO



I PRINCIPALI EFFLUENTI E GLI IMPATTI DEL PROCESSO

Il cloro

Viene utilizzato per la **sbianca della carta** sia da materia vergine che da riciclo. Si generano composti clorurati che finiscono nelle acque reflue del processo. Usi alternativi al cloro sono: biossido di cloro, acqua ossigenata, ozono (meno efficaci ma generano effluenti più puliti)

Le acque reflue

La qualità dipende dal processo utilizzato: Le quantità oscillano tra **30 m³/t** di pasta di cellulosa nei processi meccanici e **150 m³/t** nei processi chimici. Contenuto del 10-30% di fibra non trattenuta dai lenzuoli e da ulteriori trattamenti. Carico variabile di COD e BOD. Molti impianti sono dotati di sistemi idrici chiusi

Fanghi di depurazione

Necessitano di trattamenti speciali. L'ammontare **varia in base al processo** e al tipo di materia prima utilizzata. Possono contenere parti metalliche o plastiche.

Emissioni in atmosfera

Sono legate alla fase di **asciugatura** della carta. L'impiego di gas naturale in sistemi di cogenerazione ha portato alla riduzione degli ossidi di azoto NOx e l'eliminazione quasi totale degli SOx e particolati

LA CARTA: POSIZIONE COMMERCIALE DELL'ITALIA

CARTA					
	2002	2006		2002	2006
IMPORTAZIONI	TONNELLATE	TONNELLATE	ESPORTAZIONI	TONNELLATE	TONNELLATE
USA	171.971	108.332	GERMANIA	107.004	255.143
GERMANIA	176.754	104.557	CINA, HONG KONG	43.673	225.490
FRANCIA	96.913	76.133	AUSTRIA	50.647	145.608
SVIZZERA	62.371	37.561	SLOVENIA	49.258	89.251
OLANDA	41.259	32.665	FRANCIA	3.043	50.724
MONDO	680.813	462.470	MONDO	418.704	885.136

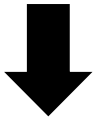
Fonte: BIANCHI, Il Riciclo ecoefficiente Pag. 16, 56

2.

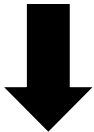
PROCESSO DI
RICICLO
DELLA CARTA

Le fasi principali per il riciclo della carta

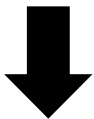
1. Spappolamento



2. Cernita in sospensione acquosa



3. Centrifugazione



4. Vagliatura

La carta da macero è posta in un vascone pieno di acqua affinché vengano rotti i legami tra le fibre. Il processo avviene tramite l'azione meccanica di pale rotanti.

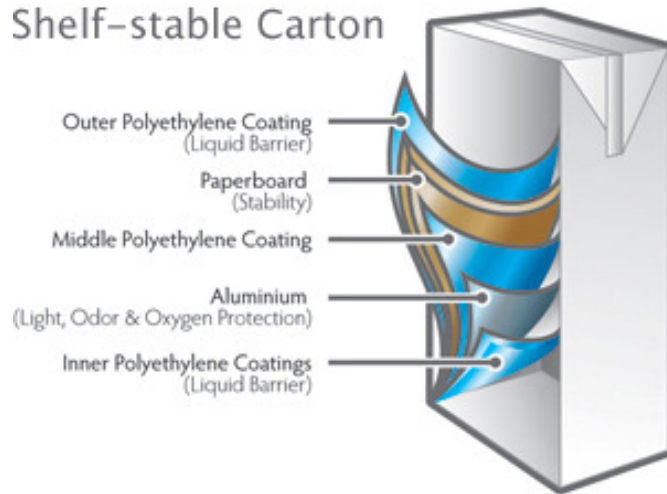
Sul fondo del vascone rimangono residui di ferro e plastiche che vengono rimosse con macchine setacciatrici a maglia fine (0,25 mm). Altre sostanze quali collanti e inchiostri vengono separate per mezzo di additivi. I trattamenti di deinchiostrazioni variano in base al prodotto finito che si vuole ottenere.

L'impasto ottenuto (pulper) è progressivamente privato dell'umidità

Si ha scarto di pulper che ammonta a circa il 5% della carta da macero impiegata

TRATTAMENTO SPECIALE DEI CARTONI PER BEVANDE

Shelf-stable Carton



Soluzioni applicabili:

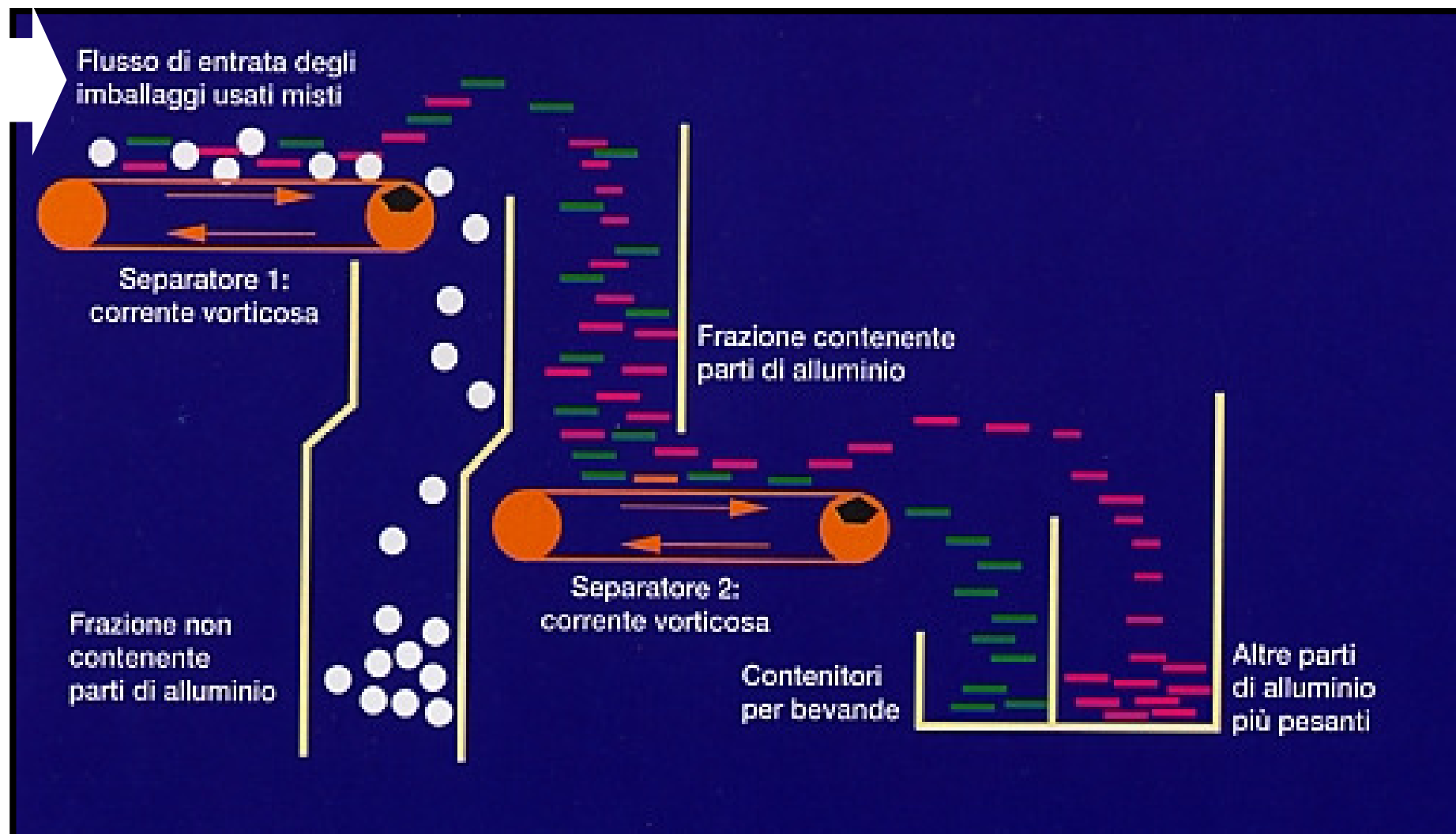
- Riciclo meccanico
- Incenerimento con recupero energetico
- Incenerimento senza recupero energetico
- Compostaggio
- Discarica controllata

Materiale ***poliaccoppiato***, di solito formato da tre materiali:

- Carta** → 75-80% del peso del cartone è costituito da cellulosa vergine. Vengono scelte fibre di cellulosa molto lunghe per dare robustezza al materiale.
- Polietilene** → 15- 20% del peso del cartone. Protegge il prodotto e svolge funzione da collante per gli altri strati. Si utilizzano sottili film (12 micron)
- Alluminio** → 5% in peso. È una barriera contro l'ossigeno e la luce. Evita il ricorso alla refrigerazione con risparmio di energia.

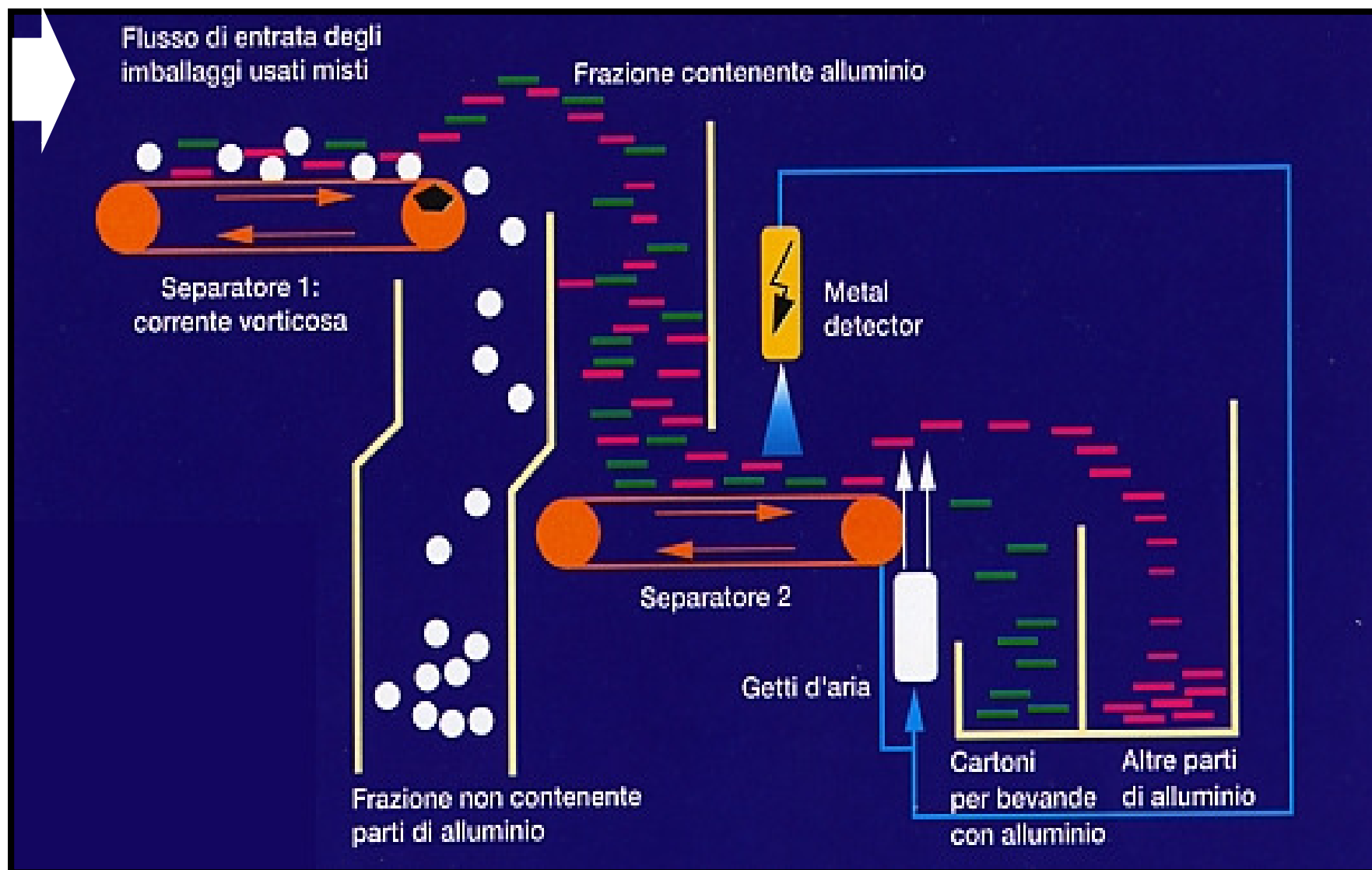
TRATTAMENTO DI SEPARAZIONE DA ALTRE TIPOLOGIE DI CARTA

Corrente vorticososa



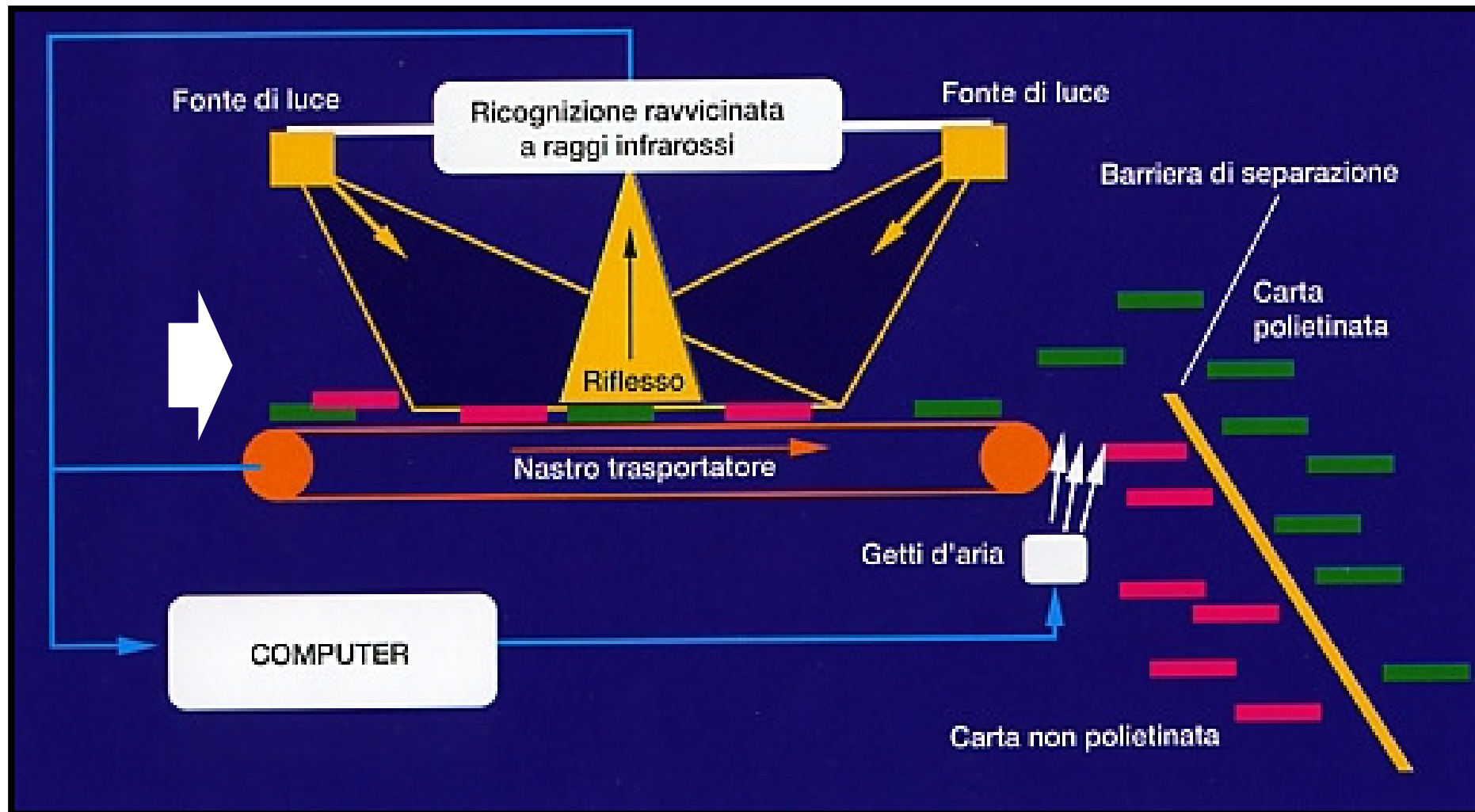
TRATTAMENTO DI SEPARAZIONE DA ALTRE TIPOLOGIE DI CARTA

Metal detector



TRATTAMENTO DI SEPARAZIONE DA ALTRE TIPOLOGIE DI CARTA

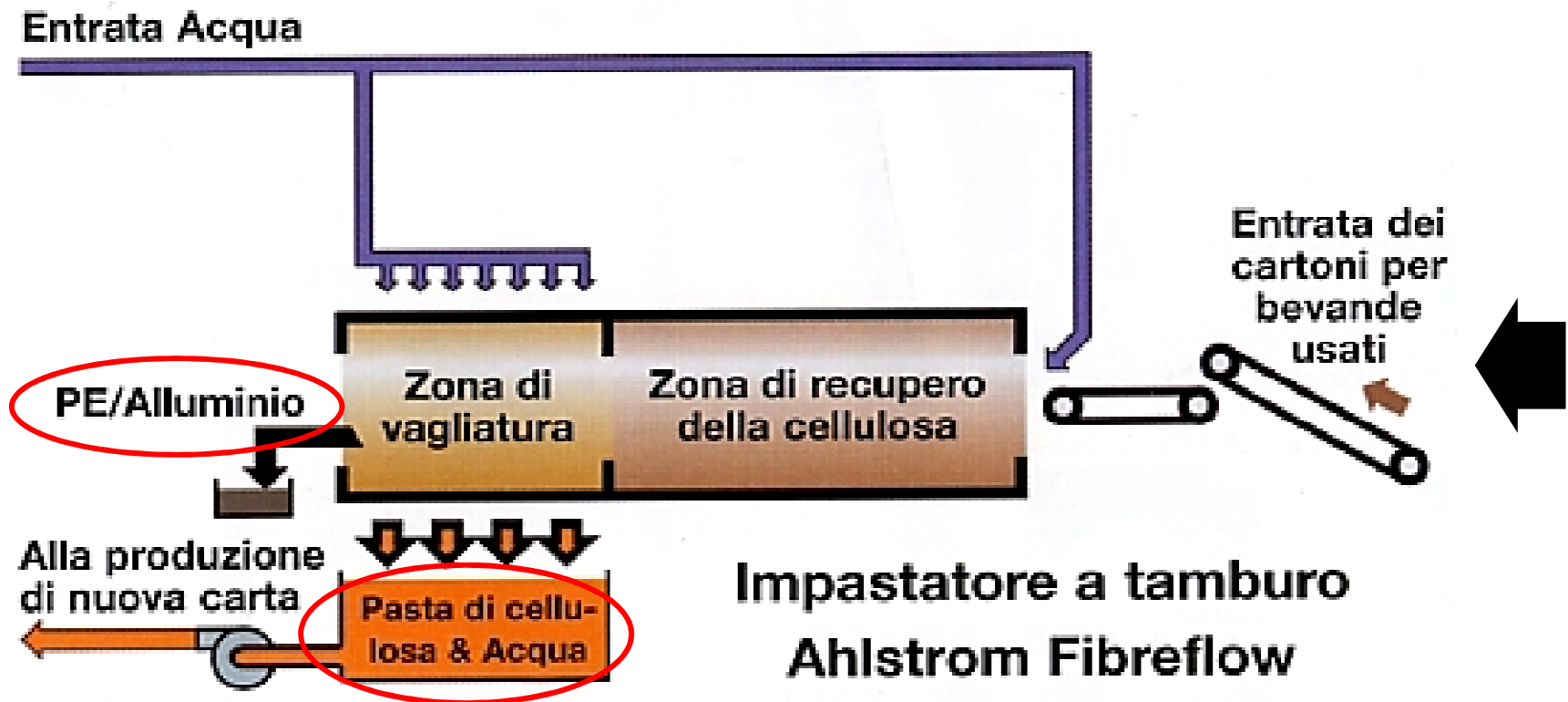
Autosort



SEPARAZIONE DEI CARTONI PER BEVANDE:

Riciclo della cellulosa (repulping)

I cartoni spappolati in acqua in uno spappolatore idraulico, aggiunti con composti chimici per aumentare il ph del composto: le fibre si dilatano, diminuisce il tempo di recupero e si consuma meno energia. L'obiettivo è asportare tutte le impurità a base di polietilene e Al che dopo 20 o 25 minuti di mescolamento vengono rimossi lasciando solo una pasta di cellulosa.



RECUPERO ENERGETICO DEI CARTONI PER BEVANDE



***Un imballo
da 1 litro***



Produce energia elettrica da tenere accesa una lampadina da 60 W per 1/2 ora



***1 tonnellata
di cartoni***

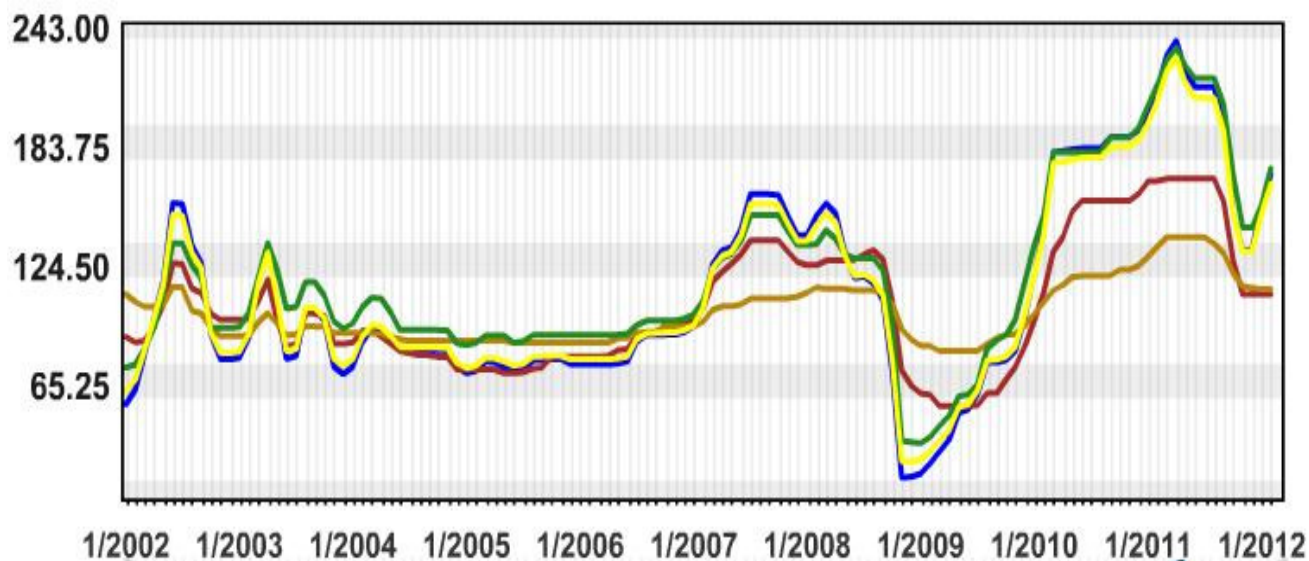


Produce energia equivalente a 1/2 tonnellata di carbone

La presenza di cartoni per bevande nei RSU fa aumentare il loro potere calorifero.

In Nuova Zelanda viene prodotta energia per il riscaldamento domestico bruciando cartoni per bevanda. I responsabili affermano che esso brucia più a lungo, produce più calore e meno fumo di legna e carbone

CARTA DA MACERO Media ponderata degli indici di prezzo (in EURO)



LEGENDA:

Cdm: Qualità ordinarie

Cdm: Qualità medie

Cdm: Qualità superiori

Cdm: Qualità Kraft

Cdm: Carte macero totale

FONTE Dati: CCIAA Milano

Carta da macero: qualità' ordinarie	Carta da macero: qualità' medie
130 1.02 Carte e cartoni misti (selezionati)	170 2.02 Giornali inventuti
145 1.04 Carta e cartone ondulato di supermercati	190 2.04 Refili bianchi densamente stampati
150 1.05 Contenitori ondulati vecchi	195 2.03.01 Refili bianchi leggermente stampati senza colla
160 1.06 Riviste inventute	
162 1.11 Carta grafica selezionata da disinchiostrazione (1)	

Carta da macero: qualità' superiori	Carta da macero: qualità' kraft
200 2.05 carta da ufficio selezionate	290 4.03 cartone ondulato kraft di 2ª qualità
210 3.01 Refili di stampati misti, poco colorati, senza pasta di legno	300 4.02 cartone ondulato Kraft 1ª qualità
220 3.05 Archivio bianco senza pasta di legno	310 4.01 Refili nuovi di cartone ondulato
230 3.06 Moduli commerciali bianchi	
250 3.14 Carta da giornale bianca	
260 3.15.01 Carta bianca a base di pasta mecc. + carta pat.	
270 3.17 Refili Bianchi	
280 3.18 Refili Bianchi senza pasta legno	

3.

IL LEGNO

Generalità



Il legno è il prodotto della fotosintesi clorofilliana. E' composto da:

- Carbonio (50 %)
- Ossigeno (44 %)
- Idrogeno (6 %)

Il legno è:

- una materia prima di origine naturale.
- una fonte energetica rinnovabile.

Utilizzi



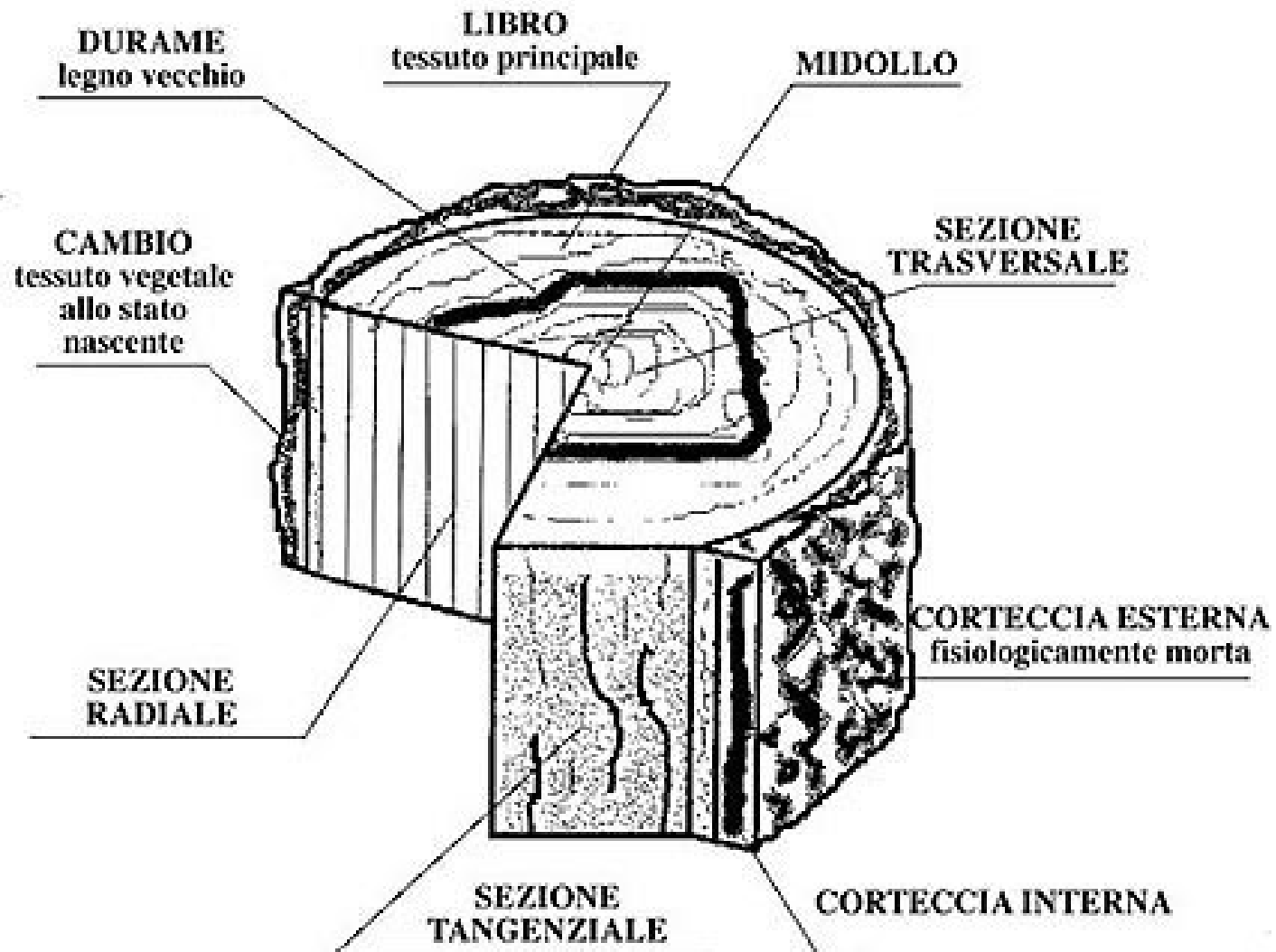
Come **materia prima** il legno è:

- di facile ed economico reperimento.
- di facile lavorazione.
- versatile negli usi (può assumere molteplici aspetti)

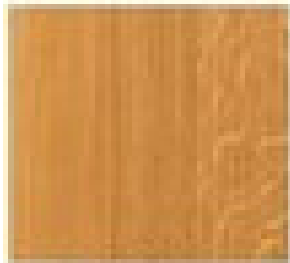
Come **fonte di energia rinnovabile**:

- fornisce una combustione in equilibrio con l'ambiente;
- non comporta pericoli d'esplosione durante il trasporto e lo stoccaggio;

Struttura



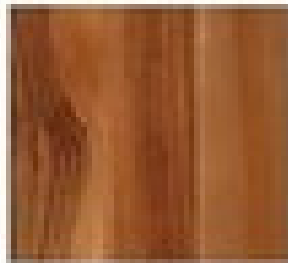
Tipologie



ROVERE



ACERO



NOCE



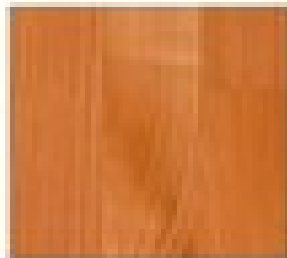
FAGGIO



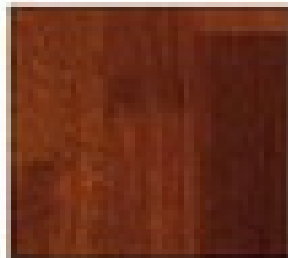
TEAK



IROKO



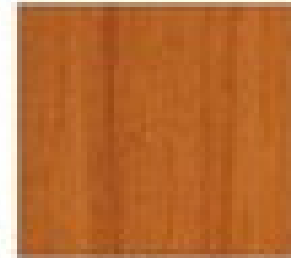
CILIEGIO



MERBAU



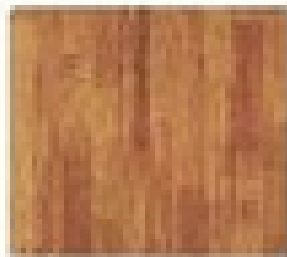
AFRORMOSIA



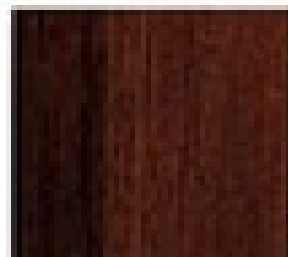
DOUSSIE



MERBAU

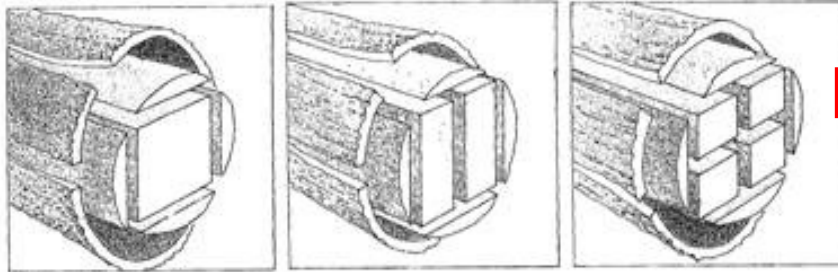


CABREUVA

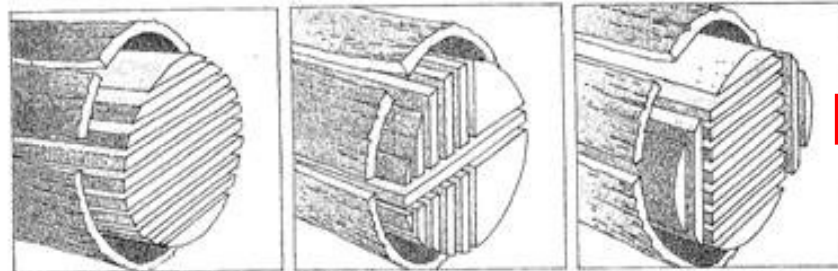


WENGE

Tagli



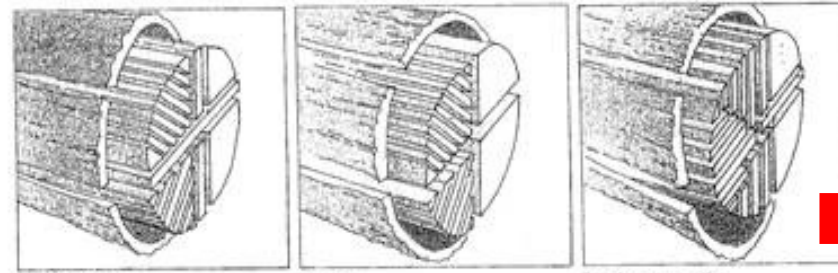
Tagli di carpenteria



Tagli tangenziali, i più economici e utilizzati

Tagli di quarto con mezzoni

Tagli tangenziali con tavole a spigolo vivo



Tagli radiali con mezzoni

Tagli radiali

Tagli di quarto a ventaglio



L'ideale per ottenere assi di buona qualità, non soggette a imbarcatura è il taglio perpendicolare agli anelli: questo tipo di taglio, chiamato **a quarto di ventaglio** è quello che economicamente è il più costoso in quanto comporta una lato spreco di materiale.



Un altro taglio adottato per la quasi totalità del legname, dato il minimo costo di produzione, è il taglio **tangenziale**: si manifesta con una riduzione della lunghezza totale degli anelli, ma le tavole non risultano di qualità e aspetto costanti poiché mentre la tavola centrale mantiene dritto il proprio asse trasversale e presenta superfici con venature pressoché parallele, le altre tavole sono soggette a imbarcarsi e comportano vaste zone mediane con venature notevolmente diverse da quelle delle zone laterali.



Il taglio più economico è quello **radiale**, che si manifesta con l'avvicinamento degli anelli: con questo taglio c'è un basso spreco di legname ma solo le assi centrali saranno stabili, quelle più vicine alla periferia saranno soggette a deformazioni.

Difetti



Nodo vivo



Nodi morti



Midollo doppio



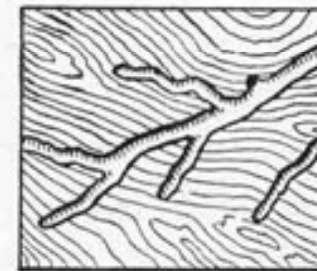
Cipollatura



Lunatura



Tronco cavernoso



Tarlatura



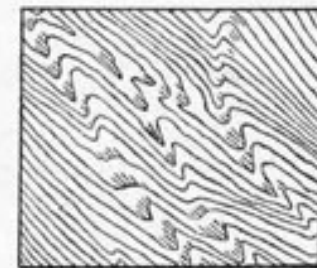
Spaccature interne



Spaccature esterne

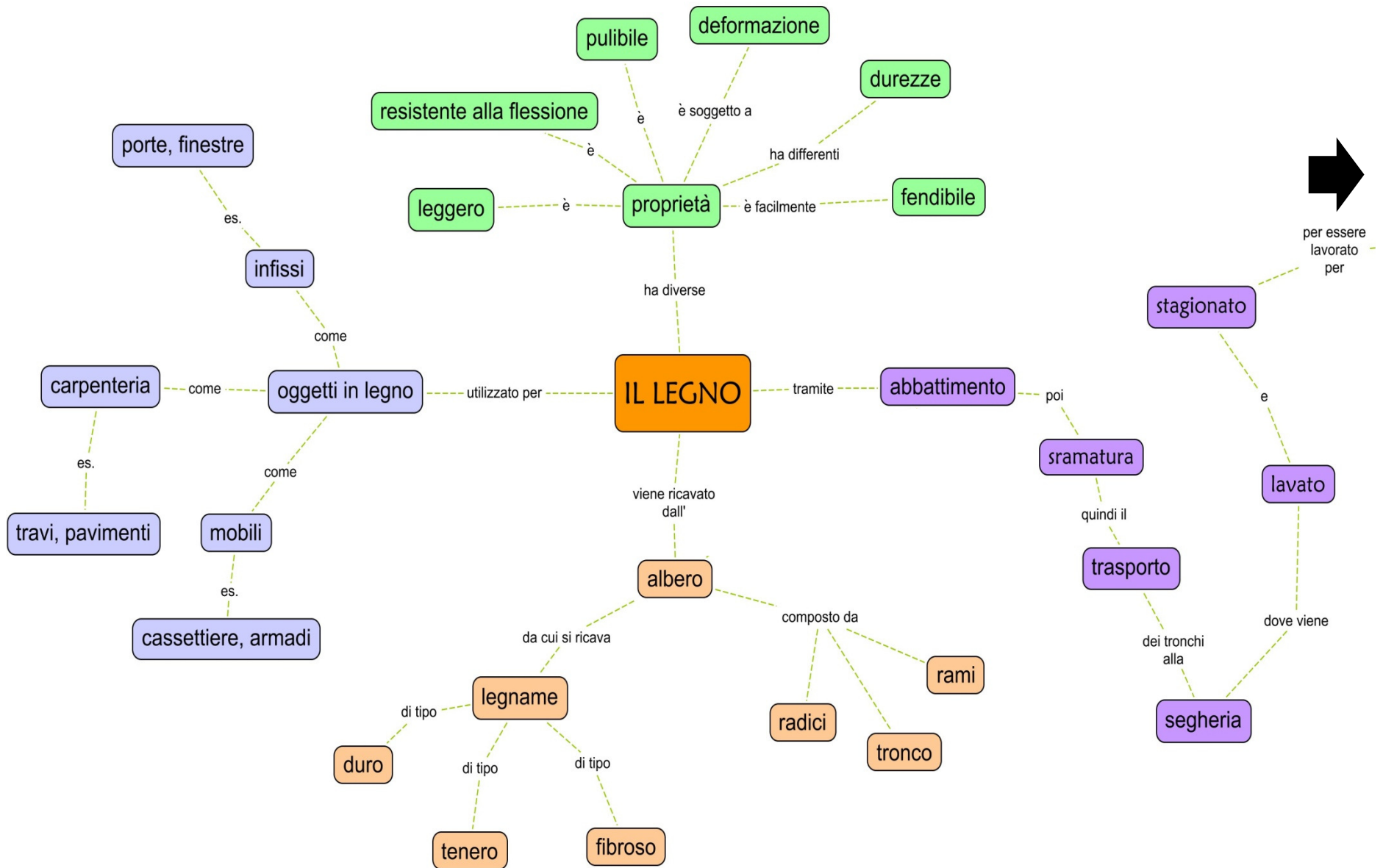


Midollo spostato

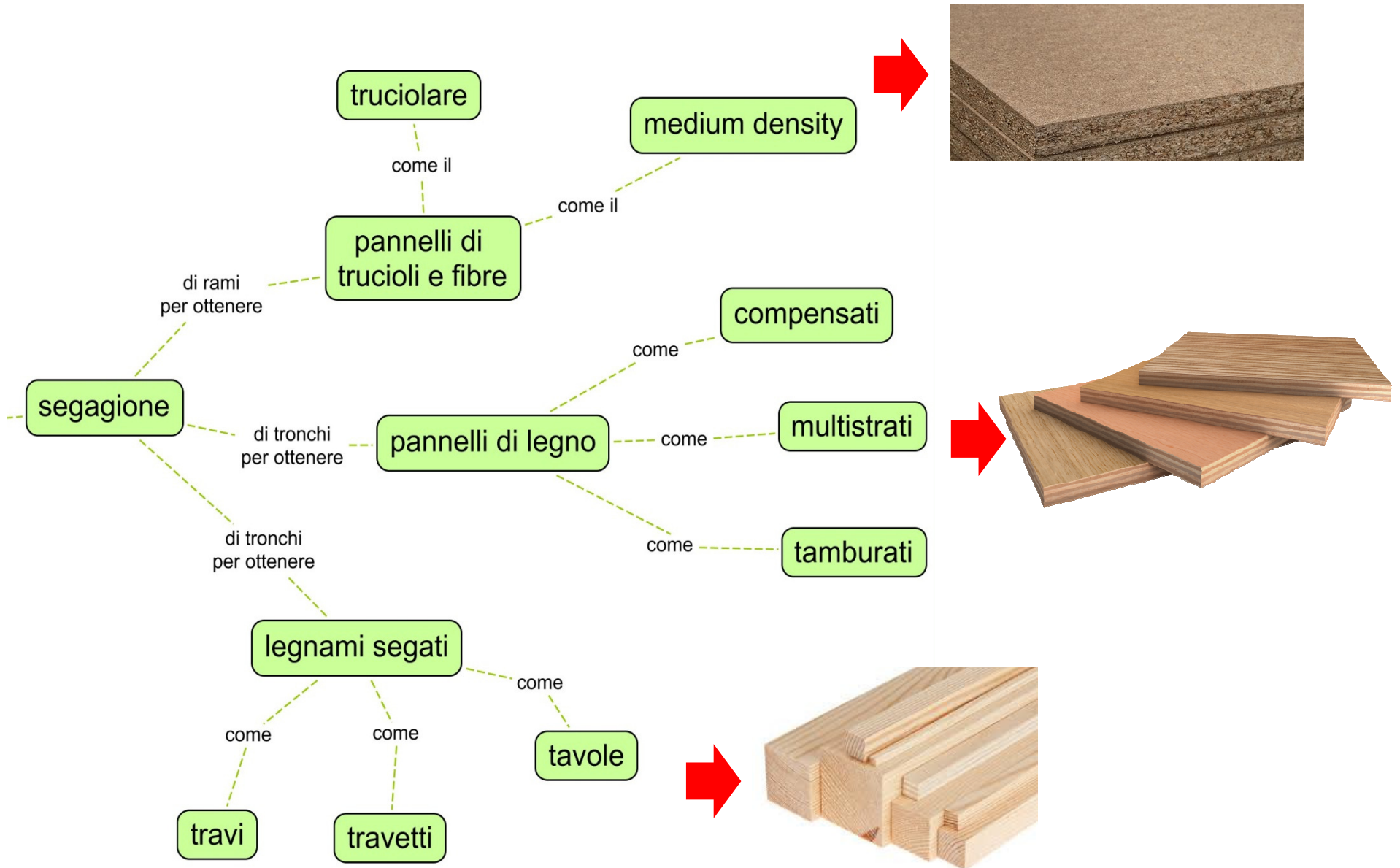


Deviazione delle fibre

Mappa concettuale caratteristiche generali



Mappa concettuale prodotti



La filiera del legno

1. PRIMA LAVORAZIONE

Consiste in una prima trasformazione della materia grezza.

Le fasi inerenti la prima lavorazione sono:

- scelta e taglio dell' albero;*
- stagionatura;*
- intestatura.*

2. SECONDA LAVORAZIONE

Implica la trasformazione in semilavorati.

Le fasi inerenti la seconda lavorazione sono:

- segagione;*
- sfogliatura;*
- tranciatura.*

3. TERZA LAVORAZIONE

Implica la trasformazione dei semilavorati in prodotti finiti.

Analisi della filiera

Filiera aperta (open loop)

Il processo:

PRELIEVO MATERIA PRIMA > LAVORAZIONE > SEMILAVORATO > PRODOTTO FINITO,

è un processo lineare che per funzionare implica un prelievo continuo della risorsa legno ai danni dell'ecosistema.

Se la velocità di prelevamento è superiore alla riforestazione si va incontro a disastri ambientali quali, ad esempio:

- *desertificazione*
- *alluvioni*
- *smottamenti e frane, ecc.*

Occorre, quindi, realizzare una **filiera chiusa (closed loop)** con l'applicazione del recupero-riutilizzazione-riciclo degli scarti di lavorazione e dei prodotti a fine vita. In tale caso il ricorso all'abbattimento degli alberi come ultima ipotesi.

4.

IL RECUPERO E IL RICICLO DEL LEGNO

Il recupero e il riciclo del legno

Il recupero e il riciclo del legno assume grande rilevanza ambientale ed economica.

Gli **OBIETTIVI FONDAMENTALI** sono:

1. la tutela del patrimonio forestale del pianeta;

2. la gestione eco-compatibile dei flussi di energia della filiera.

3. la minore necessità di materia prima, i minori trasporti, i minori costi di smaltimento ecc.

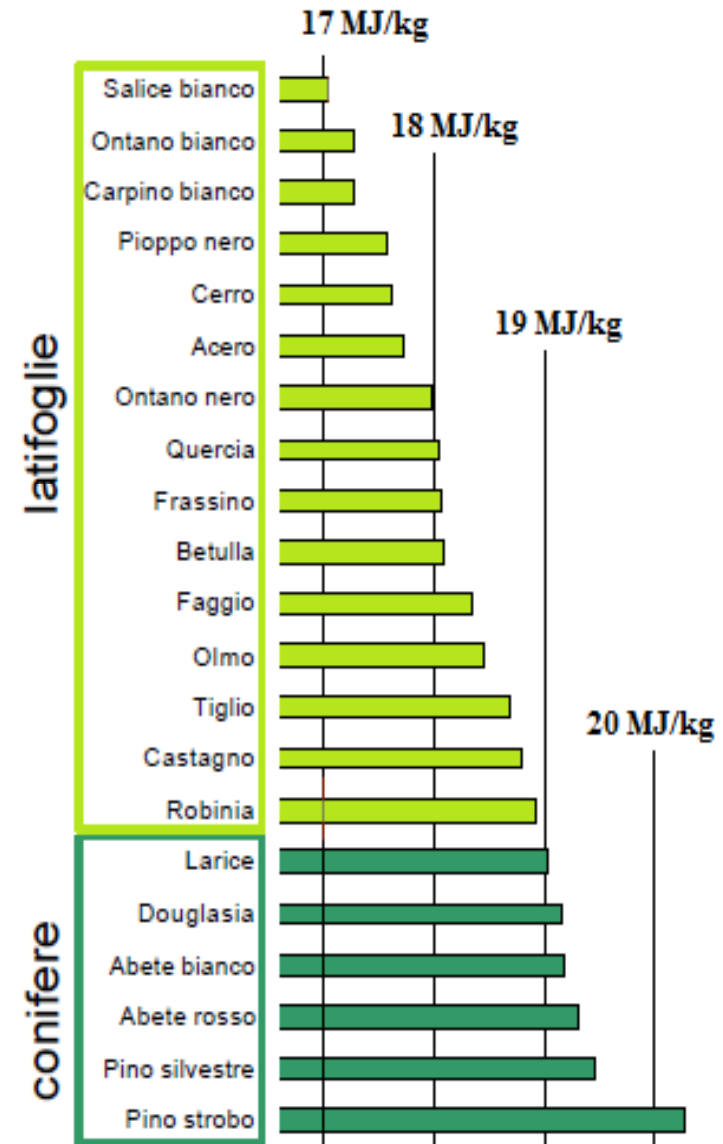
I materiali legnosi da riciclare

- **SOTTOPRODOTTI DELLE UTILIZZAZIONI FORESTALI** (ramaglie, ceppi, potature varie...);
- **RESIDUI DELLA LAVORAZIONE DEL LEGNO E DEL SUGHERO** (polveri, chips, cascami, segatura);
- **OGGETTI DI LEGNO E DI SUGHERO USURATI** (imballaggi usati, manufatti giunti al termine del loro ciclo di vita).

Destinazione del materiale riciclato

1. Materia prima per la produzione di energia termica:

- A. in CENTRALI PER LA PRODUZIONE E DI ENERGIA;
- B. in PICCOLE CENTRALI TERMICHE a uso civile;
- C. nella FILIERA LEGNO-ARREDO per la produzione di energia o per il riscaldamento termico ad uso interno.



Destinazione del materiale riciclato

2. Materia prima per il settore industriale ed agricolo

CORTECCIA

- **Produzione di compost**: il legno recuperato è triturato, miscelato e, quindi, omogenizzato con altri residui.
- **Pacciamatura in orticoltura**

CASCAMI, SEGATURA, TRUCIOLI

- **Produzione di pannelli truciolari**: il legno recuperato è sminuzzato, liberato delle sostanze non legnose e classificato secondo la granulometria.
- **Fabbricazione di carta.**
- **Industria dei laterizi**: la segatura è mescolata con l'argilla per la produzione di mattoni leggeri.
- **Agricoltura**: riutilizzo di trucioli e segatura per costruire lettiere per animali

Caratteristiche del mercato

DOMANDA: concentrata in aziende di dimensioni medio-grandi

- produttori di pannelli
- produttori di energia

OFFERTA: fortemente frammentata in aziende di dimensioni medio-piccole.

- aziende delle lavorazioni forestali,
- segherie,
- falegnamerie
- mobilifici.

SCHEMA RIEPILOGATIVO PROCESSI DI PRODUZIONE E RICICLO

