



SCUOLA DI ATENEO

**ARCHITETTURA E DESIGN “EDUARDO VITTORIA”
UNIVERSITA’ DI CAMERINO**

Corso di Laurea in Disegno Industriale e Ambientale (CL. 42)

**PANNELLO IN LEGNO TRUCIOLARE:
EVOLUZIONE E PROSPETTIVE DI SVILUPPO MATERICO**

Tesi di Laurea

Studente:

Luigi Maiorino

Relatore:

Prof. Carlo Santulli

Correlatore:

Prof. Andrea Lupacchini

Pannello in Legno Truciolare - INTRODUZIONE (limiti...)

REALIZZAZIONI

CUCINE

CAMERE E
CAMERETTE

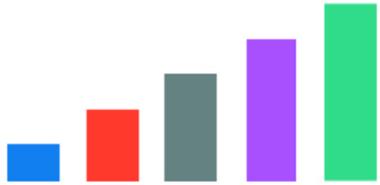
LIBRERIE...

SALUTE

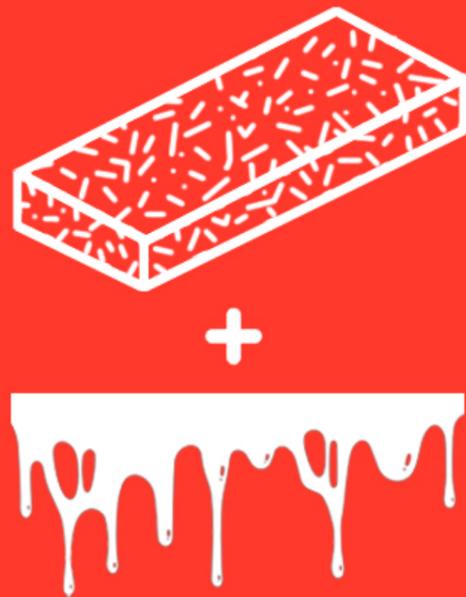
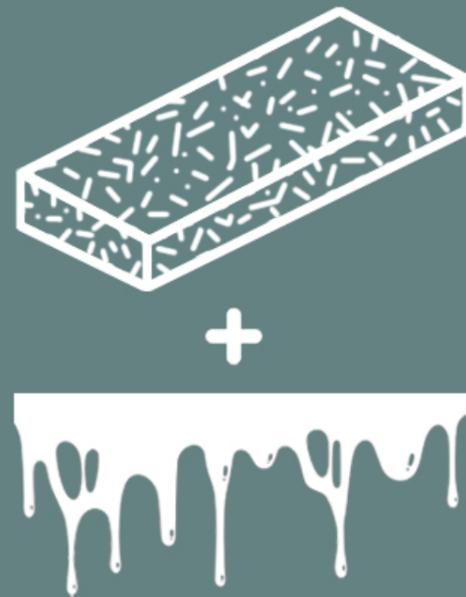
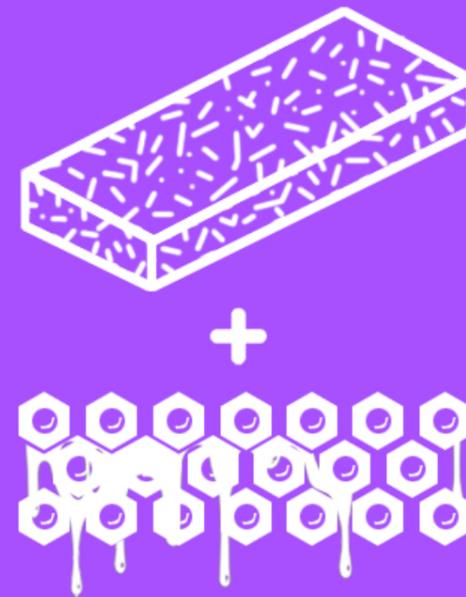
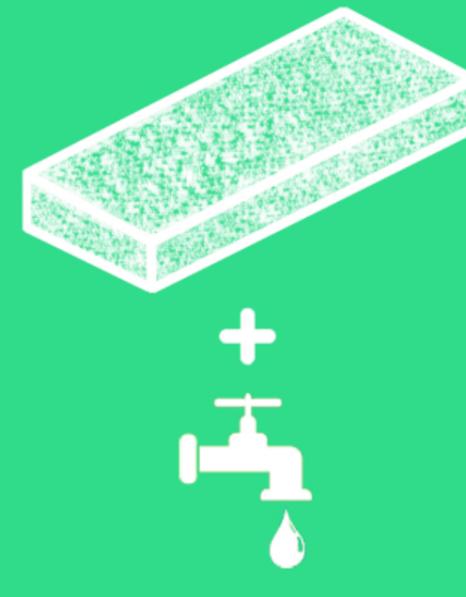


IMPATTO AMBIENTALE





materica

				
<p>Pannello in legno truciolare grezzo e resina (UF, MF, PF)</p>	<p>Pannello in legno truciolare grezzo e resina (PMDI)</p>	<p>Pannello in legno di canapa e resina (PMDI)</p>	<p>Pannello in legno di canapa e pappa reale</p>	<p>Pannello in cellulosa e acqua</p>
<ul style="list-style-type: none"> • leggerezza; • basso costo. 	<ul style="list-style-type: none"> • leggerezza; • basso costo; • zero emissioni di formaldeide post produzione. 	<ul style="list-style-type: none"> • leggerezza; • costo + basso; • zero emissioni di formaldeide post produzione; • basso impatto ambientale. 	<ul style="list-style-type: none"> • leggerezza; • zero emissioni di formaldeide pre e post produzione; • basso impatto ambientale. 	<ul style="list-style-type: none"> • leggerezza; • zero emissioni di formaldeide pre e post produzione; • basso impatto ambientale; • infinite realizzazioni.
<ul style="list-style-type: none"> • limiti di realizzazioni; emissioni di formaldeide pre e post produzione; • impatto ambientale basso ma non troppo. 	<ul style="list-style-type: none"> • limiti di realizzazioni; impatto ambientale basso ma non troppo. 	<ul style="list-style-type: none"> • limiti di realizzazioni. 	<ul style="list-style-type: none"> • meno limiti di realizzazioni; • costo molto alto. 	

1 Pannello in Legno Truciolare Grezzo + Resina (UF, MF, PF)

DEFINIZIONE



UNI EN 309 - 2005 (ex EN 309)

- pannello composto da particelle di legno (trucioli, segheria, derivanti dalla prima lavorazione) e/o altri elementi ligneo-cellulosici (capecchio di lino, canapa, frammenti di bagassa, paglia e simili);
- particelle di varia dimensione e densità;
- particelle che vengono miscelate con materiali leganti resine polimeriche, in particolare:
 - ureiche (UF);
 - melaminiche (MF);
 - fenoliche (PF);
 - poliuretaniche (PMDI).
- il tutto pressato per produrre pannelli.

PANNELLO GENERICO

- cippato: 83% - 88%
- resina a base di formaldeide: 6% - 8%
- resina a base poliuretaniche: 1% - 2%
- acqua: 5% - 7%
- granuli di paraffina e altro: 1% - 2%

FATTORI di CLASSIFICAZIONE



**ABETE
BIANCO**



**ABETE
ROSSO**



PINO



PIOPPO



S < 0,7 mm



S: 8 ÷ 40 mm



D: 450 ÷ 800 Kg/m³

**RESINE
UF - MF - PF - PMDI**

RESINE

DEFINIZIONE GENERICA

- prodotto organico;
- solido o semi-solido;
- di origine naturale o sintetica;
- senza un preciso punto di fusione;
- d'alto peso molecolare;
- molte resine sono polimeri;
- trovano molte applicazioni.

CLASSIFICAZIONE

- resine termoplastiche;
- **resine termoindurenti.**

RESINE TERMOINDURENTI

- ureiche (UF);
- melaminiche (MF);
- fenoliche (PF);
- poliuretaniche (PMDI).

LIMITI GENERICI

- instabilità dimensionale;
- utilizzabilità in un intervallo ristretto di temperatura;
- fragilità;
- infiammabilità.

PREGI GENERICI

- ottima processabilità;
- resistenza agli agenti chimici;
- resistenza alla corrosione;
- leggerezza;
- disponibilità come materiale trasparente;
- traslucido o opaco;
- competitività economica.

1 Pannello in Legno Truciolare Grezzo + Resina (UF, MF, PF)



RESINA UREICA (UF)

- resina polimerica;
- resina termoindurente;
- urea + formaldeide;
- alta reattività;

- emette formaldeide;
- proprietà meccaniche generalmente migliori delle fenoliche;

- poco costose;
- bassissima resistenza all'umidità;
- bassissima resistenza al calore;
- temperatura di utilizzo fino a 77 °C;

- trasparenti e non colorate;
- 3/4 utilizzate nell'operazione di impialacciatura, laminati plastici e produzione di pannelli in truciolare;

- utilizzate in Italia.

RESINA MELAMINICA (MF)

- resina polimerica;
- resina termoindurente;
- melamina + formaldeide;
- maggiore reattività, induriscono anche a freddo;
- emissioni di formaldeide + basse;
- proprietà meccaniche generalmente migliori delle ureiche e delle fenoliche;

- + costose;
- bassissima resistenza all'umidità;
- bassissima resistenza al calore;
- temperatura di utilizzo fino a 120 °C;

- trasparenti e non colorate;
- 3/4 utilizzate nell'operazione di impialacciatura, laminati plastici e produzione di pannelli in truciolare;

- utilizzate in Italia.

RESINA FENOLICA (PF)

- resina polimerica;
- resina termoindurente;
- fenolo + formaldeide;
- alta reattività;

- emette formaldeide;
- proprietà meccaniche generalmente peggiori;

- poco costose;
- alta resistenza all'umidità;
- bassa resistenza al calore;
- temperatura di utilizzo fino a 150/177 °C;

- scure;
- 50% utilizzate nel campo degli adesivi termoformanti per compensato;

- non utilizzate in Italia.

RESINA MUF

- resina polimerica;
- resina termoindurente;
- melamina + urea + formaldeide;
- aumento della resistenza all'umidità;
- emette formaldeide;
- buona qualità/prezzo;
- buon compromesso.

1 Pannello in Legno Truciolare Grezzo + Resina (UF, MF, PF)



PROCESSO PRODUTTIVO - RICICLAGGIO

RECUPERO

LEGENDA

1



8



9



2



7



10



3



6



11



4



5



12



1 - AZIENDA PRODUTTIVA

2 - TRITURAZIONE

3 - ESSICCAZIONE

4 - VAGLIATURA

5 - RESINIFICAZIONE

6 PRESSATURA

7 - SQUADRATURA

8 - IMBALLAGGIO

9 - RECUPERO

10 - STOCCAGGIO

11 - TRATTAMENTO DI TRITURAZIONE

12 - TRASPORTO VERSO AZIENDA DI RICICLAGGIO

1 - AZIENDA PRODUTTIVA

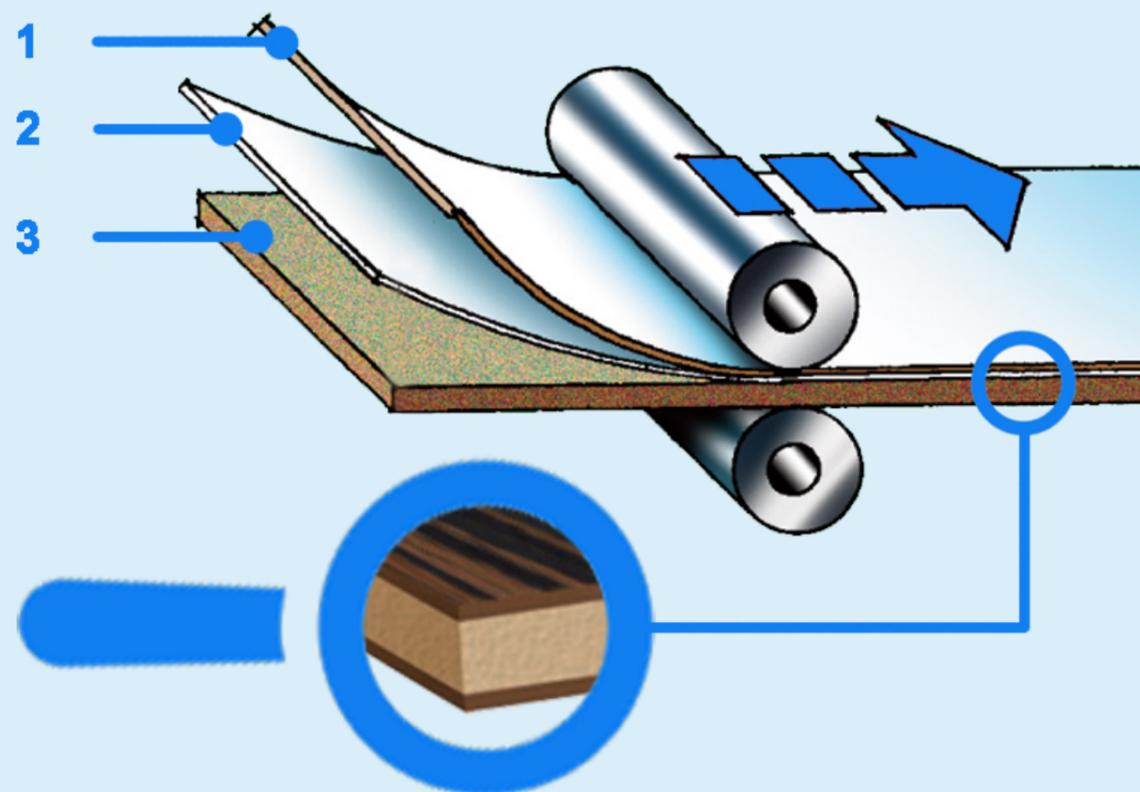
1 Pannello in Legno Truciolare Grezzo + Resina (UF, MF, PF)

TIPOLOGIE di PANNELLI GREZZI (S: 18 mm)

TEXTURE	NOME	SPESSORE (mm)	DENSITA' (Kg/m ³)	RESISTENZA A TRAZIONE (N/mm ²)	RESISTENZA A FLESSIONE (N/mm ²)	MODULO DI YOUNG (N/mm ²)	EMISSIONE DI FORMALDEIDE (ppm)	PREZZO (€/m ²)
	GREZZO STANDARD E1	6 ÷ 50	620 ÷ 700	0,2 ÷ 0,4	7,5 ÷ 13	1050 ÷ 1800	≤ 0,1	3,50 (194,19 €/m ³)
	GREZZO F****	8 ÷ 40	670 ÷ 730	≥ 0,35	12	1050 ÷ 1800	≤ 0,0349	+ 0,47
	GREZZO LEB	8 ÷ 40	670 ÷ 730	≥ 0,35	12	1050 ÷ 1800	≤ 0,0244	/
	GREZZO LIGHT (-20%)	30 ÷ 50	500 ÷ 520	0,2	7 ÷ 8,5	1050 ÷ 1200	E1 F**** LEB	E1= + 0,72
	GREZZO IDRO-REPELLENTE	8 ÷ 50	620 ÷ 710	0,25 ÷ 0,45	7,5 ÷ 15	1350 ÷ 2050	E1 F**** LEB	E1 (S: 40 ÷ 50) +0,94
	GREZZO IGNIFUGO	10 - 18 - 25 - 28	700 ÷ 770	0,25 ÷ 0,40	10 ÷ 13	1350 ÷ 1800	E1 F**** LEB	+ 3,7

1 Pannello in Legno Truciolare Grezzo + Resina (UF, MF, PF)

PANNELLI IMPIALLACCIATI



- 1 - Rivestimento;
- 2 - Colla;
- 3 - Piallaccio.

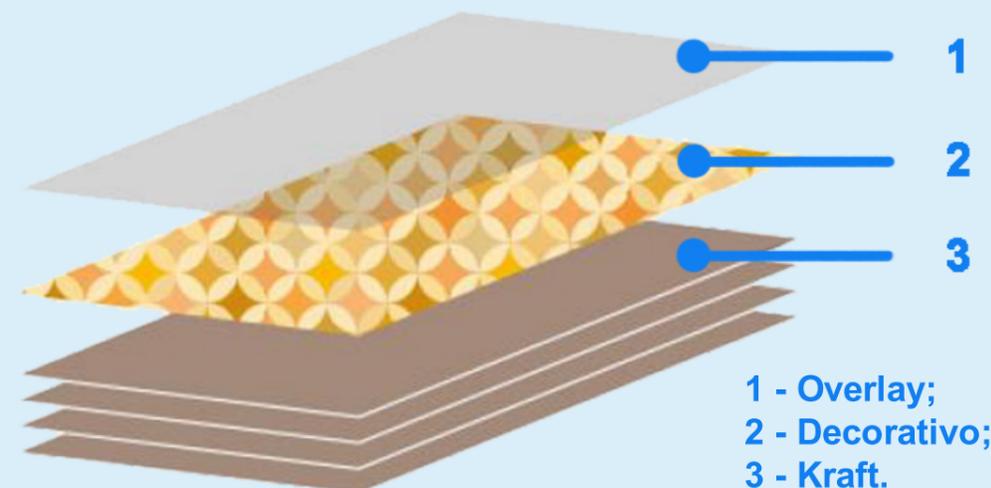
DEFINIZIONE

- procedimento mediante il quale i pannelli grezzi vengono rivestiti con un sottile foglio di legno detto piallaccio.

PIALLACCIO

- detto anche tranciato;
- foglio sottile di legno (circa 0,6 mm);
- legno pregiato (noce, ulivo, mogano, ciliegio etc...);
- ottenuto attraverso tranciatura dei tronchi;
- utilizzato come rivestimento per i vari pannelli legnosi (MDF, truciolare ecc..) detti poi impiallacciati.

PANNELLI NOBILITATI



- 1 - Overlay;
- 2 - Decorativo;
- 3 - Kraft.

DEFINIZIONE

- si chiama laminato;
- è un rivestimento simil-legno;
- è applicato a diversi materiali come L'MDF, il truciolare etc;
- ha uno spessore di 0,6 mm;
- è conosciuto in passato come formica.

ASPETTO ESTETICO

- qualsiasi essenza di legno;
- pietre naturali (es. marmo);
- ceramica;
- acciaio e metalli in genere.

TIPOLOGIE

- in base alla lavorazione che subisce:
 - HPL;
 - CPL.
- in base alle resine di cui sono impregnate:
 - termoplastiche;
 - melaminico;
 - fenoliche.

VANTAGGI

- resistenza nel tempo;
- resistenza agli urti e ai graffi;
- resistenza all'umidità;
- resistenza al vapore;
- resistenza alle macchie;
- resistenza alle infiltrazioni;
- aspetto estetico infinito;
- si sporcano poco;
- facili da pulire e mantenere;
- igienicità;
- antistaticità;
- convenienza economica.

COLORE

- laminato colorato;
- laminato laccato.

SVANTAGGI

- bassa resistenza al calore;
- materiale artificiale.

1 Pannello in Legno Truciolare Grezzo + Resina (UF, MF, PF)

FORMALDEIDE



DEFINIZIONE

- sostanza chimica: CH₂O;
- composto organico;
- altamente reattivo;
- a temperatura ambiente si trova in forma gassosa;
- è + conosciuta come soluzione acquosa;
- il nome deriva dall'acido formico;
- caratteristiche urticanti;
- odore molto pungente.

PERCHE' LA SI UTILIZZA?

- viene utilizzata come ingrediente base per formare le resine (come collante);
- per la produzione di pannelli di truciolare e compensato;
- carte impregnate.

RISCHI PER LA SALUTE

- è fonte di inquinamento fotochimico se:
 - esposto ai raggi ultravioletti;
 - esposto all'alta temperatura;
 - esposto all'umidità dell'ambiente.
- emette radicali liberi.

EFFETTI COLLATERALI

- **< 0,5 ppm:** non si dovrebbero verificare effetti nocivi degni di nota;
- **50 ppm Max:** si verificano importanti fenomeni a carico dell'apparato respiratorio come edema polmonare e polmonite, che possono arrivare a provocare addirittura la morte del soggetto.

COME PREVENIRE I DANNI

- acquistare mobili che indichino la dicitura:
 - FF (Formaldehyde Free);
 - E1 (≤ 0,1 ppm);
 - CARB 2 (≤ 0,09 ppm);
 - F**** (≤ 0,0349 ppm);
 - LEB (≤ 0,0244 ppm).
- arredare la casa con delle piante capaci di assorbirla, eliminandola dall'ambiente. Tra queste:



Lingua di Suocera



Ficus



Dracena

- mantenere gli ambienti ventilati.

NORMATIVE

- 1985 - UE
la classe di emissione E1 (≤ 0,1 ppm) diventa obbligatoria in Austria, Danimarca, Germania, Svezia, e in altri paesi europei;
- 2003 - Giappone
la JIS (Japanese Industrial Standards) emette una nuova classificazione (JIS A -1460) che prevede una classe che va da F* a F****. Oggi i pannelli di truciolato sono prodotti con la classe F**** (≤ 0,0349 ppm);
- 2004 ÷ 2006
la IARC (International Agency for Research on Cancer) ha considerato ufficialmente la formaldeide sostanza cancerogena per l'uomo;
- 2006 - UE
la classe di emissione E1 diventa obbligatoria per tutti i membri della Federazione Europea che producono pannelli di legno;
- 2008 - Italia
D.M. 10.12.2008 art. 2, la classificazione E1 diventa in obbligatoria in Italia;
- 2016 - UE
secondo il REGOLAMENTO (UE) N. 605/2014 DELLA COMMISSIONE del 5 giugno 2014, la formaldeide è "considerata cancerogena" e non "sospetta cancerogena".

1 Pannello in Legno Truciolare Grezzo + Resina (UF, MF, PF)

IMPATTO AMBIENTALE

PRIMI PASSI

1 - Consente un uso esteso di residui e scarti forestali, che rimarrebbero diversamente inutilizzati.

2 - Consente il recupero di materiale di scarto:
- pallet;
- vecchi pannelli;
- mobili.

PROBLEMI

BISOGNA CONSIDERARE ANCHE L'IMPATTO AMBIENTALE DEL RELATIVO PROCESSO INDUSTRIALE NECESSARIO ALLA PRODUZIONE DEL PANNELLO.

1 - Si devono smaltire enormi quantità di pannelli in truciolare perchè non possono essere riciclati come legno.

2 - Il processo produttivo è caratterizzato dall'emissione di alcune sostanze cancerogene:
- polveri di legno;
- formaldeide;
impattanti a livello ambientale e pericolose per la salute dei lavoratori.

SOLUZIONI

IN UN'OTTICA TESA A RIDURRE QUANTO + POSSIBILE LE EMISSIONI E IL LORO IMPATTO SULLA MATRICE ATMOSFERICA, GLI INTERVENTI + EFFICACI SONO SENZA DUBBIO QUELLI PRIMARI.

RIDURRE L'USO DELLE SOSTANZE + PERICOLOSE E/O VOLATILI.

1 - Introdurre materie prime a minor impatto.

2 - Intervento impiantistico.

Progettazione dell'impiantistica + attenta ai problemi:
- allo stoccaggio e alla manutenzione delle sostanze coinvolte nei processi produttivi;
- alla gestione delle fasi produttive e alle modalità di captazione dei sistemi di aspirazione.

NON BASTA

2 Pannello in Legno Truciolare Grezzo + Resina (PMDI)

RESINA POLIURETANICA (PMDI)

- resina polimerica;
- resina termoindurente;
- poliolo + isocianato;
- ottima resistenza alle sollecitazioni meccaniche;
- trattata con prodotti ignifughi, ha elevata resistenza alla fiamma;
- trasparente e inodore;
- zero emissioni di formaldeide;
- costo elevato rispetto le resine trattate ma ne basta meno.

RESINE	DENSITA' (g/cm ³)	RESISTENZA A TRAZIONE (N/mm ²)	RIGIDITA' DIELETTRICA (KV/m)	MAX TEMPERATURA DI UTILIZZO (°C)	PREZZO (€/Kg)
FENOLICHE	1,34 ÷ 1,45	34 ÷ 62	10,25 ÷ 15,75	150 ÷ 170	/
MELAMINICHE	1,45 ÷ 1,52	34 ÷ 62	13,80 ÷ 15,75	120	/
UREICHE	1,47 ÷ 1,52	38 ÷ 90	11,80 ÷ 15,75	77	0,40
POLIURETANICHE	1,03 ÷ 1,50	1 ÷ 69	11,81 ÷ 19,68	/	3,50

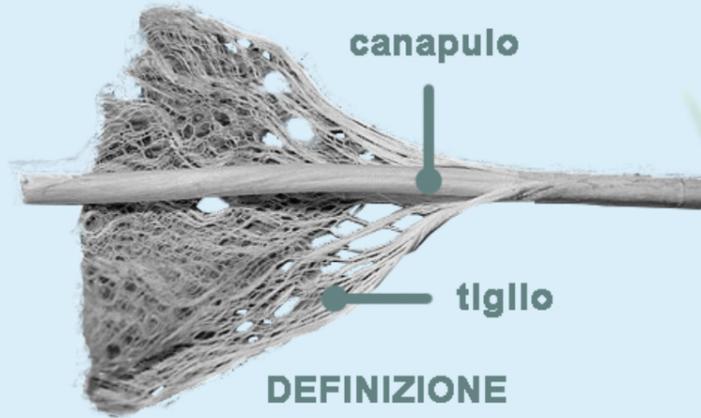
N.B.

- 7% PMDI / 100 Kg di Materiale = 24,5 €
- 15% UF / 100 Kg di Materiale = 6 €

3 Pannello in Legno di Canapa + Resina (PMDI)



CANAPA



DEFINIZIONE

- pianta dal fusto alto e sottile;
- appartenente alla famiglia delle Cannabinacee;
- pianta annuale;
- 2 specie importanti:
 - **Cannabis Sativa**;
 - Cannabis Indica.

PANNELLI PER MOBILI

- + robusti;
- + flessibili;
- molto + leggeri.

PERCHE' NON COLTIVARLA?

- essenzialmente perchè da troppo tempo si è smessi di coltivarla.

FATTORI PER IL RILANCIO

- consideramenti ambientali;
- c'è tutto un mondo dell'economia che si sta spostando verso una produzione basata su materie prime naturali e riciclabili, sostituti del petrolio e dei suoi derivati;
- oltre a tutti i vantaggi.

DESCRIZIONE e VANTAGGI

- produzione svariata:
 - tisane;
 - olio,;
 - farina;
 - corde;
 - teli;
 - pasta di cellulosa;
 - pannelli isolanti;
 - **pannelli per mobili**;
 - etc..
- h: 3 ÷ 5 mt;
- scopi della coltivazione:
 - **per la fibra tessile**;
 - per i semi.
- dalla fibra tessile si ricava:
 - 20% fibra tessile;
 - 10% stoppa;
 - 70% legno o canapulo.
- è una delle piante + produttive in massa vegetale di tutta la zona temperata;
- una coltivazione della durata di 3 mesi e mezzo, produce una biomassa 4 volte superiore di quella prodotta dalla stessa superficie di bosco in 1 anno;
- è relativamente facile da coltivare organicamente senza erbicidi o pesticidi;
- coltura sostenibile;
- assorbe 4 volte in + di CO₂ degli alberi.

DATI

2016

- la Francia è tornata già a coltivare 15mila ettari di canapa;
- la Germania sta puntando su nuove tecnologie di meccanizzazione ad hoc;
- il Canada sta sfidando la supremazia cinese con 100mila ettari di canapicoltura e investimenti all'avanguardia per tecnologie industriali: è iniziata un anno fa la costruzione a Winnipeg del più grosso impianto al mondo di trasformazione dei semi (14 milioni di dollari di investimento, di cui 4 dal Governo Federale);
- in Italia 2 anni fa è stato inaugurato il secondo piccolo impianto di trasformazione della fibra di canapa a Crispiano (Taranto), dopo quello di Carmagnola (Torino);
- un ettaro di canapa industriale costa 6-700 euro e ne rende almeno il doppio (anche tre volte tanto per attività familiari);
- coltura tornata in voga al punto da meritarsi l'appellativo di "oro verde", (non come droga) ma come materia prima del futuro per la sua sostenibilità, redditività e versatilità.

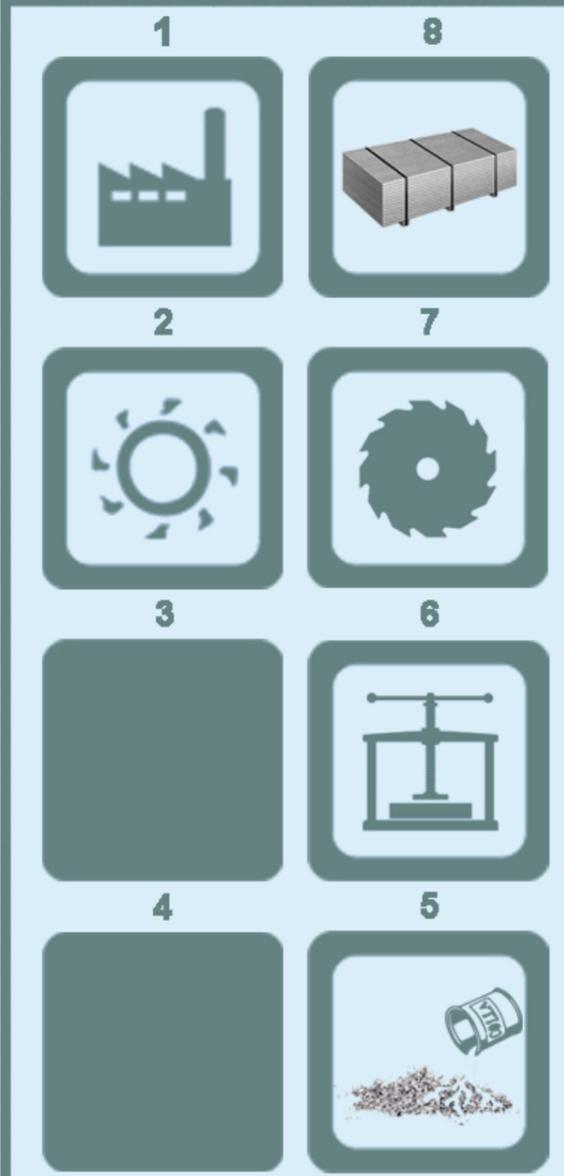
3 Pannello in Legno di Canapa + Resina (PMDI)

PROGETTO SPERIMENTALE

INTRODUZIONE

- azienda scelta: Invernizzi S.p.A (CR);
- azienda produttrice di pannelli di legno truciolare di pioppo;
- materiali per la sperimentazione: trucioli di canapulo e resina PMDI.

PROCESSO PRODUTTIVO

PANNELLO SPERIMENTALE	LEGENDA	PROBLEMI E SOLUZIONI DELLA SPERIMENTAZIONE	CONCLUSIONI
	<p>1 Azienda Produttiva</p> <p>2 Triturazione</p> <p>3 Essiccazione</p> <p>4 Vagliatura</p> <p>5 Resinificazione</p> <p>6 Pressatura</p> <p>7 Squadatura</p> <p>8 Imballaggio</p>	<p>PROBLEMI</p> <p>1: la raffinazione del canapulo, porta ad un uso superiore di collante costoso e a densità dei pannelli non inferiori a 350 Kg/m³;</p> <p>2: spreco di energia produttiva;</p> <p>3: distaccamento del pannello stesso in 2 parti lungo la parete mediana del suo spessore (20mm);</p> <p>SOLUZIONI</p> <p>1: eliminandola si riduce il legante dal 7% al 5% e si ottiene un pannello di 220 Kg/m³ con elevate caratteristiche meccaniche;</p> <p>2: eliminare l'operazione di: - essiccazione; - vagliatura.</p> <p>3: aumento del tempo di pressatura di circa 50/60 sec.</p>	<ul style="list-style-type: none">• il pannello da 220 Kg/m³, sostituisce il pannello tradizionale da 700 Kg/m³ (derivante da alberi di latifoglie) per leggerezza e prezzo;• costi:<ul style="list-style-type: none">1: PMDI da 7% a 5% PMDI = 24,50 €/100Kg_{mat.} PMDI = 17,50 €/100Kg_{mat.} UF = 6 €/100kg_{mat.}2: pannello 220 Kg/m³:<ul style="list-style-type: none">- canapulo 209 Kg- 200 €/ton = 41,80 €- PMDI 11 Kg- 3,5 €/Kg = 38,50€- idrorepellente 11 Kg;- 0,90 €/Kg = 9,90 €- costi fissi da definire;- 60 €<p style="text-align: right;">TOT. 150,20 €/m³ 2,70 €/m²</p>

4 Pannello in Legno di Canapa + Legante in Pappa Reale



PROGETTO CANAPAlithos

PREGI

- resistente al fuoco;
- resistente all'acqua;
- ecocompatibile;
- atossico, priva di formaldeide;
- prodotto da risorse rinnovabili;
- svincolato dalla filiera del petrolio;
- lavorabile con utensili per legno.

LIMITI

- costo elevatissimo.



PAPPA REALE



DEFINIZIONE E DESCRIZIONE

- nuova tipologia di legante;
- realmente naturale;
- abbondante come risorsa sulla terra e in parte rinnovabile;
- composto da una parte vegetale e una parte minerale,
- combinate con adeguata aggiunta di acqua;
- sviluppata e brevettata.

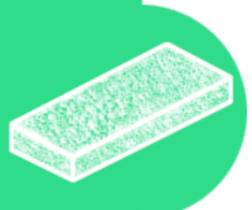
CANAPAlithos vs TRUCIOLARE TRADIZIONALE

MATERIALE	DENSITA' (Kg/m ³)	RESISTENZA A FLESSIONE (N/mm ²)	PREZZO (€/m ²)
TRUCIOLARE GREZZO	700	7,5 ÷ 13	3,50
CANAPAlithos	700	4,22	27
CANAPAlithos	1000	10,4	41

PREGI

- nessun problema di smaltimento;
- gli scarti di produzione e i pannelli dismessi vengono rimacinati e reintrodotti come inerti nel processo produttivo;
- completamente svincolato dalla filiera del petrolio;
- completamente atossico;
- privo di formaldeide libera;
- in grado di conglomerare con svariate tipologie di materiali:
 - biomasse vegetali (canapulo di canapa e di lino, bamboo, ecc);
 - inerti e/o scarti di produzione (scarto ceramico, quarzo, ecc).

5 Pannello di Cellulosa + H₂O



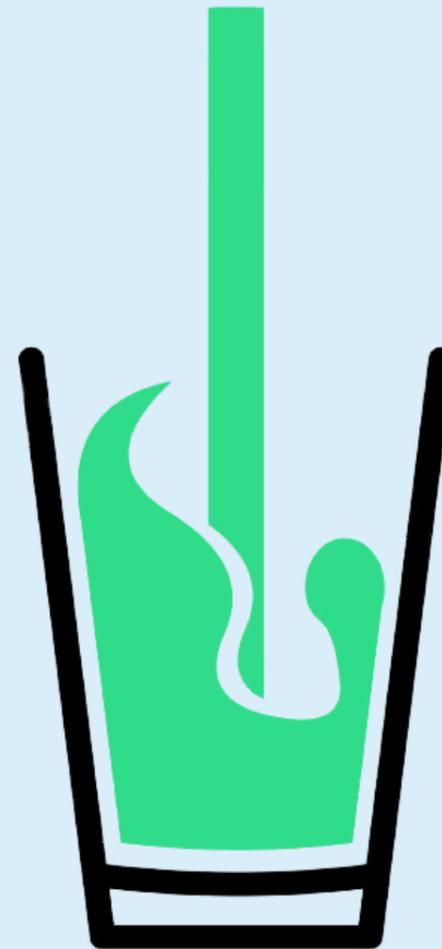
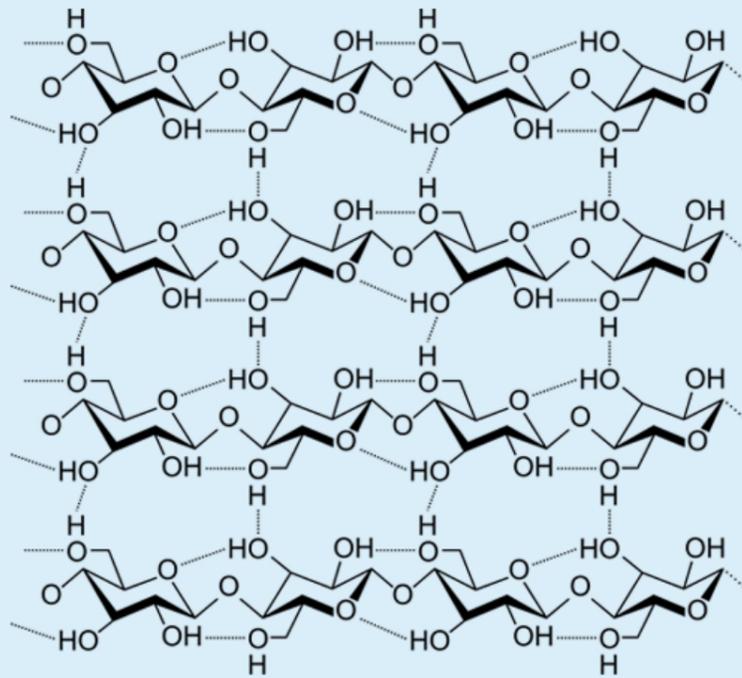
CELLULOSA



ACQUA



ZEOFORM



H₂O



5 Pannello di Cellulosa + H₂O

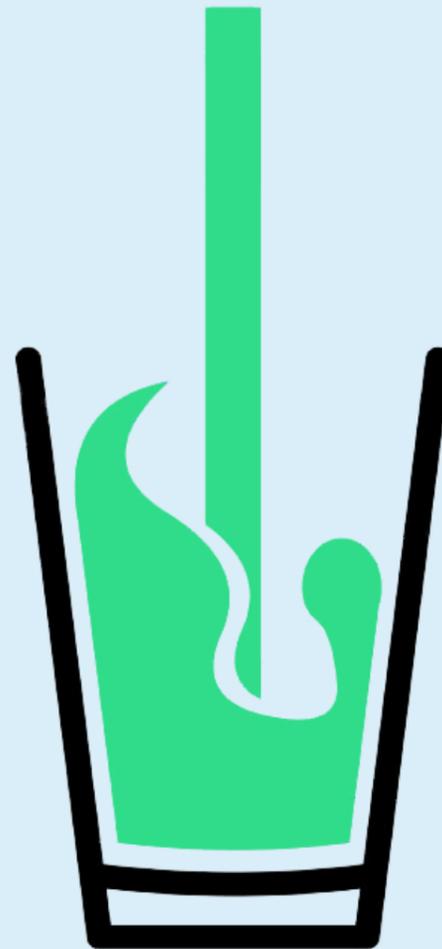
CELLULOSA ESTRATTA
DA:



ACQUA

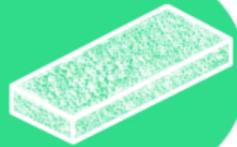


ZEOFORM

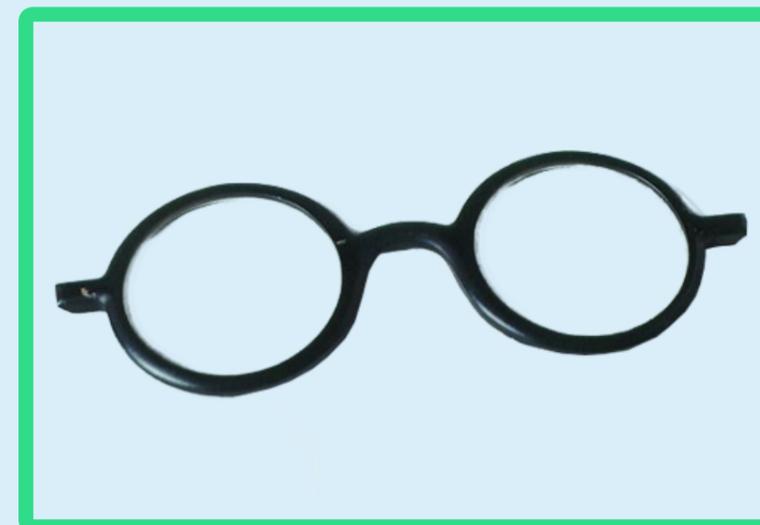
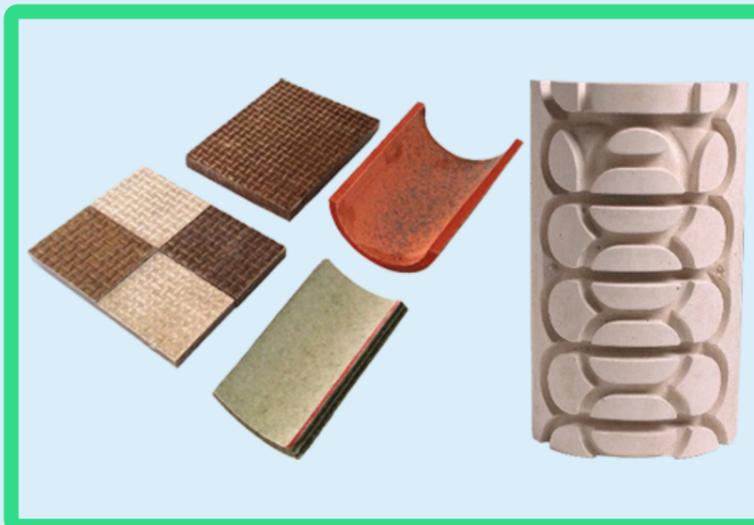


H₂O

 zeoform™

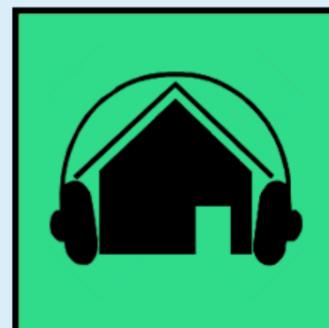
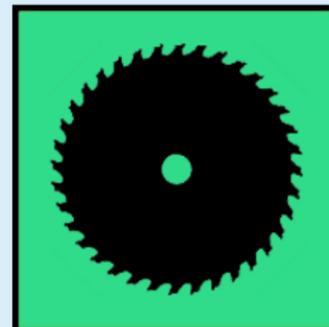
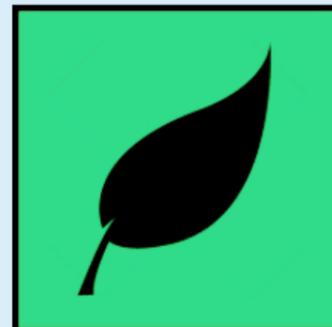
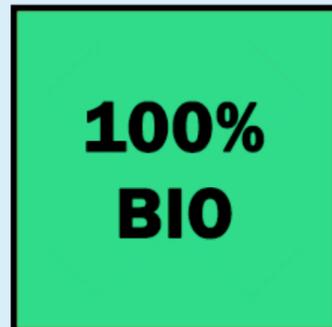
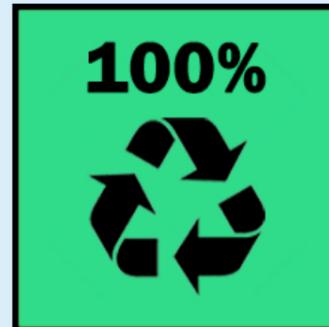
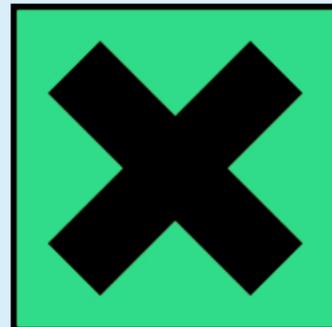


PRODOTTI ZEOFORM



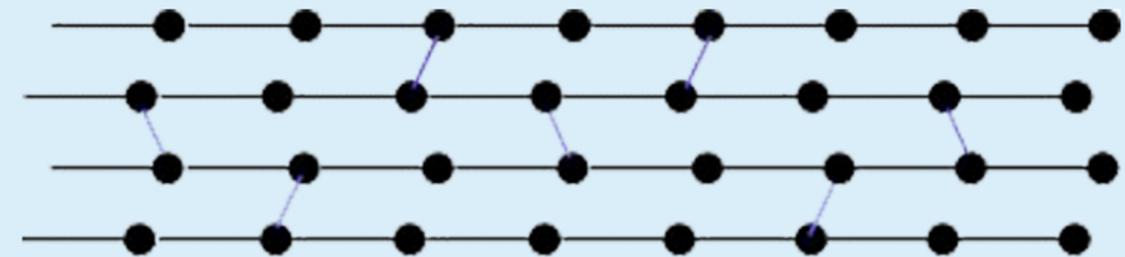
5 Pannello di Cellulosa + H₂O

VANTAGGI

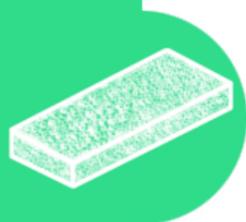


DEFINIZIONE di CELLULOSA

- composto organico + diffuso sulla terra, con 1/3 di tutta la materia vegetale contenente cellulosa:
 - cotone 90%;
 - canapa 75%;
 - legno 40% ÷ 45%.
- formula chimica bruta: $(C_6H_{10}O_5)_n$;
- insolubile nell'acqua e nei comuni solventi organici;
- le catene sono disposte parallelamente le une alle altre e si legano fra loro per mezzo di legami ad idrogeno molto forti, formando fibrille, catene molto lunghe, difficili da dissolvere;



- queste fibrille localmente sono molto ordinate al punto da raggiungere una struttura cristallina.



5 Pannello di Cellulosa + H₂O



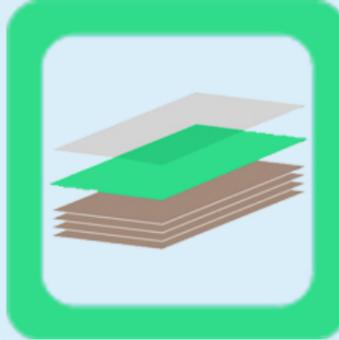
PROCESSO PRODUTTIVO

LEGENDA

1



8



2



7



3



6



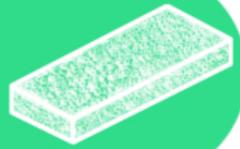
4



5



- **1 - PANNELLI DI MATERIA PRIMA GIÀ LAVORATA;**
- **2 - MISCELAZIONE:** un apposito macchinario miscela acqua e cellulosa;
- **3 - RAFFINAZIONE:** la soluzione viene raffinata per oltre 3/4 ore, passando attraverso una serie di lame, subendo un processo di macinazione, a + cicli fino a raggiungere il grado di finitura desiderato. Tale operazione produce l'effetto di s''fibrillatura'';
- **4 - COLORANTI:**
 - pigmenti naturali;
 - coloranti di origine vegetale;
 - colori minerali.
- **5 - STAMPAGGIO:**
 - manuale;
 - a compressione;
 - a spruzzo.
- **6 - ESSICCAZIONE:** è la fase in cui tramite evaporazione acqua (80°C) avviene l'indurimento del materiale, con un processo chiamato hydroxyl bonding;
- **7 - FINITURA:** una volta asciugato e solido è estremamente versatile e si presta ad essere lavorato con una vasta gamma di strumenti standard per finiture: torni, frese, sabbiatrici, laser, ecc;
- **8 - RIVESTIMENTO:** può essere naturale o sintetico.



Grazie a tutti per l'attenzione.