



# **Industrial Design Manufacturing&Plants**

**Le Tecnologie**

**Marco Raimondi  
([mraimondi@liuc.it](mailto:mraimondi@liuc.it))**

# La pressofusione di alluminio

## **Pressofusione di alluminio**

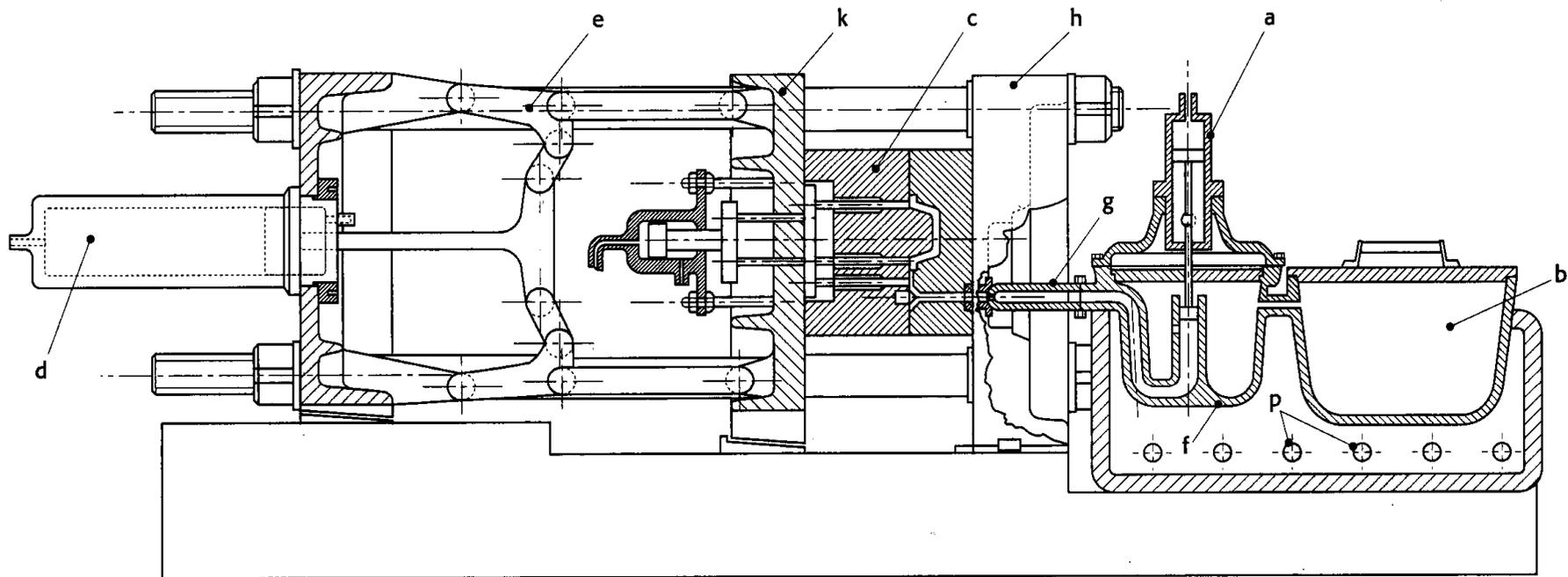
- **La pressofusione dell'alluminio si basa sullo stesso principio della termo iniezione della plastica**
- **Vengono utilizzate presse e stampi appositi**
- **I manufatti sono più resistenti e pregiati rispetto alla plastica ma anche più costosi**
- **A differenza dello stampaggio delle lastre consente di ottenere particolari metallici di forma e spessore molto variabili, dal design personalizzabile a piacere e con alte caratteristiche di resistenza meccanica**

# Presse per pressofusione

- **Elementi:**
  - **Sistema di chiusura, apertura su 4 colonne fisse**
  - **Piastra fissa e mobile a cui sono applicate le due parti dello stampo**
  - **Movimento tramite pistone oleodinamico con sistema a ginocchiera per garantire la resistenza alla spinta metallostatica**
  - **Sistema di iniezione della lega all'interno mediante due sistemi:**
    - **A camera calda (iniettofusione) utilizzata per leghe di zama che hanno il problema dell'ossidazione anche ad elevata temperatura**
    - **A camera fredda (pressofusione) generalmente utilizzata per le leghe in genere (alluminio, ....)**

## Presse a camera calda

- Sono così definite le macchine con il forno fusorio integrato
- Produttività altissima: anche 1000 pz/h per particolari molto piccoli
- Le parti a contatto con il metallo fuso tendono ad usurarsi, ecco perché è indicata per leghe di zinco o piombo che presentano basse temperature di fusione ( $<450^{\circ}\text{C}$ )
- 2 tipologie di macchine:
  - A camera di pressione oscillante ove la camera si riempie basculando attorno ad un perno mentre il pezzo viene estratto dalla conchiglia per essere poi riposizionata in contatto con l'ugello della conchiglia ed il metallo è spinto in quest'ultima dall'azione di aria compressa
  - A pistone tuffante ove la camera, fissa, è riempita attraverso un foro in comunicazione con il forno fusorio lasciato libero dal pistone in posizione di attesa. La discesa del pistone mette in pressione il liquido che viene iniettato nella conchiglia



Esempio di macchina a camera calda.

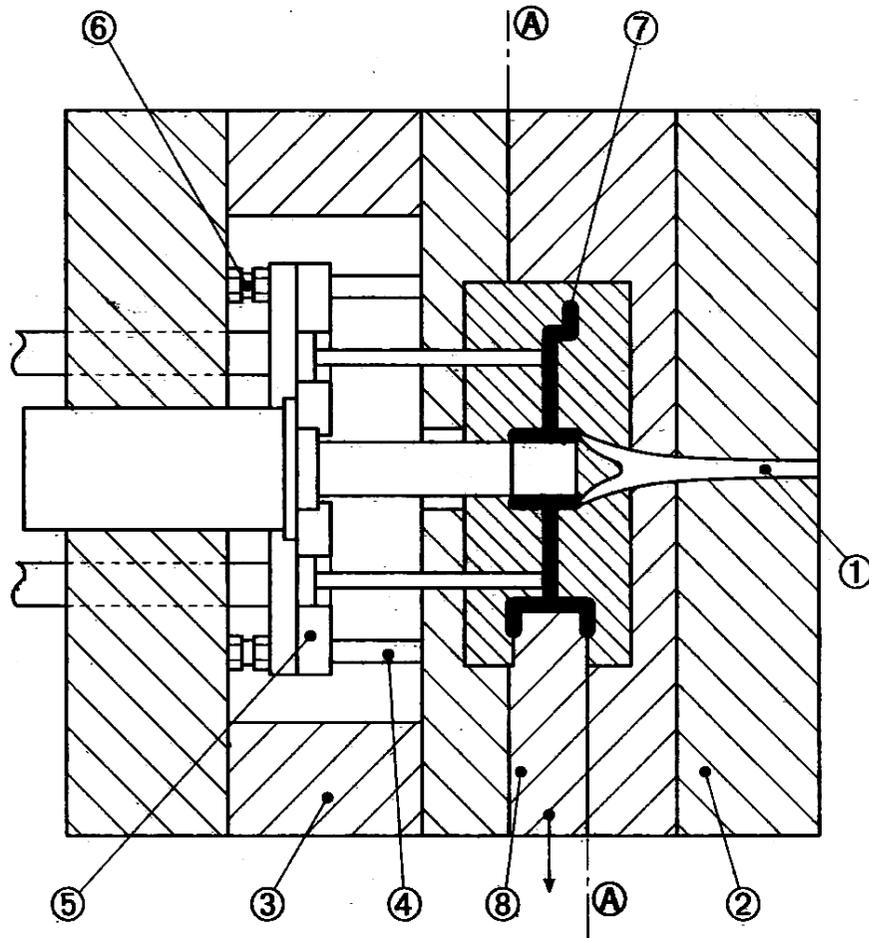
- a: cilindro di iniezione
- b: crogiolo di attesa
- c: conchiglia
- d: cilindro per apertura e chiusura della conchiglia
- e: leve a ginocchiera
- f: crogiolo principale
- g: ugello per iniezione lega liquida
- h: piastra porta conchiglia fissa
- k: piastra porta conchiglia mobile
- p: bruciatori di riscaldamento.

## Presse a camera fredda

- Sono così definite le macchine con il forno fusorio a lato, separato dalla macchina
- Produttività inferiore alla camera calda: al massimo 20-200 pz/h
- Molto utilizzata per leghe di alluminio e rame con temperature di fusione da 640 a 980 °C
- Funzionamento:
  - Le presse presentano un funzionamento dato da un camera di compressione che viene riempita con metallo fuso da un forno esterno al momento dell'estrazione del pezzo dalla conchiglia. Un pistone comprime il metallo fuso nella camera di compressione spingendo un contropistone che lascia libero l'ugello di iniezione nella conchiglia permettendo l'iniezione del materiale

## Stampi per pressofusione

- **Durata degli stampi 100.000 – 200.000 pezzi**
- **Pesi massimi e spessori minimi:**
  - **Leghe di magnesio 1-5 Kg - 1,5-2 mm**
  - **Leghe di alluminio 1-10 Kg – 1,5-2 mm**
  - **Leghe di rame 3-5 Kg – 2,5-3 mm**
  - **Leghe di stagno, piombo e zinco 5-10 Kg – 0,6-1 mm**
- **Il progetto del pezzo deve prevedere spessori uniformi e minimi per ridurre il peso ed evitare deformazioni, facendo uso di nervature per avere nel contempo alta resistenza meccanica**



Schema di una conchiglia per colata sotto pressione.

A-A superficie di separazione delle semiconchiglie

- 1) canale di iniezione della lega liquida
- 2) semiconchiglia fissa
- 3) semiconchiglia mobile
- 4) estrattore
- 5) piastra porta estrattori
- 6) fine corsa regolabile
- 7) getto
- 8) tassello mobile per sottosquadro.

# Trattamenti superficiali

- **I trattamenti superficiali possono essere parte del processo di realizzazione di un manufatto, quanto post-trattamenti di parti finite. Tali trattamenti possono non lasciare tracce visibili ma possono anche contribuire alla caratterizzazione della parte (come ad esempio le goffrature); possono avere funzioni di protezione delle superfici ma avere anche valenze estetiche.**
- **Esistono vari tipi di trattamenti superficiali:**
  - **goffratura**
  - **lucidatura**
  - **verniciatura**
  - **metallizzazione e galvanizzazione**
  - **stampa e decorazione**
  - **floccatura**
  - **strofinamento**
  - **fluorurazione**

## Pre-trattamenti

- **Generalmente i manufatti che devono subire trattamenti superficiali hanno necessità di essere pretrattati.**
- **In alcuni casi è necessario ripulite le superfici dalle imperfezioni e dalle impurità causate dal processo produttivo o dall'ambiente (ad esempio le parti realizzate con materiali sintetici). Tali processi prevedono ad esempio:**
  - **lavaggio a solventi**
  - **vaporizzazione di solventi**
  - **pulitura a ultrasuoni in bagni di solventi**
  - **soffiaggio di aria deionizzata**

- **Nel caso si debba post trattare una parte realizzata in materiali per loro natura idrorepellenti (è il caso ad esempio delle poliolefine) è necessario un pretrattamento di attivazione mediante reazione chimica.**  
**L'attivazione è ottenibile con procedure differenti:**
  - **trattamento chimico: applicazione di agenti chimici molto reattivi tuttavia pericolosi dal punto di vista igienico-sanitario**
  - **fiammatura o trattamento alla fiamma: combustione di gas propano e butano**
  - **trattamento Corona: immersione delle superfici in un campo ad alta tensione e a pressione normale e contemporaneo bombardamento di ioni carichi di energia**
  - **irradiazione mediante UV nel caso di superfici non polari (poliolefine)**
  - **attivazione in plasma a bassa pressione: migliora il trattamento Corona in termini di efficacia e durata ma il processo risulta molto più costoso.**
- **In altri casi è necessario ottenere una superficie sufficientemente ruvida perché possano essere applicati determinati post trattamenti (come ad esempio la verniciatura). Si procede quindi con lavorazioni di tipo meccanico come la sabbiatura o la rettifica.**
- **Accanto agli impianti tradizionali con pretrattamento con soluzioni acquose e polimerizzazione ad aria calda, ci sono cicli che prevedono la polimerizzazione a raggi ultravioletti, utilizzando vernici fotoiniziate. Queste vernici sono esenti da solvente e quindi non tossiche.**

# Goffratura

- **La goffratura è largamente utilizzata nel settore plastico in quanto economica ed ecocompatibile poiché non si ricorre all'accoppiamento di materiali differenti. Si tratta di lavorazioni a rilievo con valenza prevalentemente estetica: sono infatti ottime per ovviare a problemi come graffi e impronte, per nascondere l'usura del manufatto o per la simulazione di materiali appartenenti a famiglie differenti come la pelle o il legno. Può essere ottenuta mediante tecniche differenti:**
  - **lavorazione della superficie interna dello stampo**
    - **E' possibile sabbiare la cavità dello stampo per ottenere una lavorazione eterogenea ma poco costosa. Questa procedura viene utilizzata ad esempio per stampi di grandi dimensioni o di complessità elevata. In alternativa si può procedere con la fotoincisione della superficie dello stampo riproducendo textures complesse e omogenee.**
  - **Fotoincisione di pellicole**
    - **E' possibile fotoincidere pellicole che vengono applicate**

## Lucidatura

- **La lucidatura può essere effettuata sulla superficie interna dello stampo (nel caso dello stampaggio ad iniezione) o direttamente sulla superficie del pezzo stampato (successivamente alla lavorazione meccanica).**
- **Nel caso del post trattamento di manufatti vengono impiegate cere da rettifica e di lucidatura, con l'ausilio di attrezzature quali dischi per lucidatrici.**
- **In alcuni casi i pezzi vengono barilati a temperature non troppo elevate.**
- **Possono essere impiegati inoltre granuli particolari e agenti lucidanti per ridurre la formazione di polveri nocive.**

## Verniciatura

- **Negli ultimi anni si è assistito alla messa a punto di nuovi cicli di preparazione alla verniciatura dei manufatti in plastica, che hanno consentito la realizzazione di impianti molto simili a quanto avviene per la verniciatura degli altri materiali quali ad esempio i metalli. Caratteristica di questi impianti è la necessità del risultato estetico che sia in linea con quello della lamiera. Grande impulso allo sviluppo dell'impiantistica è stato infatti dato dall'industria automobilistica. L'utilizzo di paraurti, cofani in plastica ha costretto da una parte i produttori di vernici a mettere a punto soluzioni con cicli automatici in grado di garantire la qualità con produzioni estremamente elevate.**
- **Probabilmente proprio per essere arrivata per ultima nella problematica della verniciatura, la plastica ha potuto avvalersi di tutte le scoperte più recenti.**

## Metallizzazione

- **La metallizzazione, come la verniciatura, può avere una funzione puramente estetica ma anche funzionale. E' considerata una tecnologia ecocompatibile ed a costo ridotto. Essa infatti consente un notevole risparmio energetico (3% dell'energia utilizzata per la produzione di una foglia di alluminio di 8 mm). Inoltre la sostituzione del metallo consente una significativa riduzione di peso del manufatto in quanto lo strato depositato sottovuoto è pari a circa 0.01 mm contro gli 8 mm della lamiera standard di alluminio.**

**La metallizzazione inoltre è ottimale per quanto riguarda la riciclabilità poichè è possibile riciclare la totalità dei prodotti trattati grazie alla trascurabilità dell'alluminio rispetto al materiale plastico.**

**La metallizzazione rientra dunque in un settore tecnologico a rapida evoluzione quale quello dei trattamenti superficiali che consentono di creare strati funzionali sottili con sensibile miglioramento della performance dei materiali di base.**

# Metallizzazione e galvanizzazione

- **Esistono due tecniche differenti di metallizzazione:**
  - **la metallizzazione con vapori metallici atta a depositare sulla superficie del prodotto strati di alluminio, rame o metalli nobili, in spessori inferiori a 0.2 millesimi di millimetro. La tecnica consiste nel creare, all'interno di apposite camere con vuoto spinto, un'atmosfera di vapori metallici: il metallo viene riscaldato e quindi evapora disponendosi sulla superficie del prodotto. Gli strati possono risultare trasparenti.**
  - **la galvanizzazione in bagni con sali di metalli nobili per ottenere chimicamente una maggiore ruvidità del pezzo. Tale trattamento consente una maggiore adesione dei vapori metallici alla superficie. Questa tecnica consente di ottenere spessori di rivestimento nell'ordine del decimo di millimetro. Gli strati non risultano più trasparenti.**

- **Nuove applicazioni ad elevato contenuto tecnologico di trattamenti superficiali sottovuoto sono attualmente in via di sviluppo quali:**
  - **metallizzazione con trattamento al plasma per migliorare l'adesione del metallo e la barriera**
  - **la deposizione con reazione chimica (CVD, chemical vapor deposition)**
  - **la deposizione con reazione chimica assistita al plasma (PECVD, plasma enhanced chemical vapor deposition)**
  - **la deposizione di strati barriera trasparenti quali ossidi di Silicio, ossidi di alluminio ed ossidi metallici misti**
  - **la deposizione da sputtering e da cannone elettronico**

## Stampa e decorazione

- **La stampa di manufatti plastici è largamente utilizzata per imprimere sui prodotti loghi, marchiature, disegni. Le tecnologie di stampa sono meno costose di altre quali ad esempio l'incorporare fogli stampati e annegati in masse trasparenti e amorfe (laminati HPL) o interventi sugli stampi come fotoincisioni.**

**Le superfici dei prodotti plastici possono essere stampate con tecnologie differenti:**

- **Nel caso si vogliano stampare manufatti realizzati con polimeri caricati con fibre di vetro, è possibile poggiare uno strato di carta stampata o colorata o di tessuto sulla superficie e successivamente ricoprirlo e inglobarlo tramite un secondo strato trasparente.**
- **per quanto riguarda invece lo stampaggio ad iniezione o a compressione, è possibile ottenere il decoro senza lavorazioni aggiuntive: i fogli decorati, denominati Ornamin, vengono inseriti direttamente all'interno dello stampo**
- **I film vengono stampati dalla bobina con macchine per la stampa modificate per le materie plastiche. I colori utilizzati sono specificatamente progettati per questo impiego.**

- **Per stampare manufatti o fogli è poi possibile impiegare la tecnologia denominata offset-a secco o stampa tipografica indiretta: i disegni da stampare sono trasferiti dalla forma su un rullo di gomma. La risultante di tale processo è l'ottenimento di rilievi grafici in gomma, molto usati per i costi ridotti, soprattutto nell'ambito del packaging.**
- **Un'ulteriore possibilità è quella di utilizzare la tecnologia della stampa a rotocalco , ineccepibile dal punto di vista della qualità grafica ma estremamente costosa (e per questo utilizzata esclusivamente per grandi tirature)**
- **Per stampare manufatti di grandi dimensioni e di geometrie complesse non è possibile utilizzare le tecnologie sopra elencate: è necessario procedere con l'applicazione di mascherine e la successiva spruzzatura di colore**
- **Infine è possibile utilizzare la colorazione per bagno di immersione : un film stampato viene fatto galleggiare su di uno strato d'acqua; si procede quindi spruzzando dall'alto un solvente che permette la rimozione esclusivamente della pellicola, lasciando intatto lo stato della decorazione sul pelo dell'acqua; si immerge quindi il manufatto nell'acqua in modo che la grafica possa aderire alla sua superficie. Le ultime fasi del processo consistono nell'essiccamento e nel ricoprire tutta la superficie precedentemente trattata, con uno strato di vernice trasparente per conferire al manufatto maggiore resistenza all'usura.**

# Floccatura

- **Tramite la floccatura è possibile ottenere superfici vellutate utili sia dal punto di vista tecnico che dal punto di vista estetico: questa tecnologia viene infatti impiegata nel caso in cui si voglia ottenere una superficie fonoassorbente, quando si abbisogna di pezzi con un coefficiente d'attrito basso oppure per la valorizzazione e caratterizzazione di superfici.**

## **La floccatura impiega**

- **fibre tessili a taglio corto (da 0.3 a 5 mm di lunghezza)**
  - **polverino tessile e materiali simili**
- **Il processo consiste in varie fasi:**
    - **i fiocchi vengono trattati con soluzioni liquide perché divengano conduttivi**
    - **sulla superficie da trattare viene depositato uno strato adesivo**
    - **i fiocchi vengono quindi orientati e movimentati ad una velocità di 200 cm/s in direzione della superficie a cui devono aderire**
    - **i fiocchi che non hanno aderito alla superficie vengono aspirati e nuovamente trattati**

## **Strofinamento e fluorurazione**

- **Le superfici plastiche possono essere trattate tramite strofinamento. A seconda del tipo di trattamento ottengono qualità differenti: ad esempio gli agenti antistatici limitano l'adesione della polvere alle superfici, mentre l'olio di silicone aumenta la brillantezza e la durezza superficiale del manufatto.**

**L'efficacia del trattamento cessa con la rimozione dello strato applicato alla superficie.**

- **La fluorurazione è un trattamento atto a limitare l'assorbimento di acqua del manufatto tramite trattamento idrofilizzante della superficie.**

## Verniciatura

- **La verniciatura può essere uno strato trasparente di protezione in grado di preservare più a lungo l'integrità di un manufatto ma può anche essere utile nel caso si voglia camuffare la sostituzione di parti tradizionalmente realizzate con materiali differenti quali ad esempio il metallo (per questo specifico caso si rimanda al punto 4. metallizzazione). Viene impiegata per proteggere le superfici dagli agenti atmosferici e dai raggi solari; soddisfa le specifiche esigenze del settore ottico.  
La verniciatura viene impiegata sempre con più frequenza tanto che la percentuale di utilizzo ad esempio nel campo automobilistico è circa del 70% e aumenta anche nei restanti settori (alimentare, medicale, etc.)**
- **E' indispensabile che lo strato di vernice che viene apposto su di una superficie sia il più possibile uniforme al polimero di cui è composto il manufatto in quanto può influire in modo sostanziale sulla resilienza di quest'ultimo (v. pre trattamenti).**

LIUC - UNIVERSITA' CARLO CATTANEO





# LIUC - UNIVERSITA' CARLO CATTANEO



# LIUC - UNIVERSITA' CARLO CATTANEO



# La lavorazione dei derivati del legno

## **I pannelli**

- **Per ovviare ad alcuni inconvenienti propri del legno massiccio e ridurre i costi si producono pannelli in cui il legno è utilizzato in maniera differente dal tradizionale massello (legno massiccio)**
- **I pannelli vengono realizzati dalla riduzione del tronco in fogli, listelli, trucioli, polvere di segatura e dalla loro ricomposizione in elementi piani.**
- **Derivanti dalle diverse tecniche di trasformazione del legno, hanno ottime caratteristiche di leggerezza, resistenza e durata, e un costo molto più basso del legno massiccio.**

## Elementi utilizzati

- **Segato:** Ottenuto mediante la segagione, usato nei listellari e nei lamellari massicci.
- **Sfogliato:** Foglio sottile ottenuto dalla derullatura del tronco, utilizzato per compensati, multistrati, listellari.
- **Tranciato:** Lamina sottile ottenuta per tranciatura e può presentare un medesimo disegno della venatura in tutti gli elementi.
- **Particella:** scaglia derivante dalla frantumazione del tronco o di altre parti dell'albero (rami, ceppi) o di scarti di altre lavorazioni industriali; questo elemento è utilizzato per i pannelli di particelle.
- **Fibra:** Ottenuta mediante particolari sfibratori rotanti, si utilizza per i pannelli di fibra e pannelli di MDF.

## Compensato

- Il compensato è il più importante fra i semilavorati di legno, usato specialmente nella produzione di mobili e di pannelli.
- È costituito da tre/cinque fogli sottili di legno, incollati uno sull'altro, con le fibre disposte perpendicolarmente in modo da irrobustire l'insieme.
- A parità di spessore, il compensato è molto più resistente, e anche più flessibile, del legno naturale.
- Per ridurre il costo, lo strato interno, di spessore maggiore, è di legno meno pregiato di quelli esterni, e anche di questi solo uno è di prima qualità e perfettamente levigato (ad esempio, il compensato di faggio ha l'interno di abete).

## Multistrato

- È composto da una sovrapposizione multipla di sottili fogli di legno, ricavati con particolari macchine, dai tronchi. Questi fogli vengono incollati tra loro con le fibre poste in senso alternato e sono sempre in numero dispari (5, 7, 9, ecc.): si ottiene così un pannello particolarmente robusto
- Sono di vari spessori (da 3 mm a 40 mm ) e in diverse misure.
- Si taglia facilmente, si fora e si incolla altrettanto facilmente: è il materiale ideale per costituire piani e pannellature. Il più utilizzato è quello in pioppo, ma vi sono anche multistrati di legni diversi (per esempio in faggio, ecc.); in ogni caso sono reperibili anche multistrati impiallacciati con essenze pregiate.
- Non sopporta bene l'umidità per cui l'uso è limitato alle strutture interne.
- Esiste una versione particolarmente adatta all'esterno: il multistrato (o compensato) marino. Costituito da fogli incollati con una particolare colla insensibile all'acqua ed è trattato in modo da renderlo idrofugo. Con il compensato marino si possono realizzare strutture destinate a rimanere stabilmente all'aperto e parti di imbarcazioni

## Listellare (o Paniforte)

- Sono pannelli costituiti da un'anima di listelli incollati tra loro, di larghezza massima 33 mm., rivestita su entrambi i lati da 2 strati di sfogliato sovrapposti.
- I listelli dell'anima, in abete o in pioppo, hanno la venatura nel senso della dimensione maggiore del pannello e contrapposta

## Lamellare

- **Il pannello lamellare è formato da tanti strati di legno, di cm. 33 o 40, incollati tra di loro. È composto da lamelle di una sola specie legnosa incollate parallelamente alla fibratura. Disponibile solitamente in abete e larice, il legno lamellare è un prodotto composito, caratterizzato principalmente da un'elevata stabilità dimensionale, dalla possibilità di ottenere elementi di lunghezza "illimitata" e curvature che consentono la progettazione di sistemi costruttivi "performanti", sia dal punto di vista strutturale che architettonico.**

# Truciolare

- **Pannelli realizzati con scarti di legno sminuzzati finemente, pressati e incollati in modo da formare pannelli di varie dimensioni e spessori. Nella maggior parte dei casi vengono rivestiti con formica o materiali plastici**
- **Si trovano nei piani delle cucine, nei montanti degli armadi e delle librerie, nelle pareti mobili di uffici e stand, etc...**
- **Il truciolare non tollera l'umidità. Quando si bagna la sua struttura si gonfia facendo saltare anche il rivestimento sovrastante.**
- **Il truciolare può venire anche impiallacciato in modo da offrire un aspetto simile a quello del legno massello mentre i bordi possono essere rivestiti con bordini termoadesivi.**
- **La laminatura, consente al truciolare "nobilitato" di assumere una particolare rigidità e resistenza grazie all'applicazione, sulle due facce, di fogli di resina melamminica di vario colore (bianco, beige, legno, ecc.).**
- **Il truciolare presenta una scarsa attitudine a trattenere le viti in quanto si sbriciola facilmente nelle zone immediatamente a contatto con la filettatura della vite. Per questo motivo bisogna usare particolari viti, dette appunto "per truciolare", simili a quelle autofilettanti per il ferro.**

## **MDF (Medium Density Fiberboard)**

- **E' un legno artificiale della famiglia dei truciolati composto da fibre di legno.**
- **I legni artificiali sono costituiti da legno che è stato ridotto nei suoi elementi fibrosi di base ed è stato ricostruito in un materiale stabile ed omogeneo.**
- **Il Medium Density (media densità) pur essendo grezzo è dotato di superficie liscia su entrambe le facce ed una struttura uniforme che permette qualsiasi lavorazione meccanica: taglio, pantografatura e bordatura.**
- **Eccellente per essere verniciato, laccato ed impiallacciato, il suo peso contenuto (circa 650 Kg/m<sup>3</sup>) consente maneggevolezza e facilità nel trasporto.**

## **OSB (Oriented Strand Board)**

- **E' un legno artificiale della famiglia dei truciolati composto da strisce di legno.**
- **I pannelli OSB sono pannelli realizzati con strisce sottili di legno (strand) legate da resine sintetiche.**
- **Gli strand vengono pressati in 3-4 strati: quelli degli strati esterni sono in generale orientati longitudinalmente rispetto alla lunghezza del pannello, mentre gli strand degli strati intermedi sono ripartiti di solito trasversalmente.**
- **Le nuove tecnologie, permettono l'orientamento degli strand, garantendo l'indeformabilità dei pannelli OSB, specie in un verso a scelta**

## Tamburato

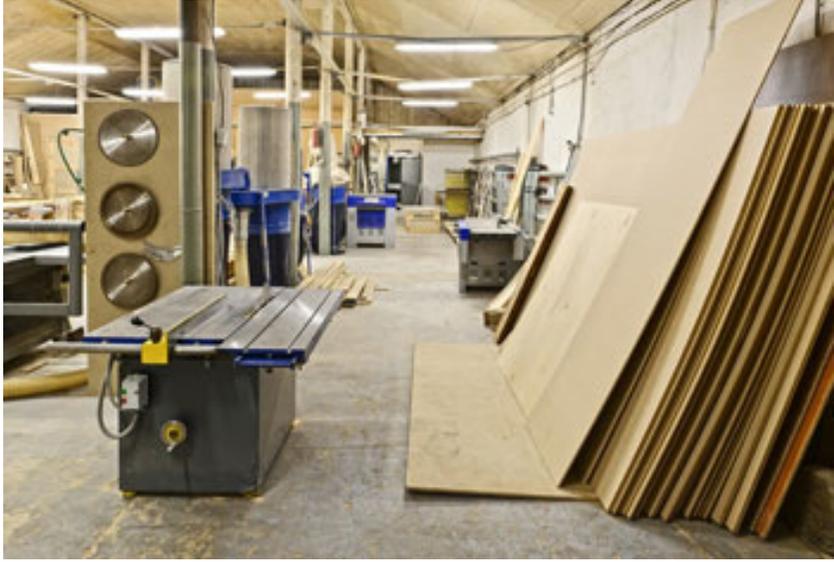
- **Il tamburato è un tipo di pannello usato nella realizzazione di porte, ante di armadi, pareti mobili per via della particolare leggerezza.**
- **Il tamburato è costituito da due fogli (di truciolare, MDF o compensato) incollati su un telaio perimetrale (di legno, truciolare o MDF) al fine di ottenere in pratica un pannello vuoto all'interno.**
- **Per aumentare la resistenza del pannello nella parte centrale vuota si aggiunge una carta impregnata strutturata ad alveoli. Per questo motivo spesso questo pannello viene anche chiamato pannello a nido d'ape.**
- **Il tamburato viene di solito nobilitato e lavorato come un normale pannello in truciolare con l'applicazione di impiallacciate, laminati, foglie polimeriche o melamminiche**
- **L'inserimento di pannelli fonoassorbenti o aventi altre caratteristiche consente la realizzazione di pannelli per usi particolari**

## **Pannello sandwich**

- **Si intende un elemento costituito da due strati resistenti (pelle) distanziati e collegati da un elemento che assume di volta in volta caratteristiche diverse (core) in funzione delle qualità richieste al pannello.**
- **Un adesivo (resina) tiene unite le parti.**
- **La sua resistenza alla flessione aumenta con lo spessore del core.**
- **Materiali:**
  - **Pelle: legno, acciaio, alluminio, carbonio, fibra di vetro,.....**
  - **Core: schiume, truciolati, celle a nido d'ape, ....**

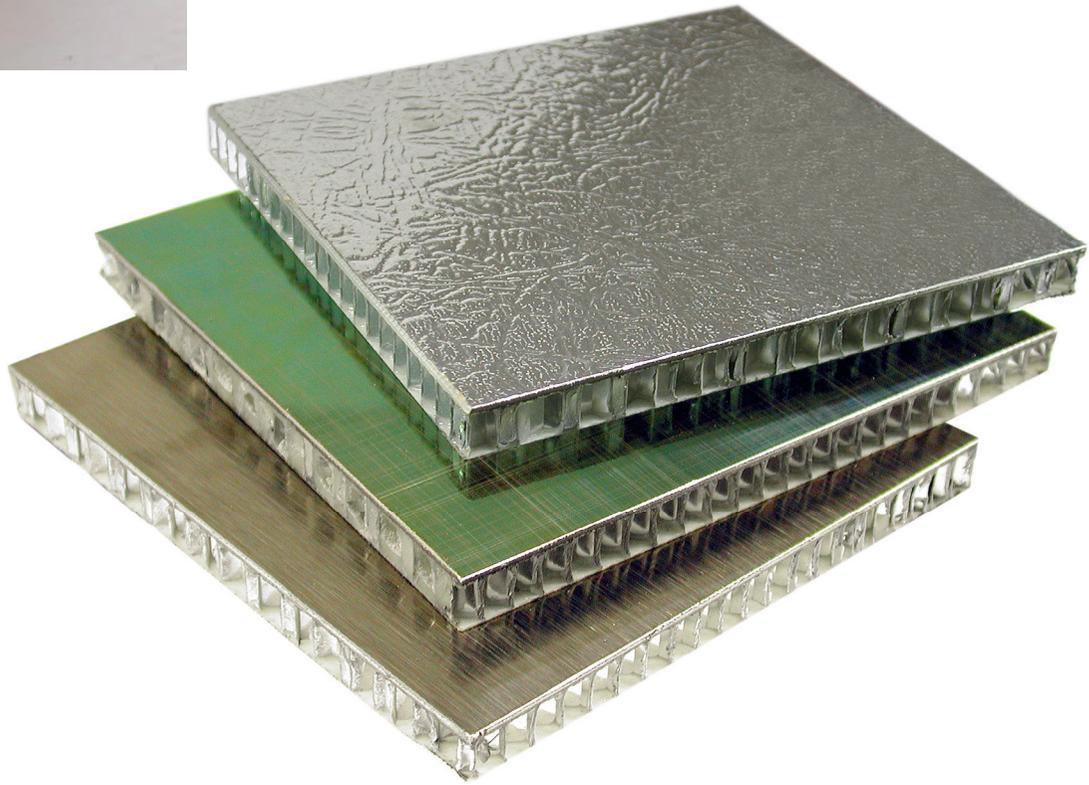
## **Macchine per la realizzazione di pannelli truciolari**

- **Il materiale legnoso dopo esser stato scelto e separato da corpi estranei, viene macinato e ridotto in “chips” di opportuna dimensione, che vengono essiccati mediante l’utilizzo di un tamburo rotante.**
- **Il materiale vien trasportato all’interno del tamburo da un flusso di aria calda che trasferisce quindi calore principalmente per convezione.**
- **Allo scarico del tamburo una camera di decantazione, opportunamente dimensionata, consente la separazione della frazione “grossa” del materiale essiccato che viene ulteriormente macinato**
- **Il materiale essiccato “fine”, invece, viene separato da una batteria di cicloni e resinato**
- **Dopo la resinatura il materiale viene quindi distribuito dalle formatrici per realizzare il “cuore” del pannello, che successivamente sarà sottoposto a pressatura a caldo e quindi a finitura tramite rifilatura dei bordi, levigatura e taglio a misura.**



LIUC - UNIVERSITA' CARLO CATTANEO





LIUC - UNIVERSITA' CARLO CATTANEO







## **La lavorazione del cartone**

## **Cartone ondulato**

- **Quando lo spessore diventa importante la carta non può più essere utilizzata a foglio singolo e il suo posto viene preso dal cartone ondulati**
- **Le sue caratteristiche sono legate alle caratteristiche delle carte che lo compongono:**
  - **Carte da copertina**
  - **Carte per ondulazione**
- **Ne esistono diversi tipi e si differenziano principalmente per:**
  - **Percentuale fibra vergine/da macero**
  - **Grammatura**
  - **Resistenza meccanica**

## Tipologia di carte

- **Diverse carte da copertina e per ondulato insieme con le varie altezze di onde (da 1 a 7 mm), danno origine ad un numero elevato di cartoni.**
  - Carta da copertina: Kraft, Liner, Test, Camoscio, ...
  - Carta per ondulato: Semichimica, Medium, Fluting, ...
- **Con il tempo si sono affermate quelle combinazioni che meglio risolvono i problemi di contenimento e movimentazione delle merci:**
  - Onda semplice
  - Doppia onda
  - Tripla onda

## **Caratteristiche del cartone ondulato**

- **Grammatura**
- **Spessore**
- **Resistenza alla compressione (del singolo cartone della scatola intera formata)**
- **Resistenza allo scoppio/perforazione**
- **Assorbimento di acqua**
- **Permeabilità all'aria**
- **Collanti ecologici (amido di mais o fecola)**
- **Assenza di carta da macero (per usi alimentari)**

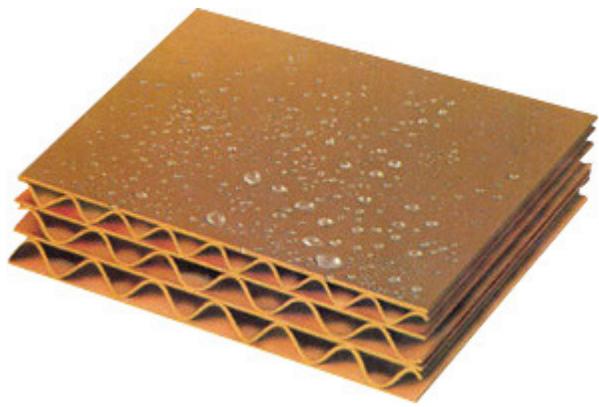
## Macchine per la lavorazione del cartone

- **Fustellatrici e cordonatrici**
- **Centri di lavoro integrati**
- **Centri per la stampa:**
  - **Flessografia rotativa**
  - **Flessografia a foglio**
  - **Prestampa Flexo**
  - **Serigrafia**
  - **Litografia**
  - **Stampa offset**
  - **Digitale**
  - **.....**

# LIUC - UNIVERSITA' CARLO CATTANEO

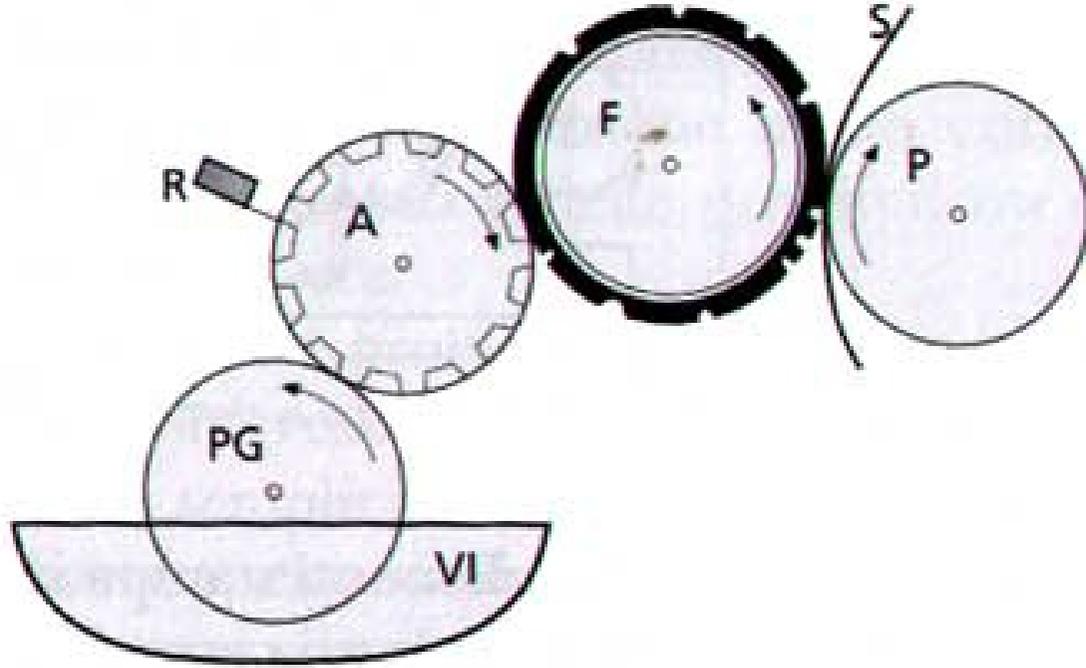


LIUC - UNIVERSITA' CARLO CATTANEO



LIUC - UNIVERSITA' CARLO CATTANEO





LIUC - UNIVERSITA' CARLO CATTANEO



LIUC - UNIVERSITA' CARLO CATTANEO

