

Liquid wood

*Un estratto del lavoro di ricerca finale del **Corso di Nanotecnologie e materiali funzionali per il design - Politecnico di Milano**. Di Sabina Veronica Fontanarosa, Silvia Maria Gualini, Elena Ghittori, Anna De Mezzo*

Tipologie di legno liquido

La **Tecnaro GmbH**, azienda che detiene il brevetto del legno liquido, ne propone diverse tipologie, ottenute miscelando le componenti di cui è composto il materiale in diverse percentuali:

Arboblend V2®

L'Arboblend V2® è costituito quasi esclusivamente da **lignina** (99%) e da alcuni **additivi naturali**. Questo blend è quello più simile ad un polimero classico (PA o PE), perchè appare **liscio, compatto e di colore bianco candido**. Proprio per tale motivo le prime applicazioni che vengono in mente sono quelle sostitutive ai polimeri tradizionali, anche grazie alla sua **facile stampabilità** dovuta alla bassa temperatura di fusione della lignina, con il vantaggio di avere un materiale interamente ottenuto da fonti rinnovabili e facilmente riciclabile.

Arboform LV3®

Questa versione di legno liquido è costituita da una **matrice di lignina** (60%) arricchita con una buona percentuale di **fibre di cellulosa** (40%). La cellulosa, oltre a migliorarne le proprietà meccaniche, conferisce ad Arboform LV3® un colore **marrone chiaro e una superficie leggermente ruvida**, caratteristiche che fanno apparire questo blend più simile a un materiale naturale.

Arboform F40®

Questo terzo campione di materiale contiene una quantità di cellulosa maggiore (60%) rispetto ai due già descritti; si può immaginare dunque che **sia quello che più si differenzia da una plastica e più richiama l'idea del legno**, sia per quanto riguarda il colore scuro, che per l'odore.

Arbofill

L'Arbofill è l'ultimo materiale proposto da Tecnaro, che però è composto da **polimeri petrolchimici miscelati a fibre naturali**. Questo prodotto è **totalmente riciclabile** e ha l'aspetto di un legno chiaro. Tuttavia non riteniamo che possa appartenere alla categoria dei legni liquidi, in quanto si discosta dalle definizioni sopra approfondite di **biobased polymer** derivante da sostanze naturali.

Fasal Wood

Il **Fasal** è un materiale simile al legno liquido della Tecnar, sviluppato da una società austriaca. Si tratta di un materiale 100% biobased e 100% biodegradabile, che può essere processato, con i dovuti accorgimenti, con le macchine per l'iniezione dei polimeri. A differenza dell' Arboform però, il Fasal è una sorta di **materiale di riciclo**, che, invece di utilizzare lignina e cellulosa pure, usa scarti di legno.

"Sul legno liquido"

Il legno liquido, pur esistendo ormai da più di 20 anni, è ancora un **materiale poco conosciuto**, di cui non c'è una definizione univoca, soprattutto riferita al suo appellativo di "Legno Liquido".

Dal nostro studio su questo materiale è emersa una doppia lettura della denominazione di legno liquido, da una parte **un'interpretazione che si attiene alla composizione e alle proprietà** fin ora illustrate, ma in questo caso la variante Arbofill, come abbiamo accennato, non ne fa parte. Altrimenti si può intendere la definizione come comprendente anche quei **polimeri petrolchimici ma biodegradabili** che sono **additivati con fibre e legno**. In quest'ultimo caso però è evidente come ci si distanzia troppo dall'idea di legno intrinseca nella definizione ed avrebbe forse più senso ampliare l'appartenenza alla categoria di legno liquido al Fasal, molto più simile all'Arboblend e all'Arboform di quanto non sia l'Arbofill.

Caratteristiche Tecniche

Abbiamo visto nella classificazione del legno liquido nel mondo dei materiali, come questo si posiziona fra il legno, i materiali compositi e i biopolimeri. Vediamo adesso a confronto, le caratteristiche tecniche di questi materiali, così da poter avere un quadro di riferimento più specifico, utile in fase di progettazione.

Densità

La densità dell'Arboform è di 1,25-1,4 g/cm³. Dal confronto con gli altri materiali emerge che un oggetto in legno liquido **può pesare circa il doppio** dello stesso realizzato in legno naturale comune; mentre risulta **più leggero del polimero composito rinforzato con fibre di vetro**. Dunque è possibile immaginare il peso di un prodotto in legno liquido molto vicino allo stesso prodotto (a parità di volume) realizzato con un polimero.

Costo

Il **legno comune e i polimeri** hanno costi molto ridotti e da questo punto di vista risultano ancora vincenti rispetto al legno liquido. Quest'ultimo, nonostante abbia un costo elevato dovuto alla difficoltà di estrazione della lignina (2,5-6,00 €/Kg), si dimostra concorrenziale con gli altri biopolimeri (si veda il PHA/PHB) e i materiali

compositi (GFRP). Il loro scarso impiego li rende materiali ancora decisamente costosi, il che va in contraddizione con la necessità di cominciare ad impiegare tali materiali in tutti i settori.

Rigidità

Il legno comune presenta **due range di valori**. Ciò accade in quanto il legno naturale è un **materiale anisotropo**, ovvero le sue caratteristiche variano in relazione alla **direzione delle fibre** che si sta considerando. Nel legno liquido tale problema non si pone, perché si tratta di un **materiale isotropo**: il suo modulo di Young, seppur di un gradino inferiore a quello del legno comune, rimane inalterato in qualsiasi direzione. La sua rigidità oscilla tra i 2 e i 6 GPa.

Resistenza

Il legno liquido (20-60 MPa) mostra un **discreto limite elastico**, in linea con i **valori della maggioranza di polimeri e biopolimeri**, e molto vicino anche a quelli del legno comune. Il **legno liquido**, quindi, può facilmente essere impiegato come **sostituto delle materie plastiche**, in molti casi tra l'altro migliorando le prestazioni meccaniche dei manufatti esistenti. Come alternativa al legno presenterebbe invece qualche attenzione maggiore in quanto, dato il range di valori leggermente inferiore, potrebbe causare una diminuzione di resistenza e rigidità da parte del nuovo componente.

Temperatura di transizione vetrosa

Il legno liquido risulta dopo il PA un materiale "a rischio" in quanto presenta una Tg relativamente bassa (51-57°C): oltre i 57°C entra in fase gommosa, dunque **comincia a perdere le proprie capacità meccaniche, limitandone l'uso nelle applicazioni a contatto con grandi fonti di calore**.

Caratteristiche percettive

Oltre alle caratteristiche tecniche di un materiale è importante analizzare anche come esso viene percepito dai nostri 5 sensi e dalle nostre sensazioni, poiché spesso risultano fattori determinanti nel suo processo di diffusione/accettazione. Nel 2010 **Stefania Manenti**, nella sua tesi, riporta uno studio fatto sulla percezione da parte di un gruppo di persone di campioni delle 3 diverse tipologie di Arboform:

- **Arboblend V2®** assomiglia molto alla plastica, sembra ideale per scocche di elettrodomestici, tubature idrauliche, applicazioni edili, oggetti di arredamento di poco valore. La finitura superficiale non è apprezzata perché tradisce le aspettative della vista; viene percepito come un materiale povero, scadente, riciclato, da utilizzare per fini pratici e non estetici;
- **Arboform LV3®** viene invece considerato parte della famiglia di legno e derivati. Ideale per scocche di elettrodomestici, applicazioni edili, oggetti usa e getta, pareti, mobili pavimenti, arredo giardinaggio, decorazione. Viene ritenuto affidabile, duraturo nel tempo, ma dall'aspetto poco accattivante e pregiato, soprattutto per il colore. Ricorda molto gli MDF e il finto legno;

- **Arboform F40** viene identificato da molti come cartone, da altri come legno e suoi derivati. Ideale per elettrodomestici, oggetti di arredamento esterno, suppellettili, finiture, oggetti per il giardinaggio. Appare un materiale pregiato in quanto riesce a coinvolgere tutti i sensi compreso l'olfatto; è caldo e sembra costoso perché probabilmente derivato da processi di trasformazioni elaborati.

PROCESSI DI LAVORAZIONE

Il legno liquido, come i comuni termoplastici, si presenta sotto forma di pellets, che vengono poi trasformati in un impasto lavorabile. Possono essere ricavate parti finite, prodotti semifiniti, fogli, film o profilati.

La lavorazione del legno liquido è ancora in via di sperimentazione ma il materiale può essere processato, con accorgimenti, come i convenzionali materiali termoplastici mediante le seguenti tecnologie di produzione: stampaggio a iniezione, estrusione, soffiaggio, stampaggio rotazionale, calandratura, termoformatura.

Le origini e le aziende coinvolte

La storia di “legno liquido” inizia nel 1992 a Rio de Janeiro, quando **Jürgen Pfitzer e Helmut Nägele**, dopo aver partecipato alla Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo, iniziarono a lavorare alla **ricerca di materiali ecocompatibili**.

Al Fraunhofer ICT (istituto di Tecnologia Chimica di Pfinztal, in Germania) ebbero inizio alcune ricerche sulla lignina, polimero che generalmente viene scartato come un sottoprodotto durante il **processo di pulping della cellulosa** nella produzione della carta, in quantità pari a 60 milioni di tonnellate ogni anno, ed incenerito.

Il team di ricerca del Fraunhofer ICT scoprì che, quando **combinata con resine, lino e altre fibre naturali, la lignina forma una massa che può essere lavorata come qualsiasi altro materiale termoplastico**. La risultante **bioplastica**, che venne definita con il nome di **Arboform**, poteva essere stampata ad iniezione in una grande varietà di forme, con alte precision, ed il materiale risultava molto resistente. Ciò che distingue il “legno liquido” Arboform è il fatto che esso degrada, come il legno, nelle componenti ecologicamente innocue di acqua, humus e CO₂, il che lo rende vantaggioso rispetto alle plastiche anche da questo punto di vista.

Nel 1998, il Fraunhofer Institute spinge Pfitzer e Nägele a creare una società di spin-off per commercializzare la loro invenzione: **Tecnaro GmbH** nasce proprio con questo obiettivo, consentendo ai due ricercatori, protetti da brevetto, di produrre e vendere la loro invenzione, e fornire consulenza alle aziende interessate ad utilizzare legno liquido per i loro prodotti. In due anni l'azienda crea otto nuovi

posti di lavoro, novità che ne indica la progressiva entrata nel mercato.

Dal 2003 **Tecnaro** dispone della prima linea produttiva in serie e tre anni dopo viene messa in funzione la linea produttiva dedicata ad **applicazioni automotive**, settore che oggi è uno dei più ricchi di contratti per **Tecnaro**, grazie anche alla vicinanza con i colossi tedeschi dell'automobile. Nel 2009 la Tecnaro ha prodotto 275 tonnellate di **plastica biodegradabile**, abbassando notevolmente i costi di produzione. Oggi Arboform ® costa 2,50 € al chilo, un prezzo competitivo con quello della plastica tradizionale, in media sui 2,00 €/kg. La capacità media delle linee produttive è di circa 3000 pezzi all'anno. L'azienda tedesca può vantare 15 brevetti depositati in questi anni, tra cui il più conosciuto, Arboform. Grazie all'**elevato tasso di innovazione** apportato da questi materiali, Tecnaro ha ricevuto molti riconoscimenti, come la medaglia "**Diesel**" nel 2011, la "**European Inventor Award**" nel 2010 e il "**German Industry Award**" nel 2009. Inoltre, molti clienti dell'azienda hanno ricevuto riconoscimenti per le loro **applicazioni sostenibili ed innovative nel campo dei bio-materiali**, effettuate utilizzando i materiali prodotti da Tecnaro.

Per quanto riguarda l'Italia, l'azienda di riferimento è **Politec Valtellina**, una società cooperativa costituita nel dicembre del 2006 a Sondrio, che occupa della ricerca di nuovi prodotti e nuove tecnologie da proporre alle realtà già presenti nella zona. Tra i progetti della società emergono i **Valtellina Labs** che si pongono come un collegamento tra la ricerca universitaria e la necessità applicativa e produttiva delle aziende, ed hanno tra l'altro l'obiettivo di incubare e diffondere **nuove tecnologie nel campo analitico e nell'innovazione di processi e di prodotti**, come nel caso del legno liquido. L'attività di Politec è supportata dalla collaborazione con **Tecnoplastica Valtellinese**, azienda che, oltre a fornire pezzi stampati, per cui è certificata ISO 9002, garantisce servizi di montaggio e collaudo e produzione stampi, attività che sono necessarie per la sperimentazione sul legno liquido.

L'intenzione di queste aziende, che si occupano di **ricerca e sperimentazione**, è quella di **sviluppare nuove applicazioni in grado di fornire una lettura non sostitutiva** nell'impiego di questo materiale, senza cioè ridurre il legno liquido a banale sostituto della plastica (in quanto materiale con proprietà e tecnologie di produzione simili, ma senza impatto ambientale), oppure come materiale sostitutivo del vero legno, o ancora per ridurre tempi e costi di produzione; una lettura innovativa di un nuovo materiale richiede invece di saper identificare delle potenzialità applicative che siano a loro volta innovative, in grado di sviluppare appieno le potenzialità offerte dal nuovo materiale.

Si ritiene che il **legno liquido** abbia delle **grandi potenzialità** in numerosi campi, per assicurarsi un posto in un futuro in cui si tratterà con **più cura l'equilibrio del nostro pianeta**. L'attesa finirà quando i centri di ricerca avranno completamente definito le proprietà di questo nuovo materiale, le tecnologie di processo saranno pronte a sostenere una produzione di centinaia di migliaia di unità e di conseguenza i costi del materiale diventeranno competitivi. Si prospetta comunque un futuro in cui il comportamento etico verso l'ambiente in

cui viviamo prevarrà sugli ostacoli economici e la ricerca si muoverà sempre più in questa direzione.

Settori di applicazione

Arboform® è applicabili in **diversi settori**: per interni di **automobili**, in cui si sfrutta la **facilità di realizzazione di forme complesse**; nell'**edilizia**, per lastre, pavimenti in parquet, ringhiere, telai di finestre. Non essendovi alcuna direzione principale dell'orientamento delle fibre in Arboform®, il materiale può assumere il carico equamente da qualsiasi direzione nello spazio. Nell'**elettronica**: la conducibilità elettrica dell'Arboform® appartiene allo stesso range di quella delle resine termoindurenti fenoliche, fino ad oggi il materiale principale per la fabbricazione di componenti elettronici; nei **beni di consumo**: manici, matite. Arboform® trasmette **una sensazione di legno caldo**, ed è quindi ideale per prodotti i cui usi comportano un contatto prolungato con la pelle. Viene inoltre usato per strumenti di precisione grazie a un ritiro della forma molto contenuto in fase di stampaggio che permette di rispettare tolleranze di lavorazione molto strette; per strumenti musicali e giocattoli per bambini.

Prodotti in liquidi wood

Il prodotto più conosciuto realizzato in legno liquido è **GREEN LANTERN**, oggetto manifesto sviluppato in collaborazione tra **Politec Valtellina, Tecnoplastica Valtellinese e Romolo Stanco**. Si tratta di una vaso-lampada propone un oggetto che non potrebbe essere realizzato in legno senza determinare un spreco ben poco etico di materiale ed in cui vanno a sintesi i due elementi che del legno liquido sono l'origine, il legno vero, della pianta ospitata nel vaso che in un ideale processo di estrazione, di sintesi si trasforma nel **biopolimero del fusto della lampada** che va progressivamente scomparendo sino ad annichilirsi nel fascio di luce che, alimentando la sintesi clorofilliana della pianta dà origine ancora al legno. La pianticella quindi **produce energia** in quantità sufficiente al funzionamento della sorgente a **LED**, che rimane del tutto **autonoma** rispetto alla corrente di rete. Un circuito ideale e **sostanziale virtuoso** nel suo sviluppo e nella sua manifestazione formale nell'oggetto.

Nel campo del lusso e della moda il legno liquido non ha solo la scopo di **ridurre l'impatto ambientale**, sostituendosi a materiali sintetici. L'obiettivo è più quello di **diffondere un'ideologia eco-friendly**, di catturare l'attenzione delle masse e di introdurre novità. Alcuni esempi sono **Eco Pump**, disegnate da **Sergio Rossi** (stilista di calzature e imprenditore di pelletteria) e la montatura di **occhiali** firmata **Gucci**. **Benetton** lancia gli **appendini in legno liquido**, completamente biodegradabili. L'obiettivo a cui punta è la riduzione di 600 tonnellate della quantità di plastica rilasciata nell'ambiente nel 2011. Altri esempi di prodotti in cui viene usato il legno liquido sono i timbri Colop, i correttori Kores e l'elegante custodia per iPhone5 Norsk Mand nel campo dei beni di consumo. Nel **settore dell'arredo** la possibilità di sperimentare e sfruttare al massimo le proprietà del legno liquido raggiunge i livelli più alti, sia per possibilità economiche

sia per possibilità di **applicazione della creatività e della sperimentazione**. Vogliamo citare a tale proposito Minimal Shelf e Zartan chair di Magis e Skin chair di Calligaris.

Un cambio di paradigma

Ci sono altri modi per ottenere un **effetto simil-legno** attraverso **materiali artificiali**, ma in questo caso, una volta aperto lo stampo il pezzo non è solo sorprendente da un punto di vista estetico. Odora di legno, sa di legno, è legno a tutti gli effetti: foggato come uno stampato polimerico, ma anche **biodegradabile al 100%, oltre che riciclabile all'infinito**. Il senso di un cambio di paradigma è spesso confermato dai cambiamenti nelle piccole cose. Così, per esempio, praticare un foro su un piano in legno liquido non rappresenta più un costo supplementare, e lo stesso vale per le decorazioni superficiali, che escono direttamente dallo stampo. La novità è, senza dubbio, di quelle che aprono un'epoca. Qui entra in scena il **design**, che dei materiali è abituato a leggere sempre insieme **prestazioni tecnologiche e valori antropologici**. Da questo punto di vista la rottura è forse ancora più forte, perché se fino a ieri era ovvio connotare **la plastica come materiale "artificiale" e il legno come materiale "naturale"** e associare una vasta fenomenologia di forme libere alla prima e una ridotta scala di fogge al secondo, l'entrata in scena del legno liquido costringe a **ripensare a fondo non solo le prestazioni ma il significato stesso del legno nel progetto**. Pensiamo che il legno liquido potrebbe avere uno sbocco in quei settori in cui è ricercata la sensorialità e il pregio del legno, con i vantaggi di una lavorazione che permette di realizzare forme complicate, spessori minori e senza scarti di materiale. Chissà che in un futuro si riesca a rendere il legno liquido ancor più simile al legno.