



 **ARGI**
Associazione Fornitori Industria Grafica



PRINT4ALL

More than the sum of the parts.

MATERIALI

STRUMENTO DI COMUNICAZIONE

ARGI è l'Associazione che dal 1983 raggruppa i produttori e distributori di macchine, sistemi e prodotti per l'Industria Grafica.

La sua missione è quella di rappresentare gli interessi istituzionali, tutelare la rilevanza sociale e supportare con atti concreti lo sviluppo economico di tutte le imprese impegnate nell'offerta di macchinari, prodotti e servizi alle aziende che concorrono alla produzione dell'informazione su carta e altri materiali stampati intesi in ogni sua forma. Ulteriore funzione di ARGI è quella di promuovere azioni atte a migliorare il livello del servizio offerto dagli associati alla propria clientela di riferimento, consapevoli di essere parte di una filiera in cui tutti gli attori devono tendere a un comune obiettivo di successo.

CONTRIBUTI DI

*Elena Panciera,
Michela Pibiri, Caterina Pucci*

COORDINAMENTO EDITORIALE

a cura di 4IT Group srl

HANNO COLLABORATO

*Enrico Barboglio,
Valentina Carnevali, Sara Bonini*

PROGETTO GRAFICO E IMPAGINAZIONE

Cristina Mascherpa

ARGI c/o 4IT Group
Centro Direzionale Milano Oltre -
Palazzo Tintoretto
Via Cassanese 224
20090 Segrate (MI)
Tel: 02 26927081 -
segreteria@argi.it - www.argi.it

MATERIALI,
STRUMENTO DI COMUNICAZIONE
Maggio 2022
© ARGI

Tutti i contenuti di questa raccolta sono esclusivamente di proprietà di ARGI e sono protetti dalle Leggi in materia di proprietà intellettuale e/o industriale. Le informazioni e i dati riportati in questo documento possono essere utilizzati solo previa autorizzazione scritta di ARGI e dovrà essere sempre citata la fonte.

Alcune immagini sono state rintracciate su internet, sono stati comunque cercati tutti i detentori degli eventuali diritti delle immagini fotografiche per ottenere il permesso di pubblicazione; persone, enti o aziende che non è stato possibile rintracciare sono pregati di mettersi in contatto.

Non a caso abbiamo inserito nella copertina di questo progetto editoriale anche dei biscotti perché oggi è praticamente possibile stampare su tutto. Quello che vi daremo nelle prossime pagine è un assaggio di alcuni dei materiali più usati come strumento di comunicazione. Ogni materiale è un universo a sé che offre infinite possibilità e combinazioni per realizzare ogni tipo di progetto con una resa speciale con tecniche che riproducono fedelmente messaggi, sempre con grande attenzione alla sostenibilità, sia ambientale che economica. Questo volume è stato realizzato grazie ad ARG1, nell'ambito del suo progetto "Accorciamo le distanze", un progetto che intende avvicinare tra loro i diversi attori della filiera dell'industria grafica. Nella realizzazione del progetto l'Associazione si ispira e fa proprie le linee di indirizzo di Next Generation EU, in particolar modo per quelle relative alla transizione digitale e alla transizione verde. La raccolta che state per leggere è il metodo scelto da Argi e dal Gruppo di Lavoro specifico per portare conoscenza sulle soluzioni applicative di stampa su diverse tipologie di materiali. Con un approfondimento proprio su diversi tipi di materiali e sulla loro 'printability'. La presentazione del libro viene fatta a Print4All 2022 un momento di incontro dedicato all'intera filiera che tocca tutti i confini del mondo del printing e tutte le tecnologie e applicazioni. Che si sviluppano utilizzando i materiali più svariati. Anche i biscotti.

TESSUTI⁵

| | |
|----------------------|----|
| Pelle..... | 6 |
| Pelle sintetica..... | 16 |
| Cotone..... | 24 |
| Poliestere..... | 32 |
| TNT..... | 42 |

VISUAL | GRAPHIC COMMUNICATION⁵⁰

| | |
|------------------------|----|
| Cartone ondulato..... | 52 |
| Materiale adesivo..... | 62 |
| Plastica..... | 72 |
| PVC..... | 80 |

INDUSTRIAL⁸⁷

| | |
|---------------|-----|
| Legno..... | 88 |
| Metallo..... | 96 |
| Vetro..... | 104 |
| Ceramica..... | 112 |

TESUTI

PELLE

PELLE SINTETICA

COTONE

POLIESTERE

TNT

La storia del tessuto si intreccia alla storia dell'umanità. È uno dei pochi materiali che ci riveste, letteralmente, dall'inizio dei tempi. Quella tessile è la prima industria moderna a nascere e svilupparsi. Il tessuto richiama immagini poderosi, anche quando non viene usato per l'abbigliamento. Ma non ci concentreremo solo sui tessuti, abbiamo voluto approfondire anche pelle e pelle sintetica. La prima è un materiale organico, versatile e affascinante che richiede altissime competenze artigianali, ed è una delle eccellenze italiane. La seconda, la pelle sintetica, ha uno spazio importante con applicazioni innovative che risponde a esigenze ambientali ed economiche.

foto kara



foto kara

pelle

La pelle è un materiale organico, versatile e affascinante. Prodotto di un lungo processo di natura prevalentemente chimica e che richiede altissime competenze artigianali, è una delle eccellenze italiane. La pelle viene esportata in tutto il mondo e usata nella produzione di calzature, pelletteria, abbigliamento, prodotti per l'arredamento e l'automotive.



foto kara

Contributo tecnico e scientifico di Alessandro Bellinzoni (responsabile tecnico e ricerca e sviluppo prodotti innovativi per la stampa digitale, Memphis), Guido Bizzari, Roberto Borghi (direttore commerciale, Marabu Italia), Mirko Cara (AD Kara Group), Stefano Costacurta (CEO, Symera), Nicola Posarelli (CEO, Esanastris), Paolo Scopece (CEO, Nadir), Carlo Sorrenti (Materials research & development manager Tod's), UNIC - Concerie Italiane.

La pelle è un materiale davvero particolare, a cominciare dal fatto che è uno scarto di lavorazione.

Le concerie, infatti riciclano gli scarti dell'industria alimentare della carne (pelle grezza) trasformandoli in prodotti ad altissimo valore aggiunto (pelle finita). Prima di poter essere stampata e ulteriormente trasformata, la pelle subisce un lungo processo di lavorazione, di natura prevalentemente chimica.

I passaggi attraverso cui passa il materiale grezzo sono numerosi e cambiano a seconda del tipo di pelle, dell'utilizzo finale, dell'articolo da produrre. Anche quando vengono fatte su scala industriale conservano una grande parte di artigianalità e sono legate strettamente alle competenze e all'esperienza dell'uomo.

Ogni conceria ha le proprie ricette, che vengono conservate gelosamente, tramandate e perfezionate negli anni. I titolari delle concerie sono di solito i primi e maggiori esperti del loro processo di lavorazione, che è unico e inimitabile. Anche quando due pelli finite presentano un aspetto simile, con tutta probabilità sono state ottenute da processi diversi, usando chimiche diverse. I maestri conciatori uniscono competenze chimiche e profonde conoscenze della materia prima. Sulla base della provenienza e della stagio-

ne sanno prevedere l'aspetto e le caratteristiche delle pelli che dovranno lavorare. Conoscono abitudini, dieta, parassiti ed eventuali malattie stagionali dei capi che verranno macellati. Pianificano i loro acquisti di materia prima sulla base di questo know-how e degli ordini che ricevono. Non tutta la pelle che viene lavorata nell'industria conciaria viene decorata, ma spesso subisce un qualche tipo di "rifinizione" (il termine che definisce quello che nel settore delle arti grafiche si direbbe "finitura"), che serve a modificarne e migliorarne caratteristiche e performance.

Tra queste rifiniture c'è la stampa (serigrafica, tampografica o digitale). In questo settore viene poi definita stampa (a rilievo) anche la goffatura. Bisogna tenere presente che in questo settore la stampa è solamente una delle tante decorazioni possibili, e non contribuisce in modo così massiccio ad aumentare il valore del prodotto finito come invece accade in altri settori.

La pelle acquisisce valore durante altre fasi del processo, come per esempio la concia, che la rende imputrescibile. Quando parliamo di stampa su pelle, perciò, è fondamentale farci alcune domande:

Qual è la destinazione d'uso del prodotto finito?

Che resistenze sono necessarie, durante la lavorazione e dopo?

Quali lavorazioni sono necessarie per arrivare al prodotto finito?

In che modo posso rendere la lavorazione e il prodotto finito sostenibili per l'ambiente e le persone?

L'industria conciaria italiana è molto attenta alla sostenibilità ambientale dell'intero processo, che implica l'uso di grandi quantità di acqua – che viene infatti trattata e purificata – e sostanze chimiche di varia natura. La risposta a queste domande servirà ad avvicinarci a ulteriori quesiti:

Ho bisogno di pretrattamento e post-trattamento?

Quale tecnica di stampa userò?

Quale inchiostro?

Come verrà lavorato il prodotto dopo la stampa?

Ti anticipiamo già che in questo capitolo non troverai le risposte a tutte queste domande. Ma ci auguriamo che questo sia un inizio e una spinta ad approfondire.

La pelle grezza prima della concia: le operazioni di riviera

Come abbiamo accennato, il processo che vede la trasformazione della pelle grezza, scarto di lavorazione dell'industria alimentare, in pelle finita, prodotto nobile esportato in tutto il mondo, è lungo e complesso. Non esiste un unico percorso, ma varie lavorazioni, che a seconda della destinazione d'uso dell'oggetto finito vengono attuate o meno, in una successione variabile. Anche la durata di queste lavorazioni è variabile per questo motivo, e può durare diverse settimane. Qui esporremo una carrellata di lavorazioni diverse, secondo una delle sequenze in cui possono essere eseguite. Quasi tutte le fasi del processo conciario avvengono in presenza di acqua, per trattare tutto lo spessore in modo omogeneo, in contenitori di forma cilindrica simili a grandi botti, detti bottali, in legno, metallo o polipropilene. Il rinverdimento è la prima di queste fasi. Serve per ripristinare il contenuto di acqua ed eliminare sale, sporco, sangue, sterco. In questo momento la pelle viene trattata con acqua ed eventualmente piccole quantità di prodotti chimici come tensioattivi, sali basici ed enzimi. Segue il cosiddetto calcinaio, in cui avvengono depilazione e cal-



Suede



cinazione. La pelle viene trattata con calce e solfuro di sodio per eliminare pelo ed epidermide, e diventa gonfia. Questo procedimento ovviamente non viene attuato nel caso in cui si stiano lavorando pelli con pelo. Un ulteriore passaggio, questa volta meccanico, è la scarnatura o scarnitura. Serve ad asportare il tessuto sottocutaneo rimasto dopo la scuoiatura. In questo modo le sostanze chimiche possono penetrare nella pelle in modo più rapido e uniforme. Solitamente questa lavorazione viene fatta dopo il calcinaio, ma, se si devono produrre pelli con pelo, si fa subito dopo il rinverdimento. Altra operazione meccanica è la spaccatura, ovvero la divisione in strati (di solito due o tre) della pelle. Serve a ottenere pelli dello spessore desiderato. Generalmente subiscono questa lavorazione pelli particolarmente spesse come quelle di bovino adulto. Può essere fatta prima della decalcinazione oppure dopo la concia. La decalcinazione è un'operazione chimica che serve a eliminare la calce e ad abbassare il pH, portandolo tra 7,5 e 8,5: questo è infatti il valore ottimale per garantire la riuscita della macerazione. Per decalcinare la pelle vengono usati sia acidi deboli (formico, borico, lattico) sia sali acidi (solfato di ammonio). In questa fase il gonfiore della pelle si riduce. La macerazione serve

a facilitare la distensione delle fibre della pelle così da renderla più assorbente e morbida. Facilita anche l'eliminazione dei residui di cheratina (la proteina che costituisce pelo ed epidermide), grasso e melanine (i pigmenti responsabili della colorazione di pelo ed epidermide). Si ottiene trattando la pelle in bottale con acqua tiepida ed enzimi. In tutte queste fasi, particolarmente delicate, si determina la tipologia di pelle che si vuole ottenere. Lo sgrassaggio serve a facilitare l'assorbimento dei prodotti chimici nelle fasi successive. È fondamentale nel caso di pelli in cui si debba eliminare gran parte del grasso, come succede per quelle ovine. Per sgrassarle vengono usati solitamente tensioattivi anionici, cationici, non ionici o anfoteri. Altri metodi, meno usati perché più costosi e inquinanti, prevedono l'uso di solventi, da soli oppure insieme a tensioattivi anionici o non ionici. Alla fine di questa fase, le pelli vengono lavate per essere pronte per le lavorazioni successive.

La concia, il cuore del processo di trasformazione della pelle

Entriamo qui nel cuore delle lavorazioni conciarie, nella fase da cui l'intera filiera trae il proprio nome: la concia, appunto. In questa fase

la pelle viene resa imputrescibile. A seconda del tipo di agenti concianti usati, può essere minerale, vegetale, organica sintetica oppure mista. La concia vegetale è il sistema più antico e solitamente più lento. La pelle viene trattata con tannini naturali che conferiscono al cuoio il tipico colore marrone. Per ottenere cuoio suola o cuoi pesanti il procedimento è quasi statico, in vasca, e dura circa un mese. Per ottenere pelli più flessibili che possono essere usate per suole per scarpe da donna o estive e per pelletteria si sceglie solitamente la concia rapida in botte, che dura circa 36-48 ore. La concia minerale viene scelta nella stragrande maggioranza dei casi. Prima di questo procedimento, la pelle viene "piclata", ovvero immersa in un bagno di sale e acido (solitamente una miscela di acido solforico e formico). Poi viene trattata con un conciante minerale (composti di cromo trivalente, alluminio, zirconio, titanio). Quando si usa il cromo trivalente si ottiene un semilavorato detto "wet-blue": la pelle, infatti, assume il colore azzurro conferito dal composto conciante. A questo punto, aggiungendo composti lievemente alcalini come bicarbonato, acetato o formiato di sodio, avviene la basificazione che favorisce la reazione chimica di concia. Il cuoio ottenuto dopo la concia vie-

ne pressato tra cilindri rotanti che esercitano un'altissima pressione per eliminare l'acqua in eccesso e distenderlo. Può essere anche spaccato, se questa operazione non è già stata fatta dopo il calcinaio. Un'altra lavorazione meccanica alla quale è sottoposto è la rasatura, che serve a uniformare lo spessore della pelle.

La riconcia, la tintura e l'ingrasso

La pelle ritorna nel bottale per subire la riconcia, che serve a consolidare o modificare le caratteristiche conferite dalla concia principale. Questo processo agisce su caratteristiche merceologiche come la morbidezza, la pienezza, la resa del colore, la smerigliabilità, oltre che su varie resistenze meccaniche. A questo punto la pelle è pronta per essere tinta e ingrassata. Queste operazioni (tintura e ingrasso) possono avvenire simultaneamente, nello stesso bagno. Talvolta possono essere unite anche alla riconcia. Si può regolare la profondità di penetrazione del colore nella pelle controllando i parametri di processo, ottenendo una tintura passante quando la pelle viene tinta nell'intero spessore, o una tintura più superficiale che coinvolge, a profondità variabile, i due lati esterni. Durante l'ingrasso si in-

Una fase di lavorazione in conceria

Foto UNIC



serisce un lubrificante tra le fibre della pelle, in modo che possano scorrere l'una sull'altra quando verrà eliminata l'acqua. Influenza molte caratteristiche della pelle, tra cui morbidezza, flessibilità e comportamento nei confronti dell'acqua. Gli ingrassanti possono avere origini naturali (animali e vegetali), minerali o sintetiche. A questo punto, le pelli possono essere asciugate. Esistono vari sistemi, a seconda del tipo di pelli e della loro destinazione d'uso: sospensione o catena aerea, inchiodaggio (con pinze, non chiodi), incollaggio, sottovuoto.

Proteggere, migliorare, decorare le pelli: la rifinitura

Dopo l'asciugaggio le pelli semilavorate vengono sottoposte a varie operazioni di rifinitura che servono a migliorarne prestazioni, solidità e resistenze (allo sfregamento umido o secco, alla flessione, ai solventi, al montaggio nel caso di calzature...), a modificarne l'aspetto o la mano. Di solito interessano solo la superficie della pelle che sarà visibile nel manufatto finito. Tutte queste operazioni vengono fatte su pelli asciutte, senza im-

Bottalatura, follonatura o volonatura: rifinitura meccanica che serve ad ammorbidire le pelli, rendendo più marcato il disegno della grana. Viene eseguita in bottale a secco.

Fiore, grana, lato fiore, lato pelo, fiore o grana: il lato esterno della pelle, caratterizzato dal peculiare disegno creato dai follicoli piliferi dopo che il pelo è stato rimosso. Si dice "pieno fiore" quel pellame che ha conservato la grana o fiore di origine, ovvero che non ha subito smerigliatura, sfioratura.

Lato carne: il lato interno della pelle, opposto a quello su cui c'era il pelo.

Lissatura: rifinitura meccanica che consiste nel levigare il fiore della pelle con la lissa, una macchina che preme e trascina sulla superficie della pelle un cilindretto di vetro o agata.

Lucidatura: rifinitura meccanica che consiste nel lucidare la superficie del cuoio con una ruota di velluto. **Mano:** nell'industria conciaria, così come in quella tessile, con "mano" si indica l'insieme di proprietà qualitative di una pelle o di un tessuto valutabili essenzialmente al tatto. Si potrà avere una mano rigida oppure morbida, sostenuta o gommosa, e così via.

Palissatura: rifinitura meccanica che ammorbidisce le pelli dopo l'essiccazione. Viene svolta con il palissone rotativo, macchina dotata di rulli con lame ondulanti che distendono la struttura fibrosa della pelle, o con il palissone piano, detto "mollisa".

Palmellatura: operazione di rifinitura che conferisce alla superficie della pelle un motivo a linee. Se le linee si intersecano in senso perpendicolare, si formano dei quadratini (box calf). Viene eseguita con una macchina a palmellare formata da due cilindri rivestiti di gomma o sughero, tra i quali si fa passare la pelle.

Placcatura: rifinitura meccanica che rende la pelle liscia e piatta. Viene fatta schiacciando la pelle con una piastra liscia e speculare, eventualmente riscaldata.

Pressatura: rifinitura meccanica che consiste nell'imprimere sul cuoio una stampa con una piastra a rilievo.

Smerigliatura: rifinitura meccanica che può essere eseguita con una smerigliatrice o con polvere di smeriglio incollata su una ruota di pietra o di metallo. Se a essere smerigliato è il lato carne, si ottiene lo scamosciato; se è il lato fiore, si ottiene il nabuck.

Spruzzatura: applicazione sul cuoio della miscela di rifinitura con pistole ad aria compressa in apposite cabine.

Stampa a rilievo: è il nome comunemente usato per definire la goffratura o embossing. A causa della grande elasticità memoria elastica della pelle, per risultare permanente deve essere eseguita con stampi ad altissima pressione, in presenza di calore.

Stiratura: passaggio del cuoio in presse rotative che ne stende le pieghe.

Tannino: composto polifenolico contenuto in varie piante vascolari, tra cui castagno europeo, quebracho, tara, galla e mimosa. Viene estratto dalle piante, concentrato o ridotto in polvere. Reagisce con il collagene, proteina di cui sono composte le fibre della pelle, rendendolo non putrescibile.

Tensioattivo: sostanza che abbassa la tensione superficiale di un liquido, agevolando la bagnabilità delle superfici o la miscibilità tra liquidi diversi.

mergerle in acqua. Anche queste lavorazioni possono essere meccaniche, chimiche o miste. In generale la rifinitura consiste proprio nella combinazione di varie lavorazioni per ottenere gli effetti funzionali e decorativi desiderati. Tra le rifiniture meccaniche, una delle più importanti è la smerigliatura, che serve a realizzare una superficie vellutata. La bottalatura, detta anche volonatura o follonatura, serve ad ammorbidire le pelli, rendendo più marcato il disegno della grana.

Altre lavorazioni meccaniche sono la lissatura, la lucidatura, la palissonatura, la palmellatura, la placcatura, la pressatura, la statura, la stampa a rilievo.

Le rifiniture di tipo chimico consistono nella deposizione sulla superficie della pelle di una miscela di sostanze chimiche così da formare un film di materiale sintetico o naturale che ne modifica l'aspetto o le caratteristiche fisico-chimiche. Questo film può essere trasparente, incolore, colorato o coprente, e può coinvolgere la superficie in modo totale o parziale. Può essere applicato sulla superficie a spruzzo, rulli (spalmatura) o tamponi, con una velatrice (velatura) oppure con la tecnica transfer.



FOTO LEATHER'S STYLISTS

L'industria conciaria italiana è unica e peculiare: per lo sviluppo tecnologico e la qualità dei processi, per la particolare conformazione in distretti territoriali, per l'impegno ambientale, per l'innovazione stilistica che l'ha resa celebre in tutto il mondo

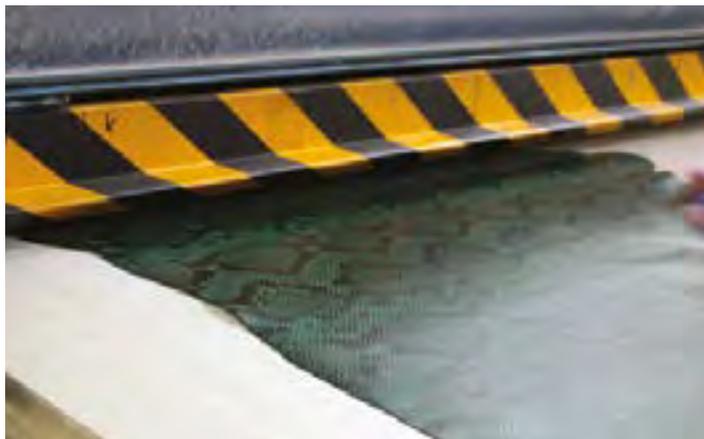


foto Kaia

La stampa: tecnologie, pretrattamenti, inchiostri, finitura

Il mondo conciario, innovativo per tradizione, ha cominciato a usare tecniche di stampa diverse in tempi precoci, senza porsi tanti problemi di nomenclatura o fattibilità, ma semplicemente procedendo per prove ed errori. Ogni azienda conciaria ha fatto i propri esperimenti ed è arrivata alle proprie soluzioni e ricette, che sono ovviamente segretissime. Le tecnologie di stampa più usate sono la serigrafia, la tampografia e la stampa inkjet. In ogni caso gli inchiostri prodotti dalle aziende chimiche vengono spesso modificati all'interno delle concerie per adattarsi al tipo di pelle, al proces-

so e alla destinazione d'uso. Non è infrequente che i coloranti vengano prodotti direttamente all'interno dell'azienda conciaria a partire dalle materie prime: resine acriliche e poliuretaniche, pigmenti organici e non. Lo stesso capita per le chimiche di pretrattamento che servono a migliorare adesione, bagnabilità e stampabilità degli inchiostri. Queste caratteristiche della pelle vengono infatti spesso modificate durante il processo di concia, in modo da rendere le pelli idrofobiche o idrorepellenti. In questo caso possono essere usate anche altre tecniche di pre-trattamento, come il plasma atmosferico. Parlando di stampa digitale, per usi legati soprattutto al fashion può essere usata la stampa UV e



UV LED, che forma una pellicola sopra la pelle. Questa peculiarità fa sì che gli inchiostri UV possano stampare pelli tinte o colorate. Vista la flessibilità del cuoio, vengono solitamente preferiti inchiostri elastici e che garantiscono una buona adesione al substrato. Un'altra tecnologia di inchiostro che viene usata per stampare su pelle è l'eco-solvent (tra cui consideriamo anche il sol-gel), che garantisce un'ottima elasticità e reticola a temperature non elevate. A differenza degli inchiostri UV, la grana della pelle si vede in trasparenza e tende a non modificare la mano. Nei casi in cui non venga richiesta resistenza all'abrasione e ai solventi particolarmente elevata, né UV né eco-solvente hanno bisogno di post-trattamenti. Viceversa, per i settori in cui sono richieste maggiori performance di durabilità (automotive, arredamento) per aumentare la resistenza all'abrasione e ai solventi viene solitamente depositato un rivestimento trasparente protettivo, come per esempio un prodotto bicomponente poliuretano. Per incrementare l'adesione dell'inchiostro al substrato talvolta viene richiesto anche un pre-trattamento. Possono essere depositati o stampati particolari primer, oppure la superficie può essere attivata via plasma atmosferico. Sia i pre- sia i post-trattamenti ten-

dono a complicare la lavorazione, aggiungendo ulteriori passaggi al processo. Inoltre, la deposizione del rivestimento protettivo a volte può compromettere la mano del materiale. Determinati settori come l'automotive o la calzatura richiedono resistenze maggiori. In questi casi vengono spesso usati altri tipi di inchiostri a base acqua, che funzionano come dei veri e propri tatuaggi, penetrando in profondità all'interno della pelle. A differenza degli inchiostri UV ed eco-solvent, questi inchiostri possono essere usati solamente su pelli bianche oppure chiare, e questo è uno dei loro limiti. Sono inchiostri molto liquidi, e per questo hanno bisogno di macchine da stampa particolari che riescano a gettarli con precisione. Capita perciò spesso che anche le stampanti vengano modificate più o meno pesantemente all'interno delle concerie per adattare al processo di produzione, potenziarne la velocità o adattare alle caratteristiche degli inchiostri, che possono essere particolarmente liquidi oppure aggressivi nelle teste di stampa. Generalmente le pelli vengono stampate con macchine flatbed. Per garantire una perfetta planarità ed essere trasportate facilmente sul piano vengono fatte aderire provvisoriamente a supporti plastici.

pelle sintetica

In mercati come quello dell'abbigliamento, delle calzature, dell'interior design, la pelle sintetica ha uno spazio importante e discusso. Deve rispondere a esigenze ambientali ed economiche. Abbiamo cercato di approfondire tutti i nodi di questo materiale sempre più diffuso, intorno al quale ci sono ancora molti fraintendimenti.



Contributo tecnico e scientifico di Giuseppe Bosio (esperto tessile), Massimo Iafrate (Marketing Manager, NGW Group), Marco Musuruana (R&D Manager, Fiscatech), Marco Scatto (Polymer Scientist), Anna Laura Biscaldi e Giuseppe Bocca (Product Manager, Giardini). Esanastri, Paolo Scopece (CEO, Nadir), Carlo Sorrenti (Materials research & development manager Tod's), UNIC - Concerie Italiane.

Abbiamo iniziato le ricerche per questo capitolo usando il termine ecopelle.

Ma ben presto è emerso che questo termine non è corretto per indicare il materiale di origine non animale di cui volevamo parlare. Intorno alla pelle sintetica (nota con moltissimi altri nomi, come vedremo) ci sono ancora falsi miti, fraintendimenti, incertezze, e perfino speculazioni commerciali. Sì, perché la finta pelle, per quanto possa essere prodotta con materiali di altissima qualità, continua ad avere un valore commerciale molto inferiore rispetto alla pelle, al cuoio, e a quella che legalmente si può definire ecopelle. E sono in molti ad approfittare dell'ignoranza del pubblico. In questo articolo cercheremo di fare i dovuti distinguo tra materiali naturali, artificiali, sintetici e misti. Ci concentreremo poi sul materiale prodotto dall'accoppiamento di un tessuto e una resina (con qualche eccezione); capiremo come viene prodotto e quali lavorazioni subisce. Ci interrogheremo su alcuni aspetti fondamentali da tenere in considerazione quando lo si lavora e decora:

Qual è la destinazione d'uso del prodotto finito?

Dove verrà usato fisicamente il prodotto finito?

Che resistenze sono necessarie?

Quali lavorazioni sono necessarie per arrivare al prodotto finito?

Quali tecniche di decorazione posso usare?

Iniziamo con un approfondimento fondamentale, visto il terreno scivoloso sul quale ci stiamo avventurando: cerchiamo di capire quali sono le definizioni corrette e le differenze tra i diversi materiali usati nel settore pelletteria, calzature, abbigliamento e arredamento come alternative a cuoio e pelle naturali. E teniamo presente che queste definizioni sono spesso usate in modo arbitrario anche tra addetti ai lavori.

La composizione della pelle sintetica

L'invenzione della pelle sintetica risale probabilmente all'Ottocento, anche se si è diffusa a cominciare dagli anni Venti del Novecento (le informazioni al riguardo non sono univoche). Di sicuro ha avuto ampia diffusione durante la Seconda Guerra Mondiale, come alternativa al cuoio naturale. Solitamente viene realizzata impregnando o spalmando un tessuto con resine viniliche o poliuretatiche. Esistono però anche finte pelli prive di supporti tessili, costituite dal solo film polimerico. La mano, la morbidezza della similpelle dipendo-

no dal tipo di materiale plastico usato, e quindi dalle sue proprietà fisiche e resistenze, ma anche dal suo spessore. Questo per quanto riguarda le pelli sintetiche a imitazione del cuoio: e come si ottiene invece l'effetto scamosciato o nubuk? Le alternative sintetiche vengono ottenute con particolari lavorazioni generalmente della microfibrà di poliestere, senza usare resine: sono di fatto materiali esclusivamente tessili – e per questo motivo non li approfondiremo ulteriormente in questo capitolo. In tutti i casi i prodotti sintetici a imitazione di pelle e cuoio si presentano in rotoli, facilmente trasportabili e ulteriormente lavorabili con stampe e decorazioni successive.

Cosa c'è dietro la pelle sintetica

I materiali di supporto I materiali generalmente usati come supporto per le pelli sintetiche sono tessuti: fibre naturali come cotone e lino, ma soprattutto poliestere e misto cotone/poliestere. Alcune aziende producono anche finte pelli con base carta, spesso usate in legatoria o nell'arredamento d'interni. La scelta del supporto dipende molto dalla qualità che deve avere il prodotto finito e dai suoi usi. Per esempio, cotone e lino naturali vengono generalmen-

te privilegiati per prodotti di alta qualità, mentre il poliestere viene usato per prodotti di qualità inferiore. A seconda delle necessità e delle aziende produttrici, possiamo trovare materiali di supporto sintetici riciclati, ovviamente più ecosostenibili. La scelta del supporto condiziona le lavorazioni successive in vari modi. Nel caso in cui per il capo o per il prodotto finito sia prevista una fodera, e quindi il retro non sia visibile, si può optare per soluzioni visivamente poco gradevoli. In caso contrario, bisognerà curare anche questo aspetto. Se c'è l'esigenza di avere una finta pelle con particolari proprietà elastiche, sarà bene scegliere come supporto un tessuto a maglia, o addirittura uno che contenga fibre di elastan. Come base per coagulazione e spalmatura possono essere usati anche TNT (tessuti non tessuti) agugliati e interlacciati, che sono economici ma hanno una buona stabilità dimensionale.

Simile al vero: i materiali usati per la superficie esterna

I polimeri che vengono usati per produrre la similpelle sono prevalentemente due: il PVC e il poliuretano (PU). Anche in questo caso la scelta di uno o dell'altro dipende da diversi fattori, ma la sostenibi-

lità ambientale del processo e del prodotto è un elemento sempre più decisivo. Il PVC è estremamente duraturo, e per questo è più difficile smaltirlo e riciclarlo rispetto al poliuretano. Anche i processi produttivi del PVC sono meno sostenibili, a cominciare dal fatto che per renderlo malleabile ed elastico devono essere aggiunti plastificanti, che tendono a spostarsi sulla superficie ed entrare quindi in contatto con l'esterno (e con la nostra pelle). Per questi motivi, per prodotti di alta qualità viene generalmente preferito il poliuretano, dotato anche di resistenze e caratteristiche fisiche e meccaniche superiori. Inoltre, sono sempre più numerosi i produttori italiani di finte pelli il cui reparto di R&D lavora per produrre poliuretani sempre più sostenibili dal punto di vista ambientale, come per esempio quelli derivati da particolari lavorazioni del mais, del cocco e perfino dagli scarti della lavorazione della frutta e del vino. Queste resine non sono di origine fossile, ma vegetale, e quindi l'impatto ambientale è molto minore. Le plastiche che finiscono sulla superficie delle finte pelli si possono presentare sotto forma di granuli (pellet), che devono quindi essere fusi ed estrusi per poter essere spalmati sul supporto, oppure anche sotto forma di liquidi che lo impregnano. Nel caso in cui



FOTO FSCATECH



FOTO GIARDINI

Una racla in metallo spalma un sottile strato di materiale polimerico su un supporto tessile



FOTO GIARDINI

Glossario materiali, proprietà e tecnologie

Artificiale: materiale creato a partire da materiali naturali, elaborati attraverso un processo chimico.

Foularda, foulard o fularda: strumento usato nel settore tessile per strizzare il tessuto; è composto da due rulli dalla distanza e pressione regolabili.

Mano: aspetto tattile del materiale: può essere morbida o rigida, liscia o ruvida. È un termine mutuato dal settore tessile.

Nuvolatura effetto decorativo simile a un insieme di nuvole; viene usato per descrivere la trama naturale sulla superficie della pelle, che viene imitata nella pelle sintetica.

Racla barra o lama metallica che viene usata per spalmare in modo uniforme un materiale vischioso su un supporto, come per esempio un inchiostro su un cilindro inchiostatore.

Ramosa o rameuse: particolare tipo di forno usato nel settore tessile, che serve ad asciugare il rolo in continuo tramite aria calda.

Sintetico materiale creato a partire da materiali non naturali, attraverso un processo di sintesi chimica.

Termoplasticità: proprietà di un polimero acquistare plasticità (passando a uno stato viscoso, e quindi formabile), all'aumentare della temperatura, in modo reversibile.

TNT o tessuto non tessuto prodotto industriale simile al tessuto, ottenuto però da procedimenti diversi rispetto alla tessitura e alla maglieria. Le fibre non sono disposte in modo ordinato, ma casuale.



FOTO GIARDINI

le pelli sintetiche ottenute debbano essere stampate, viene preferita una colorazione bianca. In alternativa il materiale polimerico può essere tinto in massa.

Spalmatura, accoppiatura, coagulazione

Esistono diverse tecniche per abbinare il supporto alla resina: le principali sono la spalmatura, l'accoppiatura e la coagulazione. La spalmatura può essere diretta o indiretta; in questo secondo caso è nota anche come accoppiatura. Una terza tecnica è l'impregnazione, nota anche come coagulazione. Nel caso della spalmatura diretta il tessuto viene fatto passare, teso, attraverso una macchina spalmatrice che applica il materiale polimerico con una racla. In questo caso non vengono usate colle: la resina si attacca direttamente al supporto. Il prodotto spalmato mantiene l'aspetto del tessuto di base, sul quale possono essere applicate quantità molto basse di materiale polimerico. Il risultato non è una superficie con effetto pelle o liscia; quindi, è generalmente poco adatto a lavorazioni successive come la stampa digitale. La spalmatura può però avvenire anche in modo indiretto, o transfer. Il procedimento, a secco, è simile a quello che avviene nella stampa a sublimazione indi-

retta. La carta o il tessuto transfer per spalmatura non serve però per trasferire un'immagine al sottile strato di resina, ma una texture. A questo punto il film polimerico viene letteralmente incollato al supporto con colle solitamente a base poliuretanica. Il procedimento può avvenire a umido o a polvere (con polveri adesive termofondenti), in quelli che vengono definiti "gruppi di accoppiaggio"; la carta transfer viene poi scollata ed eventualmente riutilizzata. Le linee di coagulazione danno luogo a un processo a umido. Il supporto viene prima impregnato nel poliuretano e dopo in una soluzione di solvente (DMFA, dimetilformamide) e acqua. La coagulazione viene attivata attraverso una reazione chimica. All'uscita delle vasche di coagulazione una serie di fularde spremono il materiale, eliminando la soluzione coagulante. La coagulazione è usata soprattutto per ottenere materiali leggeri dalla mano particolarmente morbida; si possono realizzare anche materiali traspiranti e con effetti estetici che la rendono molto simile al vero cuoio.

Asciugatura, calandratura e goffratura

I materiali che escono dalle macchine spalmatrici, accoppiatrici e coagulatrici devono essere asciu-



gati in forni ad aria speciali detti ramosi. I parametri da tenere sotto controllo sono la velocità (m/min) e la temperatura delle rameuse, che dipende dal tipo di resina: il PVC ha bisogno di temperature tra 185° e 210°C, il PU tra i 90° e 150°C. I prodotti che risultano dalla coagulazione, dopo l'essiccazione vengono smerigliati sul retro e infine riavvolti. Per ottenere la texture tipica della pelle, ma anche altri effetti tattili, il materiale viene passato attraverso calandre o cilindri per goffatura. L'aspetto naturale viene ottenuto grazie a cilindri con le tipiche "nuvolature", che possono essere più o meno ampie, più o meno profonde, a seconda dell'effetto estetico che si vuole ottenere. Questa lavorazione viene realizzata a caldo, in modo da termoformare il materiale (sia PVC che PU sono materiali termoplastici).

La decorazione analogica e digitale

A questo punto la finta pelle può essere decorata e stampata, digitalmente e non. I rotoli possono essere preparati con speciali pretrattamenti che servono ad aumentarne l'adesione, la bagnabilità e le resistenze, a seconda del tipo di lavorazione e delle chimiche d'inchiostro che verranno usate. Il grande vantaggio di que-

sto materiale rispetto al vero cuoio – e uno dei motivi per cui i costi della produzione sono molto più bassi – è che può essere lavorato in modo industriale e continuo, dato che si presenta sotto forma di rotoli, con scarti minimi. Nel caso in cui i rotoli siano di dimensioni e peso notevoli sono necessari avvolgitori e svolgitori speciali. Tra le tecniche di decorazione tradizionali abbiamo la serigrafia, la tampografia, la flessografia, la stampa a quadri e a rotocalco. Per quanto riguarda la stampa digitale, le tecnologie d'inchiostro più usate sono l'UV, l'UV LED, Latex e la recente UVgel; benché venga usato anche l'ecosolvent. Tutti questi inchiostri permettono una buona resa colore e buone resistenze. A seconda della composizione chimica possono essere più o meno performanti: per questo motivo è necessario avere presente la destinazione d'uso del prodotto finito. Solitamente l'UV e UV LED hanno buone resistenze superficiali e una buona coprenza, che però non sempre vanno di pari passo con l'elasticità, e per questo possono essere poco indicati nel caso in cui il prodotto finito debba subire piegamenti ripetuti. Il latex ha una coprenza solitamente inferiore rispetto all'UV, ma essendo a base acqua è più ecosostenibile, e ha un'ottima elasticità (caratteristica fondamentale quando si



La pelle sintetica può essere lavorata e stampata in modo molto semplice: si presenta sotto forma di rotoli



FOTO FISCATTECH

pensa alle lavorazioni successive che deve avere la pelle sintetica: piegatura, taglio, cucitura). In generale, possiamo dire che non esiste la chimica d'inchiostro perfetta in ogni occasione, ma sta all'esperienza dello stampatore determinare quale sia la soluzione migliore sulla base del prodotto che deve essere realizzato. In alcuni casi è possibile lavorare le pelli sintetiche con particolari post-trattamenti protettivi che agiscono, come i pretrattamenti,

sulle resistenze. C'è un ulteriore aspetto da tenere in considerazione: sulla base dell'inchiostro o della vernice scelti si può avere la possibilità di nobilitare o meno il prodotto finito con hot foil. Di solito si sceglie di tenere in macchina inchiostri sovrastampabili, per motivi pratici. Nel caso in cui siano necessarie resistenze chimiche o meccaniche superiori, si può passare a quelli non sovrastampabili. Altri tipi di nobilitazioni sono le verniciature totali, o parziali.



FOTO FOR/TEX/EPSON

cotone

Un'immersione soffice, questa nel cotone. Ma parliamo poco di ovatta e tanto di filato, di tessuto, di stampa e tutto quello che ci sta intorno. Quello tessile è un settore molto antico e pieno di sapienza tecnica. Vediamo come si produce un tessuto di cotone, dal fiocco al finissaggio.



Contributo tecnico e scientifico di: Giuseppe Bosio (specialista tessile), Antonio Pasquariello (print specialist del team tecnico Monna Lisa, For.Tex/Epson), Maria Grazia Soldati (docente e ricercatrice, Politecnico di Milano).

Il cotone è un materiale che l'uomo usa da millenni, quotidianamente, in molte forme, dal batuffolo ai filati, dai vestiti alle lenzuola.

Raccontare cosa succede quando stampiamo il tessuto di cotone non è semplice. Iniziamo dal contesto: la stampa tessile "tradizionale", usata nell'abbigliamento e nell'arredamento, è un settore industriale a tutti gli effetti. Questo significa alti volumi produttivi, elevate velocità di processo, flussi di lavoro e procedure consolidate, grandi competenze tecniche degli operatori, investimenti importanti in attrezzature. Ma la stampa su tessuto di cotone esiste anche nella comunicazione visiva, benché abbia numeri decisamente più ridotti (e non solo come tirature): pensiamo soprattutto al merchandising, all'allestimento, e al DTG (*direct-to-garment*, soprattutto la stampa di magliette). Anche stavolta, e più di sempre, dobbiamo quindi tenere presenti le nostre consuete domande:

Qual è la destinazione d'uso del prodotto finito?

Che resistenze sono necessarie?

Quali lavorazioni sono necessarie per arrivare al prodotto finito?

Quali tecniche di stampa posso usare?

Quali chimiche d'inchiostro?

Da dove viene il cotone

Il cotone è un materiale organico di origine vegetale: il *Gossypium* è una pianta arbustiva che fa parte della famiglia delle Malvaceae, originaria del subcontinente indiano e delle regioni tropicali e subtropicali dell'Africa e delle Americhe. Si diffuse in Europa grazie agli arabi: la prima attestazione della parola "cotone" compare nel 1348, dal termine arabo *qutun*. Tutti abbiamo ben presenti le immagini dei campi in cui viene coltivata questa pianta, e la sua storia drammatica legata alla schiavitù. Oggi la raccolta dei fiocchi di cotone viene fatta soprattutto in modo meccanico, grazie a macchine aspiratrici, anche se nei paesi più poveri viene realizzata ancora a mano.

Dal fiocco al tessuto: i pretrattamenti

Il cotone, di origine vegetale, è una fibra idrofila, ovvero facilmente bagnabile (imbibibile). Questo significa che è più facile da trattare con pretrattamenti liquidi che servono a prepararli per la tintura e la stampa. I pretrattamenti vengono applicati al materiale in fiocco, ma anche in nastro, ai filati e agli stessi tessuti. Iniziamo dai fiocchi, che vengono aperti con l'apritoio, puliti e battuti con un organo battitore e un ventilatore per eliminare le impurità e ottenere fiocchi soffici.



Tela



Saia



Raso



In questa prima fase può avvenire anche la mischia. La cardatura serve a districare le fibre e dà origine ai nastri, che vengono accoppiati e stirati passando tra rulli che li rendono più sottili e omogenei. A questo punto possono essere anche pettinati, in modo da eliminare altre impurità, fibre troppo corte, neps e guscette. I nastri, ottenuti sia dalla cardatura che dalla pettinatura, vengono quindi accoppiati perché le fibre siano più parallele e la mischia sia più omogenea, e gli viene impressa una torsione. Questo è uno degli elementi che determinano la resistenza del filato: quanto più numerosi sono i giri impressi al metro, tanto più grande sarà la sua resistenza alla trazione, e viceversa. Durante questa fase di lavorazione il filato assume già caratteristiche ben precise, a seconda delle lavorazioni che subisce e della sua composizione: può essere più o meno resistente, più o meno elastico, più o meno puro, pulito. La digrezzatura serve a eliminare ulteriori impurità del cotone e a conferirgli un buon grado di idrofilia, necessario per il candeggio e la tintura. È composta da diverse fasi: bruciapelatura; sbozzimatura; prelavaggio con acidi; mercerizzazione; purga; candeggio.

**Un tessuto di cotone?
No, tanti.**

Con i filati di cotone possiamo realizzare gli stessi tipi di tessuti, e



quindi ortogonali o navetta, maglia, tufting e TNT (tessuto non tessuto).

Un po' di colore: la tintura

La tintura è una delle fasi della nobilitazione tessile che prevede l'applicazione di sostanze coloranti alle fibre (la tintura di fibra pura è più facile di quella di mischie). Questo può avvenire in diverse fasi della lavorazione: dal fiocco al filato, al tessuto, fino all'indumento finito. Prima avviene la tintura, nel processo, e tendenzialmente migliore sarà il risultato in termini di resistenza e brillantezza. Ma una tintura in fase iniziale implica grosse quantità, una lavorazione a lungo termine, tempi di produzione più lunghi e il rischio di dover stoccare e conservare il materiale tinto se non immediatamente usato. Per le fibre cellulosiche si possono usare diversi tipi di coloranti, ma i più diffusi e apprezzati per la loro solidità alla luce e a umido, oltre che per la loro brillantezza, sono quelli reattivi. La scelta della tintura dipende dalle lavorazioni che il cotone ha subito fino a questo punto: sta alla competenza e all'esperienza del tintore scegliere la chimica più idonea al tipo di impiego del tessuto, alle esigenze del cliente, alle resistenze e alle caratteristiche richieste.

La preparazione alla stampa

Se un tessuto è destinato alla stampa, capita spesso che venga pretrattato per migliorare le performance degli inchiostri (resistenze, brillantezza dei colori). Se nella stampa analogica questo passaggio è facoltativo, nella stampa inkjet è fondamentale. Gli inchiostri, più liquidi (e quindi diluiti) e più puri rispetto alle paste tradizionali, mancano di alcuni componenti necessari alla buona realizzazione del prodotto, come gli addensanti che impediscono l'espansione del colore oltre i confini dei disegni, o gli ausiliari che servono da imbibenti, antischiuma, acceleratori di fissazione dei colori.

Ciak, si stampa

La stampa tessile è, di fatto, una tintura localizzata che permette di riprodurre grafiche e disegni. È realizzata con diverse tecniche, analogiche (soprattutto, se consideriamo i volumi prodotti) e digitali (in grande espansione sia nel settore tessile tradizionale che nel DTG e nella comunicazione visiva). Le metodologie di stampa tessile si possono classificare sulla base del sistema di applicazione delle paste e degli inchiostri oppure sulla base della tipologia di lavorazione (nelle tabelle). La stampa diretta o in applicazione è

Glossario materiali, proprietà e tecnologie

Armatura le operazioni per montare il telaio ma anche il modo in cui ordito e trama si intrecciano (e in questo caso è detta anche costruzione).

Bagnabilità: capacità di una superficie di essere bagnata. A parità di temperatura e tipologia di liquido, dipende dalla levigatezza e dalle impurità presenti sulla superficie. Determina la forma che assume la goccia di colla sulla superficie: quanto più la bagnabilità è alta, tanto più sarà sottile lo strato di liquido.

Bozzima v. **sbozzimatura**.

Bruciapelatura bruciatura superficiale dei tessuti in modo da eliminare le estremità delle fibre che fuoriescono dai filati.

Candeggio decolorazione del cotone in modo da poterlo tingere o stampare con colori chiari e brillanti.

Costruzione v. **armatura**.

Cimosa: margine esterno della pezza che impedisce al tessuto di sfilacciarsi.

Filo si definisce così un materiale derivato da filo continuo. L'unico filo presente in natura è quello della seta. Altri fili sono di origine artificiale o sintetica. Il filo di poliestere viene impiegato soprattutto per usi tecnici e sportivi.

Filato materiale composto da fibre corte unite dalla torsione, che gli dà stabilità, ovvero filate insieme.

Finissaggio processi chimici, fisici o meccanici che agiscono sull'aspetto e sulle resistenze di un filo o filato.

Fiocco massa di fibre tessili elementari disposte in modo disordinato.

Guscetta particella di seme rimasta attaccata al fiocco di cotone.

Idrofobia o idrofobicità proprietà di un materiale di non assorbire e non trattenere acqua né all'interno né sulla superficie.

Mano si definisce "mano" di un tessuto la sensazione tattile che offre. La mano può essere morbida, rigida, cotoniera, laniera, per esempio, a seconda delle sensazioni che restituisce a chi tocca il tessuto.

Mercerizzazione o sodatura immersione in una soluzione concentrata di alcali che conferisce al tessuto aspetto brillante, lucentezza, elasticità e resistenza, facilità alla colorazione.

Mischia: quando una fibra tessile viene mescolata ad altre per migliorarla. Il cotone si trova spesso in mischia con il poliestere: il primo offre la possibilità di avere una mano naturale, "cotoniera", mentre il secondo dà stabilità, inguallcibilità, resistenza.

Nastro o top: fascio di fibre tessili discontinue allineate grossomodo tra loro, senza torsione.

Purga operazione che serve a pulire il cotone dal grasso e dal sudiciume, e ammorbidire le guscette, rendendo il cotone idrofilo.

Neps: nodo che si presenta tra le fibre del fiocco di cotone. Ramosa o rameuse: macchina per asciugare i tessuti dopo un trattamento a umido.

Sbozzimatura: trattamento in acqua calda con prodotti chimici per eliminare i residui della bozzima, sorta di colla distribuita in fase di preparazione alla tessitura.

Sintetico materiale creato a partire da materiali non naturali, attraverso un processo di sintesi chimica.

Top v. **nastro**.

Vaporizzazione: operazione che serve a fissare gli inchiostri sui tessuti, usando vapore acqueo.

Viscosità grandezza fisica che misura la resistenza di un fluido allo scorrimento.

Con la tecnologia digitale la progettazione di un capo è completamente rivoluzionata, con risparmio di tempo e materiali, e una totale libertà creativa

la tipologia più semplice, pratica ed economica: per questo – dove possibile – viene preferita a quella per corrosione o a riserva, che con la diffusione della stampa digitale hanno perso quote di mercato. I disegni vengono riprodotti direttamente su un solo lato del tessuto, bianco o comunque chiaro (per evitare che il colore del tessuto modifichi i colori della stampa), e vengono poi asciugati e fissati. La tecnologia digitale inkjet, che viene usata sia per applicazioni di tipo industriale con le stampanti scanning o single pass, sia per la *direct-to-garment* per la decorazione di una singola maglietta (e tutte le "misure" intermedie), ha avuto un grande sviluppo negli ultimi anni. I produttori hanno lavorato per migliorare le performance tecniche a ogni livello: dalla velocità (che ormai è paragonabile a quella dei sistemi di stampa tradizionali) alla risoluzione, dalla gestione degli inchiostri a quella dei tessuti. Le chimiche usate per stampare il cotone sono molte, e dipendono dal tipo di applicazione e dal tipo di lavorazione. Generalmente si presentano in pasta, e quindi con una viscosità elevata. Tutt'altro discorso per quelli usati nella stampa digitale, che devono passare attraverso gli ugelli delle teste di stampa sotto forma di gocce, e quindi sono necessariamente

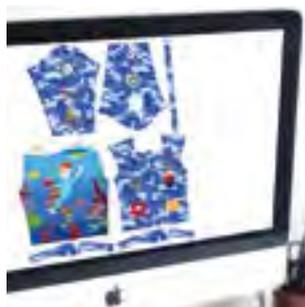


Foto FortTex/EPSON



Foto FortTex/EPSON



Foto FortTex/EPSON

meno viscosi e hanno una composizione più pura. Le chimiche principali usate nell'inkjet sono essenzialmente due: quella a base di coloranti reattivi e quella a base di pigmenti. I primi si legano chimicamente alle fibre, presentano colori brillanti e buone resistenze; hanno bisogno di pretrattamenti specifici per aiutare la penetrazione nei filati evitando al contempo l'espansione fuori dai confini del disegno, vista la loro composizione più liquida, e anche del finissaggio (vaporizzazione e lavaggio). Gli inchiostri a pigmento invece ricoprono le fibre senza legarsi a loro: per questo motivo riveste un ruolo davvero fondamentale il pretrattamento, che aiuta a fissarli al tessuto e ad aumentare le resistenze del prodotto finito. Non è invece necessario vaporizzare e lavare, ma solo fissare il colore. Quest'ultima tipologia di inchiostri è particolarmente versatile per il fatto che può essere usata praticamente su qualsiasi tipo di tessuto, naturale, artificiale e sintetico (anche se per ottenere resistenze e caratteristiche migliori ci sono ovviamente formulazioni diverse, proposte dai diversi produttori). Ma per questi due motivi le tecnologie di stampa che supportano chimiche a pigmento sono una valida opzione per quegli stampatori che sono interessati alla stampa su tessuto ma non

provengono dal settore tessile tradizionale.

Vaporizzazione, lavaggio, finissaggio e asciugamento

Vaporizzazione, lavaggio, asciugamento e finissaggio sono le ultime fasi di lavorazione dei tessuti, che servono a conferirgli particolari caratteristiche fisiche o visive e a renderli pronti per la commercializzazione. Questi passaggi cambiano soprattutto a seconda della chimica d'inchiostro usata. Nel caso del pigmento, infatti, basta l'asciugamento e la polimerizzazione del legante, e spesso queste due operazioni vengono svolte direttamente nella macchina da stampa o immediatamente dopo, con un processo in linea. Nel caso degli inchiostri reattivi, invece, sono necessari altri passaggi: stiamo parlando di vaporizzazione e lavaggio. Il primo, come dice il nome stesso, consiste nel sottoporre il tessuto a un bagno controllato di vapore acqueo per aiutare i colori a "svilupparsi", ovvero a fissarsi e ad assumere la brillantezza finale. Questa operazione è delicata e fino a poco tempo fa veniva svolta solamente fuori linea (e spesso a mano). A questo punto, però, i tessuti non sono ancora pronti per l'asciugamento in rameuse: sono ancora impregnati di addensanti, ausiliari, altri

prodotti chimici. Hanno bisogno di essere lavati: passano quindi in macchine che separano in modo chimico e meccanico queste sostanze dai tessuti. Tutti i tessili subiscono infine il finissaggio: un insieme di lavorazioni chimiche, fisiche o meccaniche che serve a conferirgli le proprietà richieste dalla loro destinazione d'uso. Vengono usati il calore per fissare tutte le sostanze, a cominciare dagli inchiostri (con un passaggio in rameuse); la pressione (con un passaggio in calandra); la frizione per modificare la superficie del tessuto (con un passaggio in calandra a frizione o calandra a bacinella, dove uno dei due cilindri ha velocità di rotazione superiore all'altro); tensione, per distendere il tessuto e influire sulle sue dimensioni (con un passaggio in rameuse di finissaggio); umidità e vapore per migliorare la pieghevolezza della fibra. Questi sono alcuni dei trattamenti di finissaggio "tradizionale" che possono essere applicati: antimacchia, easy care, ingualcibilità, lucidità, minimo stiro, morbidezza, opacizzazione, sostenutezza, stabilità dimensionale. Ma ci sono anche finissaggi "speciali", come smerigliature, garzature, spalmature, resinature, impermeabilizzazioni, laminature, applicazione di microcapsule.

Foto: ForiTex/EPSON



Vaporizzaggio

Foto: ForiTex/EPSON



Lavaggio

Foto: ForiTex/EPSON



Finissaggio

FOTO MESSEFRANKFURT



FOTO MIMAKI

poliestere

Il poliestere, esploriamolo in una particolare forma, che lo caratterizza nella maggior parte dei suoi usi: il tessuto. Lo conosci bene, perché è uno dei tessuti più diffusi al mondo, impiegato largamente anche nella comunicazione visiva: è alla base del soft signage. Viene usato nei settori più diversi (e talvolta inaspettabili).



FOTO MESSEFRANKFURT

Contributo tecnico e scientifico di Luca Bellotto (R&D, Symera), Giuseppe Bosio (specialista tessile), Silverio Bustone (Product Manager, Antex), Stefano Costacurta (CEO, Symera), Marco Scatto (Technology Transfer Expert, Polymer Scientist).

Il poliestere è una plastica, commercializzata nel 1948 in Inghilterra con il marchio commerciale Terylene.

Come sempre, anche nel caso del tessuto di poliestere, e in particolar modo del tessuto di poliestere stampato, il suggerimento è fare "reverse engineering". Partire dalle applicazioni, e quindi dal mercato di riferimento, dalle caratteristiche richieste al prodotto finito, per risalire al tessuto perfetto. Partire dalle domande, per trovare la risposta - e quindi il materiale migliore da stampare. Conoscere il materiale, le sue caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, sapere come è nato e come ha fatto a raggiungere la forma che ha, ti aiuterà a sceglierlo in modo più consapevole, e a offrire quindi un prodotto migliore ai tuoi clienti. Non solo: se sai cosa vuoi ottenere, puoi addirittura, progettare il supporto di stampa con le esatte caratteristiche estetiche e le precise resistenze di cui hai bisogno. Ecco qui alcune domande che è bene farsi:

Qual è la destinazione d'uso del prodotto finito?

Che resistenze sono necessarie?

Quali lavorazioni sono necessarie per arrivare al prodotto finito?

Quale tecnica di stampa posso usare?

Quali chimiche d'inchiostro?

Siamo andati alla scoperta dei poliesteri insieme ad alcuni grandi esperti del settore tessile. Sì, perché raccontarti del poliestere significa fare un viaggio anche nel mondo di filati, tessuti e finissaggi. Allaccia le cinture, si parte.

Tipi di fibre tessili

Le fibre usate nel settore tessile si distinguono tradizionalmente in tre grandi gruppi: naturali, artificiali e sintetiche. Le prime hanno - ma che sorpresa! - origine naturale. Le seconde sono ottenute dall'integrazione di materie prime di origine naturale con sostanze sintetiche. Le ultime, invece, sono ottenute da processi chimici. Tra queste ultime c'è il poliestere, appunto, insieme ad altre sostanze derivate dal petrolio.

Un po' di chimica, fisica e meccanica dei poliesteri

Dal punto di vista chimico, i poliesteri possono avere diverse strutture, ma fanno parte della stessa famiglia: tutti contengono il gruppo funzionale degli esteri nella loro catena carboniosa principale. Il poliestere più usato nel settore tessile è il polietilene tereftalato, noto come PET. Altri poliesteri diffusi sono il polibutilene tereftalato (PBT) e il politrimetilene tereftalato (PTT), facili da tingere



anche a bassa temperatura e dotati di caratteristiche peculiari: il primo è particolarmente elastico se testurizzato, il secondo offre la possibilità di avere una mano diversa. Questi sono tutti polimeri termoplastici, ovvero cambiano forma se sottoposti a calore. Nella famiglia dei poliesteri ci sono però anche alcuni materiali termoidurenti. I poliesteri hanno ottime proprietà fisiche e meccaniche: sono flessibili, tenaci, resilienti, elastici, stabili dal punto di vista dimensionale e hanno un basso peso specifico. Inoltre sono resistenti all'acqua e agli agenti chimici e fisici, all'usura, all'abrasione, al calore, alle pieghe (ed è questo sicuramente uno dei motivi del loro successo nell'abbigliamento). Durante ogni processo di lavorazione (estrazione, filatura e tessitura), queste proprietà possono essere potenziate o aggiunte grazie a procedimenti chimici, fisici o meccanici, detti "finissaggi": ingualcibilità, scarsa pelosità, traspirabilità (soprattutto quando si parla di microfibra), ma anche resistenza al fuoco, tinta in pasta, proprietà antibatteriche, antimuffa e anti UV. In fase di estrusione si può anche agire sulla sezione delle bave per ottenere effetti particolari: per esempio, con bave di sezione trilobata si ottiene una particolare lucidità del filo e quindi del tessuto. Creando cavità nelle

bave, invece, si ottengono fili più leggeri (a parità di diametro con un filamento a sezione rotonda) o più coprenti (a parità di titolo del filamento non cavo), con proprietà di coibenza superiori. È per queste loro proprietà che il poliestere è impiegato in modo massiccio nel settore tessile, dal fashion all'arredamento, dallo sport agli impieghi più tecnici. Ma sono in pochi a sapere che il tessuto di poliestere viene impiegato anche negli pneumatici, per esempio, o addirittura sotto il manto stradale, per drenare la pioggia e impedire alla ghiaia di spostarsi e di risalire o penetrare nel terreno causando assestamenti indesiderati e pericolosi

Le lavorazioni del poliestere

L'aspetto e la stampabilità del materiale finale dipendono in modo massiccio dalle lavorazioni intermedie che trasformano i chip o i fiocchi di poliestere prima in filo o filato e poi in tessuto. Nel mondo tessile, ci sono tre passaggi attraverso cui le materie prime assumono la forma finale: la filatura, la tessitura e il finissaggio (che può avvenire sia sul filo o sul filato che sul tessuto). Il poliestere non fa eccezione.

La filatura

Prima di iniziare, bisogna fare una

Tipi di tessuti

Un excursus dovuto sulle tipologie di tessuto. Questi concetti non sono validi solamente per il poliestere, anzi: ma sono una premessa necessaria per poter conoscere e scegliere i materiali tessili in poliestere migliori, soprattutto in funzione della stampa.

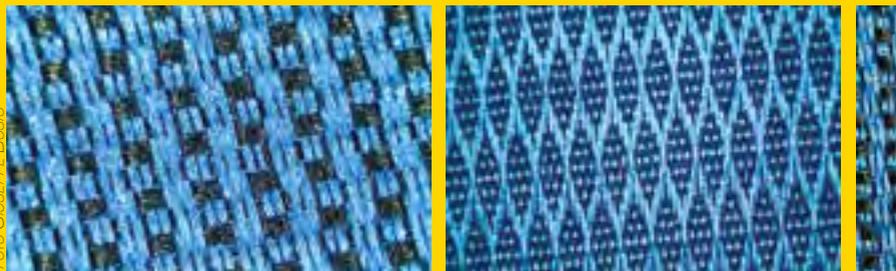
distinzione fondamentale tra "filo" e "filato", che non vale solamente per il poliestere ma per ogni tipo di fibra tessile. Il filo è quello continuo, mentre il filato viene ottenuto attorcigliando fibre di lunghezza diversa. Per intenderci: nel mondo delle fibre naturali si parla di "filo di seta", mentre il cotone, la lana, il lino sono filati, dato che si ottengono da fibre discontinue. Il poliestere è duttile: può essere trasformato in filo oppure filato, a seconda della materia prima, della lavorazione e della destinazione d'uso del prodotto finito. I fili di poliestere vengono impiegati generalmente in settori sportivi e tecnici, così come nel soft signage. Hanno un aspetto pieno e i tessuti con filo continuo hanno una mano liscia e uniforme. I filati sono più simili alla maggior parte delle fibre naturali, ed è proprio questo il motivo per cui vengono preferiti nella moda e nel fashion. L'aspetto dei tessuti ottenuti da filati è meno omogeneo e la mano è cotoniera. Non di rado, peraltro, il poliestere viene filato in mischia con fibre naturali, soprattutto il co-



tone, e dà origine al "misto cotone" o "misto cotone/poliestere". I fili di poliestere vengono prodotti da scaglie di materia prima (i chip), mentre i filati vengono prodotti generalmente da fiocchi simili ai fiocchi di cotone. Nel caso dei fili, i chip vengono fusi ed estrusi, formando filamenti detti "bave". Il polimero fuso passa in una filiera con un numero fisso di fori che formano le bave o filamenti. All'uscita dalla filiera i filamenti vengono raffreddati e uniti per formare il filo

Esempi di armature diverse di tessuto, al microscopio: creano micro-disegni

FOTO GIUSEPPE BOSIO



continuo. Più sottili sono le bave e più alte saranno morbidezza e traspirabilità del tessuto. Nel caso dei filati, i filamenti continui usciti dall'estrusore vengono tagliati a una lunghezza prestabilita che solitamente può essere come quella del cotone (denominato "taglio cotoniero") o della lana ("taglio laniero") e formano le fibre. Le fibre nei fiocchi vengono cardate, ovvero allineate, e poi pettinate. A questo punto vengono selezionate solamente quelle più lunghe e regolari. La qualità del filato, e quindi del tessuto, infatti, si misura anche dalla lunghezza delle fibre di cui sono composti: più lunghe sono, maggiore sarà la resistenza e minore la possibilità di formare i "pallini" (pilling). Per questo motivo, le fibre possono anche essere tirate fino a 5 volte la loro lunghezza iniziale, per orientare i polimeri così da conferirgli uniformità, resistenza, elasticità. A questo punto, con la filatura, viene formato il filato della titolazione richiesta. La

torsione del filo o del filato può avvenire a "s" oppure a "z", a seconda del verso che si sceglie. Quando si progetta un tessuto, è importante conoscere il tipo di torsione del filo scelto per evitare effetti indesiderati: per esempio, che il capo finale si attorcigli.

Quante sigle! Facciamo chiarezza

I fili e i filati di poliestere vengono spesso definiti con alcune sigle che ne definiscono la composizione. Per esempio, i filati da fiocco si chiamano PSF (Polyester-Staple Fiber). I filati POY (Partially Oriented Yarn) sono "parzialmente orientati": la velocità di filatura è più lenta rispetto a quella dei FOY o dei FDY, e in questo modo le loro molecole non sono completamente orientate. Prima di poter essere tessuti hanno quindi bisogno di ulteriori processi di lavorazione, come la stiratura o la testurizzazione. I filati completamente stirati in filatura, sono invece i FDY (Fully Drawn



Yarn); simili sono i FOY (Fully Oriented Yarn), che però non subiscono processi in temperatura. Entrambi vengono prodotti ad alte velocità: in questo modo vengono garantiti orientamento e cristallizzazione, che stabilizzano il materiale. I POY hanno resistenze più basse e allungamenti più alti dei FDY o FOY. I FDY o FOY possono essere usati direttamente in applicazione finale, come ad esempio in tessitura o maglieria, mentre i POY, per le loro caratteristiche di bassa resistenza e stabilità, no.

La tessitura

Il tessuto esiste dal neolitico. In oltre dodicimila anni di storia l'uomo ha sviluppato moltissimi modi diversi per intrecciare i fili in modo da produrre un tessuto. Modi talmente raffinati ed elaborati da poter creare pattern decorativi anche molto elaborati (pensiamo agli arazzi). Questi modi influenzano pesantemente l'aspetto e le resistenze del prodotto finale.

Il finissaggio

Per semplificare, nel mondo tessile tutte le lavorazioni che non sono filatura o tessitura e che servono a migliorare le caratteristiche di un tessuto vengono definite "finissaggio" (o "finitura"). Come per molti altri materiali, come per la pelle di cui abbiamo parlato su WIDE 43, non tutti questi processi avvengono per tutti i tessuti, ma viene costruito il "percorso di finissaggio" ideale in rapporto alla destinazione d'uso del prodotto finito. Il finissaggio del poliestere può avvenire in vari momenti: per esempio in estrusione vengono aggiunte ai chip particolari sostanze chimiche che conferiscono al filo proprietà ignifughe, antibatteriche, antimuffa, anti UV. Qui il polimero può anche essere tinto in pasta. In filatura si può agire su altre caratteristiche, con l'aggiunta di elastan, la testurizzazione, la talslanizzazione e la ritorzione. Molti finissaggi avvengono sul tessuto. Il primo serve a lavarlo da tutti gli

Glossario materiali, proprietà e tecnologie

Armatura in tessitura, questo termine indica le operazioni per montare il telaio ma anche il modo in cui ordito e trama si intrecciano (e in questo caso è detta anche “costruzione”).

Chip il granello di poliestere che viene fuso per essere trasformato in filo o filato. Un'altra forma che può avere questa materia prima è il fiocco.

Decitex (dtx) unità di misura della densità lineare del poliestere; corrisponde al peso in grammi di 10 km di filo.

Denaro (den) unità di misura della densità lineare del poliestere; corrisponde al peso in grammi di 9 km di filo.

Filo si definisce così un materiale derivato da filo continuo. L'unico filo presente in natura è quello di seta. Altri fili sono di origine artificiale o sintetica. Il filo di poliestere viene impiegato soprattutto per usi tecnici e sportivi.

Filato si definisce così un materiale composto da fibre corte, filate insieme. Sono filati la lana, il cotone, la canapa, ma anche il poliestere. È filato il poliestere riciclato ottenuto dalla lavorazione di fiocchi di PET. Filati di poliestere vengono usati nella moda, spesso in mischia con altre fibre naturali come il cotone.

Finissaggio processo chimico, fisico o meccanico che agisce sull'aspetto e sulle resistenze di un filo o filato di poliestere.

Fiocco: una delle forme che può avere il poliestere prima di essere filato e tessuto. Immagina un batuffolo, simile a quello del cotone. Questa è la forma che ha il poliestere riciclato prima di essere trasformato.

Mano si definisce “mano” di un tessuto la sensazione tattile che offre. La mano può essere morbida, rigida, cotoniera, laniera, per esempio, a seconda delle sensazioni che restituisce a chi tocca il tessuto.

Mischia quando una fibra tessile viene mescolata ad altre per migliorarla. Il poliestere si trova spesso in mischia con il cotone: il primo dà stabilità, ingualcibilità, resistenza, mentre il secondo offre la possibilità di avere una mano naturale, “cotoniera”.

olii, gli aloni e le macchie che possono danneggiare la stoffa: per i tessuti sintetici si chiama purga. Poi abbiamo il termofissaggio, che avviene in due passaggi: il tessuto viene immerso in vasche oppure spruzzato con chimiche sbiancanti (per ottenere il bianco ottico), ignifuganti, antibatteriche e

antimuffa, idrorepellenti ed eventuali tinture, e viene poi passato in un forno chiamato ramosa (rameuse) a 170-190°C per circa 20-25 secondi. In questa fase il tessuto può anche essere impregnato con un prodotto che facilita la sua impregnazione in caso di stampa: l'imbibente. È questo prodotto che

Pilling comparsa di peluria e palline (pill) di fibra su un tessuto; l'effetto pilling si forma con l'uso e la manutenzione del capo, soprattutto se le fibre di cui è composto il filato sono corte.

Plasma somministrando con una scarica elettrica energia a un gas si ottiene il plasma. È detto anche "quarto stato della materia", perché si aggiunge a quello solido, a quello liquido e a quello gassoso. Il plasma atmosferico viene usato come trattamento per promuovere l'adesione e la bagnabilità delle superfici.

Ramosa o rameuse macchina per asciugare i tessuti dopo un trattamento a umido.

Termoindurente: a differenza di quelli termoplastici, una volta prodotti i polimeri termoindurenti non possono essere fusi senza carbonizzare.

Termoplastico: se si aumenta la loro temperatura, i polimeri termoplastici assumono stato viscoso e possono essere formati. Una volta raffreddati, mantengono la forma che gli è stata data. Possono essere nuovamente sciolti e nuovamente formati.

Testurizzazione processo di finissaggio termomeccanico dei fili continui che deforma in modo permanente le fibre sintetiche. Può modificare la mano agendo sul volume e l'elasticità dei fili.

Tex unità di misura della densità lineare del poliestere; corrisponde al peso in grammi di 1 km di filo.

Titolo la finezza di un filo o un filato, ovvero la relazione tra lunghezza e peso. Il rapporto tra peso e lunghezza è detto titolazione diretta, è usato per le fibre sintetiche come il poliestere e si misura in Decitex. Per le fibre naturali e discontinue viene usata invece la titolazione indiretta, che corrisponde alla relazione tra lunghezza e peso.

serve per esempio per realizzare le bandiere, la cui decorazione deve essere bifacciale. A questo punto può avvenire un primo passaggio in calandra, detto calandratura, che in questa fase non serve per fissare o trasferire il colore della stampa, ma a lisciare o lucidare il tessuto. Ora possono avvenire due finissaggi diversi ma

concettualmente simili: la resinatura e la coatizzazione. Entrambi sono utili nel caso in cui i tessuti debbano essere stampanti con getto d'inchiostro, in particolare modo con tecnologia sublimatica. La resinatura consiste nella spalmatura di una resina sul retro del tessuto. Questo finissaggio viene usato anche per conferire



Invicta ha partecipato a Brand Revolution Lab 2019 con un progetto tutto dedicato al PET riciclato. La protagonista è stata un'installazione dedicata alla linea di prodotti Eco Material Project, realizzati in poliestere riciclato

proprietà antisfilo, di resistenza al fuoco e idrorepellenza. La coatizzazione è invece la spalmatura di una resina sul fronte del tessuto con una racla, per immersione oppure con un cilindro. Può agire su molte proprietà del materiale: resistenza all'acqua e ritardante di fiamma, protezione dai raggi UV e antimuffa. La coatizzazione modifica intensamente la natura del materiale: il poliestere diventa di fatto un supporto per la resina, e passa (letteralmente) in secondo piano.

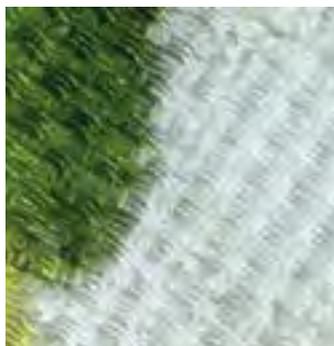
Stampare il poliestere (con qualche sorpresa)

Siamo arrivati alla stampa su poliestere, che nel settore tessile rientra nel finissaggio. Per prima cosa, bisogna distinguere tra poliestere coatizzato e non. Perché stampare il poliestere non è sem-

pre quello che sembra. La coatizzazione modifica la natura della superficie del tessuto, e influisce quindi pesantemente sulla, per esempio, stampare su un poliestere resinato con PVC o acrilico significa stampare su PVC o acrilico, con tutto ciò che questo comporta. La stampa "tessile" su poliestere non coatizzato, tradizionale o digitale, avviene principalmente con due chimiche di inchiostri: i dispersi per sublimazione e i pigmenti. I primi si legano chimicamente alle fibre di poliestere, anche grazie a un passaggio in calandra o pressa per circa un minuto a 180-200°C. Questo passaggio è necessario perché avvenga il processo di sublimazione, che fa sì che le molecole di inchiostro passino da solide a gassose, fissandosi al tessuto. I secondi ricoprono il filo senza legarsi chimicamente. Sono particolarmente indicati per promuovere adesione e bagnabilità degli inchiostri, vengono usati pretrattamenti di natura chimica (liquidi imbibenti) oppure fisica (come il trattamento al plasma atmosferico). Per i tessuti misto poliestere cotone, dato che possono ricoprire ogni tipo di fibra senza distinzioni. Entrambe queste chimiche possono essere stampate con tecnologia analogica (rotativa o manomacchina) o digitale. La tipologia di stampa più diffusa è la sublimazione, che può

Stampa analogica manomacchina: a ogni telaio corrisponde un colore

FOTO GIUSEPPE BOSIO



avvenire per via diretta o indiretta in due passaggi (stampa su carta transfer e trasferimento su poliestere con passaggio in calandra o pressa). Questa tecnologia non ha bisogno di pre o post-trattamenti: il passaggio a circa 200°C è necessario e sufficiente per fissare

gli inchiostri. Il poliestere coatizzato può essere però stampato anche con altre chimiche di stampa: latex, UV e UV-LED, ecosolvent. Vengono usate principalmente nel mondo della comunicazione visiva e del soft signage. In questo caso, per migliorare le resistenze,



FOTO RADIOGROUP



FOTO RADIOGROUP

TNT

Il TNT è particolarmente presente nelle nostre vite in questi ultimi anni. Sono realizzati in TESSUTO NON TESSUTO molti dispositivi medici e di protezione individuale (DPI) così necessari durante l'emergenza pandemica. Ma questo materiale è molto più diffuso di quanto crediamo, ogni giorno e in settori molto diversi.



FOTO RADIOGROUP



FOTO RADIOGROUP

Contributo tecnico e scientifico di Mauro Balossi (AD, Sublylife), Giuseppe Bosio (esperto tessile), Enrico Buriani (CEO Tessiture Pietro Radici SpA - RadiciGroup), Giancarlo Miotto (AD, TicTac Stampa), Marco Scatto (Technology Transfer Expert, Polymer Scientist). Nella stesura di questo articolo è stato consultato, tra gli altri, il volume Handbook of Nonwovens, a cura di S.J. Russell, pubblicato da Woodhead Publishing Limited e The Textile Institute nel 2007.

Il TNT è un materiale diffusissimo: è impiegato nei settori più disparati e “insospettabili”, come l’ingegneria civile o la manifattura industriale.

Oltre che per le sue caratteristiche fisiche e chimiche, che peraltro variano e di molto a seconda delle materie prime, viene apprezzato per la sua capacità di essere prodotto in grandi quantità (una sola fabbrica può produrre anche più di 3.000 chili di TNT l’ora) a costi contenuti. Ma ha anche alcuni punti deboli, che devono assolutamente essere tenuti in considerazione: il principale è la sua scarsa resistenza meccanica. Per questo viene usato soprattutto come materiale usa e getta. Conoscere le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche dei TNT ti aiuterà a scegliere in maniera più consapevole i materiali da stampare. Come sempre, tieni a mente alcune domande-guida:

Qual è la destinazione d’uso del prodotto finito?

Dove verrà usato fisicamente il prodotto finito?

Che resistenze sono necessarie?

Quali lavorazioni sono necessarie per arrivare al prodotto finito?

Quali tecniche di decorazione posso usare?

Non tutti i tessuti non tessuti vengono stampati: anzi, sono solo una piccola parte quelli che hanno la dignità di essere visti. Molti, se anche vengono stampati o decorati in qualche modo, hanno una destinazione d’uso funzionale e non decorativa o comunicativa. Ma bisogna anche ricordare che sono numerosi i materiali usati nel settore della visual communication che hanno un’anima in TNT: non viene stampato direttamente il tessuto non tessuto, ma il materiale che lo ricopre. È quindi necessario circoscrivere l’argomento: in questo capitolo parleremo dei TNT in generale, ma ci focalizzeremo su quelli che sono effettivamente stampati (o almeno stampabili) direttamente.

Le materie prime

Oltre il 90% dei TNT è composto da fibre sintetiche (come il poliestere o il polipropilene) o artificiali (come la viscosa), ma i tessuti non tessuti possono essere fatti anche di fibre naturali (come il cotone o la lana). Nei settori che ci interessano (comunicazione visiva, food & beverage e igienico-medical) sono le fibre sintetiche a farla da padrone, o al limite composizioni miste (per esempio, i fazzolettini igienici umidificati sono di viscosa e poliestere). I polimeri più usati per realizzare TNT sono il nylon, il



polietilene, ma soprattutto il poliestere e il polipropilene – e proprio su questi ci concentriamo in questo capitolo.

Insieme costituiscono quasi il 90% delle fibre usate nel mercato (fonte: *Nonwoven Textiles 1997-2007 World Survey*, Tecnon circa due terzi del TNT prodotto in tutto il mondo è in polipropilene (fonte: *Nonwoven Textiles 1997-2007 World Survey*, Tecnon); perché questo successo? Anche il polipropilene, noto anche come PP, è un polimero termoplastico, proprio come il poliestere. È il materiale di cui sono fatti moltissimi oggetti di uso quotidiano, dagli zerbini agli scolapasta, dalle etichette delle bottiglie di plastica alle custodie dei CD, dalle capsule per il caffè ai bicchieri bianchi usa e getta. È particolarmente apprezzato per produrre TNT per vari motivi: innanzitutto fonde a circa 160 °C, mentre il poliestere si deforma a temperature comprese tra i 225 e 240 °C, e questo rende più economici i processi di interlacciatura termici (li vediamo nel dettaglio più avanti). Inoltre, ha una densità specifica inferiore a quella del poliestere: questo significa che un TNT in polipropilene, a parità di volume, sarà più leggero di uno in poliestere. Ha un'idrofobia intrinseca che può essere modificata con finissaggi in massa e superficiali. È anche stabile dal punto di

vista chimico (non si deteriora); resiste al degrado biologico (muffa e sudore); non si sporca facilmente. Ha infine una buona resistenza meccanica e all'abrasione (v. *Handbook of Nonwovens*, 2007). Nel settore della comunicazione visiva vengono però spesso privilegiati i TNT in poliestere: questo perché è possibile stamparli anche in sublimazione (il polipropilene fonderebbe).

Il deposito delle fibre continue e discontinue

I TNT in materiali sintetici e artificiali possono essere prodotti a partire da fibre discontinue o da fibre continue. Nel caso della fibra discontinua il processo produttivo si svolge in due passaggi: prima vengono prodotte e tagliate le fibre, e poi si procede alla fabbricazione del TNT. Nel caso della fibra continua il processo produttivo è continuo: si parte dalla materia prima per arrivare direttamente al rotolo di prodotto finito.

La lavorazione della fibra discontinua

Ci sono diversi modi per trasformare una balla di fibra tessile discontinua in un velo pronto per essere interlacciato. Le tecniche di deposito sono: il dry-laid, ovvero una sorta di cardatura (come quella che viene fatta per la lana



o il cotone), in cui le fibre vengono separate e direzionate; l'air-laid, che si può considerare in effetti un tipo di dry-laid, in cui le fibre vengono trasportate su un tamburo in modo pneumatico; e infine il wet-laid, in cui le fibre vengono trasportate da un getto d'acqua. In questi ultimi due casi (air-laid e wet-laid) le fibre vengono depositate in modo casuale, non hanno una direzione precisa. La tecnica del dry-laid trae la sua origine dal mondo tessile, mentre quella del wet-laid dal mondo della carta (la cui tecnica produttiva in effetti presenta numerose analogie con quella del TNT). I TNT ottenuti tramite dry-laid costituiscono il segmento più ampio del mondo dei non tessuti. Le fibre del materiale ottenuto possono essere disposte in modo random, a croce, oppure allineate longitudinalmente o trasversalmente. Se questo materiale non subisce ulteriori lavorazioni si definisce "ovatta", e viene impiegato per esempio nel settore igienico-sanitario o in sartoria e tappezzeria.

La lavorazione della fibra continua

I TNT da fibra continua vengono prodotti in un unico passaggio, dalla materia prima al prodotto finito. Il processo produttivo è

compatto ed economicamente conveniente. La tecnica di deposito delle fibre continue, sintetiche o artificiali, viene detta polymer-laid. Si parte dai polimeri in forma di granuli (detti anche chip o pellet); vengono inseriti in un estrusore, un cilindro al cui interno gira una vite che mescola e fonde tutto il materiale. Al polimero possono essere aggiunti additivi che servono a modificarne alcune caratteristiche e proprietà: elasticità, idrorepellenza, resistenza al fuoco o alla luce. Il polimero fuso entra nella filiera, da cui escono fili molto sottili: pesano circa 2 o 3 denari e il loro diametro può andare dai 15 ai 25 micron. I fili prodotti hanno caratteristiche diverse a seconda di come vengono ottenuti; alcuni tipi di TNT prendono nome dal processo di estrusione dei fili da cui sono composti: i fili dello spunbond vengono semplicemente fusi; quelli del meltblown sono fusi e per favorire l'indurimento passano attraverso un getto di gas ad alta velocità; quelli del flashspun cambiano composizione chimica a causa della rapida evaporazione del solvente proprio durante l'estrusione. Per aumentarne la resistenza meccanica, i fili subiscono un processo di stiro che ne orienta le molecole. Lo stiro viene svolto con aria oppure attraverso un processo meccanico, passando il filo in rulli a diversa velocità.

Glossario materiali, proprietà e tecnologie

Agugliatura o needle punching: processo con cui si compatta il materasso di fibre uscito dalla carda, attraverso aghi in metallo che si muovono in verticale.

Agugliatura ad acqua, hydroentanglement o spunlace: processo di coesione del materasso di fibre simile all'agugliatura tradizionale, realizzata tramite getti d'acqua ad alta pressione.

Artificiale: materiale creato a partire da materiali naturali, elaborati attraverso un processo chimico.

Cardatura: processo che assottiglia e raddrizza la massa di fibre tessili passandole in una "carda", una macchina composta da due rulli muniti di dentini in metallo.

Decitex (dtx): unità di misura della densità lineare di un filo o filato, comunemente usata in ambito tessile; corrisponde al peso in grammi di 10 km di filo.

Denaro (den): unità di misura della densità lineare di un filo o filato, comunemente usata in ambito tessile; corrisponde al peso in grammi di 9 km di materiale.

Densità o finezza: unità di misura del TNT; misura la quantità di fibra per centimetro quadrato (fibra/inch²).

Fibre tessili: prodotti fibrosi naturali, sintetici o artificiali che possono essere trasformati in filati e tessuti. Possono essere discontinue, in inglese staple fiber (che nel caso in cui vengano filate danno origine a filati), oppure continue (fili).

Filo materiale composto da una fibra continua. L'unico filo naturale è la seta; gli altri sono di origine artificiale o sintetica.

Filato materiale composto da fibre corte, filate insieme. Sono filati la lana, il cotone, la canapa, ma possono esserlo anche materiali sintetici e artificiali.

Finezza v. densità.

Finissaggio processo chimico, fisico o meccanico che agisce sull'aspetto e sulle resistenze di un filo, un filato, un tessuto.

Idrofobia o idrofobicità: proprietà di un materiale di non assorbire e non trattenere acqua né all'interno né sulla superficie.

Interlacciatura o coesionamento: tecnica che conferisce compattezza al materasso di fibre, dando origine al TNT senza usare la tessitura.

Mangano: macchina formata da tre cilindri ruotanti che comprimono il tessuto; la manganatura schiaccia il filato in modo da appiattirlo e chiudere gli interstizi.

Needle punching v. agugliatura.

Ovatta semilavorato di alcune lavorazioni tessili, costituito da un insieme di sordinato di fibre; opportunamente trattata o sterilizzata viene usata nel settore sanitario, in sartoria e tappezzeria.

Sintetico materiale creato a partire da materiali non naturali, attraverso un processo di sintesi chimica.

Spunlace v. agugliatura ad acqua.

Termoplasticità proprietà di un polimero acquistare plasticità (passando a uno stato viscoso, e quindi formabile), all'aumentare della temperatura, in modo reversibile.

Titolo la finezza di un filo o un filato, ovvero la relazione tra lunghezza e peso. Per le fibre sintetiche è usata la titolazione diretta, che si misura in Decitex.

Through-air o thru-air bonding: tecnica di coesionatura della fibra che impiega aria calda.

Solitamente i fili usati per i TNT vengono stirati ad aria e successivamente raffreddati.

L'interlacciatura

A questo punto le fibre sia discontinue sia continue (sotto forma di rete bidimensionale, detta web, o tridimensionale, detta batt) vengono depositate su un tappeto aspirato e sottoposte a una lavorazione che gli permette di mantenere la coesione e la stabilità dimensionale. In ogni caso bisogna tenere presente che nessun TNT avrà le stesse resistenze meccaniche di un tessuto o di una maglia. Esistono diverse tecniche per interlacciare le fibre. L'agugliatura in inglese è detta needlepunching, letteralmente "punzonatura ad ago": sono infatti aghi in metallo a interlacciare le fibre in modo da renderle più stabili dimensionalmente (in modo unidirezionale o multidimensionale, o ancora in modo da creare texture particolari). È una tecnica usata spesso con TNT prodotti tramite dry-laid. Lo spunlace o hydroentanglement, letteralmente "intreccio ad acqua", è una tecnica di interlacciatura simile all'agugliatura, ma in questo caso gli aghi sono sottilissimi ma potenti getti - veri e propri aghi - d'acqua. Più delicata dell'agugliatura tradizionale, non rovina le fibre tessili. Il

termobonding e il throughair bonding sono tecniche che usano il calore per stabilizzare le fibre: nel termobonding il calore è diretto, impresso tramite cilindri riscaldati e puntinati; nel throughair bonding è indiretto, trasmesso tramite getti di aria calda. Le fibre possono essere coesionate anche con un procedimento chimico, attraverso sostanze adesive spruzzate, imbrevate o cosparse sul tessuto e fissate con un passaggio in calandra o mangano. Un'altra tecnica consiste nella cucitura, con filo o senza: si chiama stitchbonding o maliwatt (dal tipo di telaio con cui viene prodotto il TNT). Un'ulteriore tecnica di coesione prevede infine l'uso di ultrasuoni.

Il finissaggio: bruciapelo e trattamenti superficiali

Nel mondo tessile tutte le lavorazioni che servono a migliorare le caratteristiche di un tessuto vengono definite "finissaggio" (o "finitura"). Questo vale anche per il TNT, che viene trattato proprio come un tessuto vero e proprio. Come possiamo immaginare, la superficie dei TNT non è particolarmente liscia e omogenea. Per eliminare i peli, i tessuti non tessuti possono passare in una macchina detta "bruciapelo", che brucia la peluria con becchi a gas o sbarre arroventate. Il TNT può

anche subire trattamenti superficiali (bagni o spray) che ne migliorano determinate caratteristiche: idrorepellenza, resistenza al fuoco, resistenza agli acari, antibattericità... Rispetto agli additivi aggiunti in massa questi trattamenti sono meno resistenti e duraturi, perché non penetrano nella fibra. Lo stesso avviene per la tinta: se realizzata a questo punto del processo produttivo interessa solamente la parte superficiale dei fili. Le chimiche usate dipendono dai materiali di base.

**Altri finissaggi:
accoppiatura, resinatura,
coatizzazione, laminazione**

Il TNT viene spesso usato insieme ad altri materiali: hanno un'anima in TNT, per esempio, i banner in PVC e le borse in pelle sintetica, ma anche i tubi di gomma. Proprio come i tessuti, anche i TNT possono subire diversi finissaggi. Possono essere accoppiati ad altri materiali, magari impermeabili. Possono essere "resinati" sul retro o "coatizzati" sul fronte, per aumentare la stampabilità ma conferire anche proprietà antisfilo, di resistenza al fuoco e idrorepellenza, resistenza all'acqua, protezione dai raggi UV e antimuffa. La coatizzazione modifica intensamente la natura del materiale: il TNT diventa di fatto un supporto per la resina, e

passa (letteralmente) in secondo piano. La pelle sintetica spesso non è altro che TNT coatizzato. Infine, i tessuti non tessuti possono essere laminati, cioè protetti con una lamina funzionale o decorativa, trasparente o colorata. La laminazione conferisce al materiale una perfetta impermeabilità, e per questo viene adottata per esempio nella produzione di dispositivi medici e dispositivi di protezione individuale (DPI).

**La decorazione:
stampa e goffratura**

I TNT, ovviamente, possono essere anche decorati. A seconda del materiale di cui sono composti, delle loro caratteristiche fisiche e delle destinazioni d'uso dei prodotti finiti possono essere stampati con tecnologie analogiche oppure digitali. Tra le tecnologie analogiche vengono usate la serigrafia, la flessografia, la stampa a rotocalco. Anche il getto d'inchiostro viene usato spesso: eco-solvent, latex, UV e UV-LED (magari con pretrattamenti specifici per migliorare l'adesione degli inchiostri). Nel caso in cui il TNT sia di poliestere (e quindi sopporti le temperature necessarie per il passaggio in calandra) è particolarmente diffusa la stampa a sublimazione, soprattutto indiretta: il fatto di non dover stampare di-

*Un tappeto in TNT stampato in digitale
con sublimazione indiretta*



rettamente la superficie irregolare e pelosa del tessuto non tessuto minimizza i rischi per le testine. Quando si stampa il TNT si devono usare alcune accortezze, come fare delle prove per valutare l'eventuale restringimento longitudinale e trasversale in seguito all'asciugatura o al passaggio in calandra. Le prove di stampa servono anche a controllare la resa dei colori ed eventuali viraggi dovuti alle sostanze usate nel processo di fabbricazione del materiale. Sono

elementi potenzialmente critici, e quindi da tenere in considerazione, anche la finezza e la planarità del tessuto. Un'altra lavorazione alla quale può essere sottoposto il TNT è la goffratura, realizzata con una calandra in acciaio che incide una decorazione lineare. Con la nobilitazione di stampa e goffratura anche un materiale "umile" come il TNT può così ricoprire un ruolo da protagonista in un mercato esigente come quello della comunicazione visiva.

Nell'era digitale, la pubblicità out-of-home è diventata persino più importante. Ormai, ben poco può svincolarci dalla nostra display-dipendenza (telefoni, monitor, televisori); ma una fantastica pubblicità per esterni (out-of-home/OOH) o un espositore instagrammabile può ancora attrarre alla grande la nostra attenzione. Quello che ti serve sono idee innovative, e la giusta tecnologia di stampa per convertirle in presentazioni visive uniche. È proprio in quei momenti in cui le persone si staccano dai display che puoi affascinarle e mantenere alta la loro attenzione.

CARTONE ONDULATO

MATERIALI ADESIVI

PLASTICA

PVC

COMMUN

VISUAL GRAPHIC COMMUNICATION

cartone ondulato

Brevettato in Inghilterra alla metà dell'Ottocento. Usato per contenere e trasportare, proteggendoli, cappelli alti come le tube. Diffuso grazie a un'azienda di nome Kellogg's (quella dei cereali, sì). Il cartone ondulato ha una storia lunga e affascinante, e a distanza di due secoli la sua fortuna non accenna a diminuire.



Contributo tecnico e scientifico di Savino Corvasce (titolare, Corvasce Design), Piero Di Carlo (tecnico, Cartiere Modesto Cardella), Fabio Panetta (segretario ASSOGRAFICI), Luca Pedrotti (titolare, Innova Group), Eladio Lerga (I+D Engineer, Barberán), Paolo Zaninelli (formatore tecnico e coordinatore del settore cartario dell'Istituto Salesiano San Zeno).

Il cartone ondulato non è certo un mistero per te, soprattutto se sei uno stampatore.

Lo hai avuto tra le mani infinite volte, probabilmente lo hai anche stampato almeno una volta, o usato come supporto per l'accoppiamento. Rispetto ad altri materiali di cui abbiamo parlato, lo conosci sicuramente molto bene. Forse addirittura meglio di noi. In fondo, è fatto di carta, no? Allora non parleremo tanto di stampa sul cartone ondulato. Non ti diremmo molto di nuovo rispetto a quanto sai già. Proveremo a raccontarlo in un modo diverso. E partiremo da alcune domande fondamentali che tu e il tuo cliente vi farete:

Qual è la destinazione d'uso del prodotto finito?

Dove verrà usato il prodotto finito?

Che resistenze sono necessarie?

Quali lavorazioni sono necessarie per arrivare al prodotto finito?

Quale tecniche di stampa posso usare?

Anche nel caso del cartone ondulato la destinazione d'uso è fondamentale. A seconda di come verrà impiegato e trasformato, si deve saper scegliere il prodotto giusto. Per esempio, un cartone

riciclato avrà resistenze basse, e potrà essere usato come imballo per prodotti non pesanti che non rischiano di entrare in contatto con l'umidità. Al contrario, se devo costruire un oggetto di mobilio in cartone, destinato a un uso massiccio magari durante una fiera o un evento, le resistenze dovranno essere molto superiori. Dovrò scegliere cartoni in fibra vergine, realizzati magari con collanti a base polimerica. Tieni presenti queste domande, leggendo questo capitolo e se dovrai scegliere un cartone ondulato. Ora però partiamo, senza indugio.

Caratteristiche fisico-meccaniche

Il cartone ondulato presenta caratteristiche di particolare resistenza ed elasticità, superiori alla somma di quelle dei materiali di cui è composto. Questo è possibile grazie alla particolare conformazione fisica del cartone ondulato, che è il risultato di un'ingegnosa combinazione di fogli di carta tesi usati per le copertine interna ed esterna, e fogli di carta ondulata usati per la cosiddetta "onda" o ondulazione. Nel caso in cui il cartone ondulato presenti più strati di onde, si parla di cartone multionda, a doppia o tripla onda. In questi casi, le onde vengono separate da un foglio di carta detta

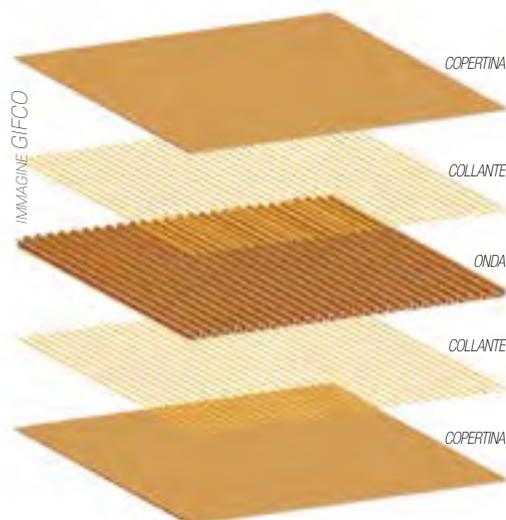
"foglio teso". Ogni ondulazione serve a comporre una serie di triangoli: è questa forma geometrica che garantisce la resistenza alla compressione verticale del materiale. Idealmente ogni carta da ondulazione dovrebbe formare un triangolo equilatero, in sezione. In realtà, per motivi pratici legati alla lavorazione della carta, è impossibile ottenere questa forma: viene originata una sinusoide. La sinusoide permette un'incollatura più agevole e la carta usata per l'onda non subisce pieghe. Inoltre, la forma arrotondata delle onde assicura una certa elasticità del prodotto finito: è questa caratteristica che permette al cartone ondulato di funzionare da cuscinetto tra l'esterno e il contenuto della scatola, ammortizzando eventuali urti.

Le resistenze: copertina, onda, cartone ondulato e scatola

Il cartone ondulato è impiegato nella cartotecnica ma anche nell'interior design, nel design tout court e nella confezione di packaging di lusso. A seconda del processo di produzione e della destinazione d'uso, deve avere determinate caratteristiche fisiche e meccaniche, che vengono garantite dalle materie prime e dalle lavorazioni. È quindi fondamentale conoscere le resistenze

del cartone ondulato finito, così come avere la garanzia della sua perfetta planarità. Inoltre, se i prodotti finiti devono essere decorati o devono presentare scritte funzionali, è importante conoscere anche la stampabilità della carta delle copertine, soprattutto quella esterna. Queste resistenze vengono misurate con strumenti particolari, a seconda della tipologia di carta usata. Le carte da copertina vengono testate per la resistenza allo scoppio; alla lacerazione sul bordo; alla delaminazione interna; alla compressione verticale; all'assorbimento di umidità (indice Cobb); alla permeabilità all'aria (indice Gurley), perché spesso i cartoni ondulati nelle linee di produzione vengono movimentati grazie a ventose; all'attrito, ovvero la capacità dei fogli di carta di non scivolare quando sono sovrapposti; alle doppie pieghe, ovvero la capacità di una carta di subire pieghe alternate senza rompersi; alla trazione. Le carte da onda invece vengono sottoposte al Concora Medium Test (CMT) e allo Short-span Compression Test (SCT). Oltre a queste prove specifiche per ciascun tipo di carta, ci sono altri valori che sono importanti per entrambi: la porosità, ovvero il volume dei pori e degli interstizi in uno strato fibroso, che possono essere passanti oppure chiusi; la pulizia, ovvero l'assenza di impurità (mac-

chie, schegge, nodi); lo spessore; la spera, ovvero l'aspetto della carta osservata per trasparenza contro una sorgente luminosa, che può essere uniforme (spera unita), fioccosa o nuvolosa; la grammatura. Altri test vengono poi fatti non sulle carte ma direttamente sul cartone ondulato, come il Cobb per misurare la resistenza, l'Edge Crush Test (ECT) per misurare la resistenza alla compressione del cartone (posizionato in verticale sotto alla pressa), e il Flat Crush Test (FCT) per misurare la resistenza alla compressione del cartone (posizionato in piano sotto la pressa). Infine, ci sono test che vengono fatti non sulle carte o sul cartone ondulato, ma sulla scatola finita, come il Box Compression Test. La planarità del cartone ondulato finito è un elemento cruciale per la stampa, sia analogica che digitale. Le ondulazioni, che servono a dare la resistenza e l'elasticità, possono diventare estremamente visibili se la carta delle copertine non ha un'adeguata grammatura, e quindi interferire con la qualità di stampa. Inoltre, se le due copertine non procedono perfettamente parallele, il cartone si imbarca e dà origine a problemi molto seri in tutte le lavorazioni successive. In generale, la planarità è tanto più facile da ottenere quanto più vengono usate carte di buona grammatura insieme a onde di passo ridotto.



Il cartone ondulato ha proprietà di resistenza ed elasticità superiori alla somma di quelle dei materiali di cui è composto. Questo è possibile grazie alla sua particolare conformazione: due copertine che racchiudono un foglio ondulato

Il cartone ondulato? È composto da tanti tipi di carta

Le carte usate per produrre il cartone ondulato sono molte, e spesso sono diverse tra copertina interna, onda e copertina esterna. Ciascuna bobina deve avere caratteristiche peculiari, e la composizione del cartone ondulato dipende dalla destinazione d'uso del prodotto finito e dalle resistenze necessarie. La prima differenza, quindi, tra le carte, dipende dalla posizione che queste avranno all'interno del cartone ondulato.

Le carte da copertina

Le carte da copertina sono di tre tipi: kraftliner o kraft (K), le più resistenti prodotte da fibre vergini; liner (L) e test (T), che garantiscono determinate resistenze richieste dalle normative GIFCO (Gruppo Italiano Fabbrianti Cartone Ondulato) e sono prodotte da carta riciclata; camoscio (C), prodotte da macero ma che non hanno resistenze standard. Tutte e tre nella loro versione base hanno un colore marroncino, il tipico color "avana" che immediatamente ci viene in mente se pensiamo al cartone ondulato. Per ciascuna esistono versioni bianche, ottenute accoppiando un leggero strato di carta bianca su una base di carta avana. Nel caso di carte kraft si usa pasta bianchita con processi "chlorine free" (senza cloro), nel caso di carte riciclate si usano carte da macero selezionate bianche. Si trovano in commercio anche carte colorate in pasta di altre tonalità: vengono usate per produzioni particolari, e vengono richieste soprattutto nel segmento del design e del packaging di lusso. Dal momento che sono visibili, le carte da copertina non devono solamente rispondere a determinate caratteristiche meccaniche, ma devono soddisfare anche requisiti di carattere estetico: devono avere una superficie omogenea,

senza macchie. Questo aspetto non è particolarmente sentito quando si parla di carte prodotte da fibre vergini, mentre diventa cruciale quando le carte vengono prodotte da macero. In questo caso, all'interno di una balla di carta di recupero si possono trovare elementi contaminanti di varia natura: resine, inchiostri, plastiche. Questi elementi vengono eliminati (o almeno ridotti) in modo meccanico prima della preparazione degli impasti. Per produrre la carta kraftliner (il termine Kraft in tedesco significa "forza") si usano fibre vergini, cioè prodotte partendo da legno e piante. Rispetto alle fibre riciclate, le fibre vergini sono infatti più resistenti. Per la carta kraft viene usato un misto di conifere e latifoglie: le prime in proporzioni maggiori (circa l'80%), perché hanno fibre più lunghe e la carta che si ottiene ha una qualità superiore e maggiori doti di resistenza alla lacerazione e alla piegatura. Le carte liner e test sono prodotte da carta riciclata, cioè da una miscela di maceri di qualità diversa, che dipendono dal materiale di partenza. I diversi tipi di macero vengono classificati con le prime quattro lettere dell'alfabeto: A sono i maceri di qualità inferiore, B quelli di qualità intermedia, C quelli di qualità superiore e D quelli di qualità kraft. Hanno resistenze inferiori rispetto alle kraft, i cui valori seguono

no le normative che certificano la produzione del cartone ondulato stabilite da GIFCO. Anche le carte camoscio sono prodotte a partire da macero. A differenza delle liner e test non devono rispettare particolari caratteristiche meccaniche. Per questo motivo la miscela di macero usata è di qualità inferiore: contiene solo una piccola percentuale di cartone, ed è composta per la maggior parte da cartaccia e materiale non selezionato. Le carte camoscio, che venivano usate come fogli tesi tra le due ondulazioni o come copertine interne, oggi non sono più in commercio.

La collatura delle copertine

Le carte da copertina, interne ma anche esterne, devono avere una certa resistenza all'assorbimento di liquidi: non solo perché devono isolare il contenuto dall'ambiente esterno, proteggendolo, ma anche perché vengono a contatto con sostanze umide nel processo di produzione. Pensiamo per esempio alle colle usate per formare le scatole, o allo stesso processo di stampa. Le carte da copertina vengono quindi spesso trattate con sostanze collose, per ridurre la porosità e quindi aumentare l'idrofobicità superficiale. La collatura si definisce "in massa" quando la sostanza adesiva vie-

ne aggiunta direttamente all'interno della pasta. Questo tipo di collatura garantisce il medesimo grado di impermeabilità a tutto lo spessore della carta. La collatura "in superficie", invece, trasforma solamente la superficie della carta, rendendola oltre che idrofoba anche più liscia e omogenea. Aumenta anche la resistenza allo scoppio, alla trazione, all'abrasione e allo strappo superficiale. Questo trattamento avviene generalmente in linea, dopo la pressa collante (size-press). Le sostanze usate per la collatura possono essere di origine naturale, come l'amido, oppure a base di polimeri sintetici. Per i prodotti che sono destinati alle celle frigorifere o che possono andare a contatto diretto con materiali umidi, si possono usare anche polimeri che rendono la carta "umido-resistente": ciò diminuisce però la capacità di riciclo e rendono la carta non completamente biodegradabile.

Le carte da ondulazione

Anche le carte usate per produrre l'onda si possono classificare per grammatura e tipi. La classificazione CEPI ContainerBoard le classifica in semichimica (S), medium (M), medium a grammatura leggera (LWM). La carta semichimica viene prodotta con una miscela di pasta semichimica oppure con

Glossario materiali, proprietà e tecnologie

Altezza distanza tra il punto più alto e il punto più basso dell'onda. Questo valore non coincide con lo spessore del cartone, che tiene in considerazione anche lo spessore delle copertine e degli eventuali fogli tesi.

Accoppiaggio: processo che unisce due o più carte o cartoni.

Amido: polisaccaride che costituisce la maggior parte dei carboidrati alimentari. Viene anche usato per produrre carta e colle.

Assorbimento d'acqua Cobb, prova o test di: misura in g/m² la quantità di acqua distillata che viene assorbita da un cartone ondulato sottoposto a una pressione di colonna d'acqua di 1 cm in un certo tempo. Questo valore è utile per valutare la stampabilità del cartone.

Collatura: trattamento idrofobizzante a cui può essere sottoposta la carta, soprattutto se usata per le copertine.

Box Compression Test (BCT): misura la resistenza di una scatola di cartone ondulato vuota alla compressione verticale, cioè quanti chilogrammi può portare una scatola prima che si deformi.

Canneté o carta ondulata: prodotto che risulta accoppiando un solo foglio teso e un foglio ondulato. Meno resistente del cartone ondulato, non è rigido, ma può essere avvolto attorno a forme irregolari.

Concora Medium Test (CMT): misura la resistenza alla compressione superficiale di una striscia di carta ondulata.

Corrugated Crush Test (CCT) misura la resistenza alla compressione di una striscia di cartone ondulato.

Coefficiente di ondulazione: rapporto tra la lunghezza della carta ondulata e quella della copertina.

Copertina: ciascuna delle due carte tese che racchiudono quella ondulata. A seconda della posizione che avrà nell'imballaggio, la copertina è interna o esterna.

Edge Crush Test (ECT): misura la resistenza alla compressione ortogonale di una striscia di cartone ondulato; la pressione viene perciò esercitata sul bordo (edge). Insieme al Box Compression Test (BCT) è un valore cruciale rimesso nel ciclo produttivo del cartone ondulato fino a sette volte. In Italia rappresenta l'80% della materia prima impiegata. I maceri possono avere qualità diversa, a seconda del materiale di partenza.

Numero: quantità di ondulazioni in un metro lineare di cartone.

Onda o ondulazione: carta ondulata tra due copertine.

Passo: distanza tra la sommità di due onde vicine.

Permeabilità all'aria Gurley, prova o test di: misura il tempo necessario per far passare attraverso una superficie di carta di 6,45 cm² (1 pollice quadrato) la quantità d'aria contenuta in un volume di 100 ml.

Ring Crush Test (RCT): misura la resistenza alla compressione in senso ortogonale alla sua superficie di una striscia di cartone ondulato posizionata ad anello (ring).

Resistenza allo scoppio: resistenza alla rottura di un cartone ondulato sottoposto a pressione in senso ortogonale alla sua superficie. Uno dei fattori determinanti della resistenza allo scoppio è la grammatura della carta usata.

Short-span Compression Test (SCT): misura la resistenza alla compressione del foglio di carta dove le forze lavorano sullo stesso piano del foglio.

Spessore del cartone: distanza tra le due superfici esterne di un cartone ondulato.

fibre di recupero selezionate che garantiscono elevate performance. Riceve generalmente un trattamento superficiale di "collatura". La carta medium può essere considerata la qualità "normale". Deve avere determinate caratteristiche meccaniche, sempre secondo la normativa CEPI.

L'accoppiaggio e la colla tra onda e copertine

Abbiamo visto che le carte usate per le copertine possono subire un processo di collatura per migliorarne le caratteristiche fisiche e meccaniche. Questo però non deve essere confuso con l'incollaggio, ovvero l'accoppiaggio delle onde alle copertine. Generalmente in questa fase si usano adesivi a base naturale prodotte dalle cartiere sulla base di ricette interne, a partire dall'amido, o con polimeri sintetici solitamente a base vinilica. Le prime sono totalmente ecocompatibili e biodegradabili, ma sono sensibili all'umidità; le seconde offrono performance qualitativamente superiori, ma sono più difficilmente smaltibili. È importante dosare la giusta quantità di adesivo per garantire la corretta adesione senza che la colla trapassi e diventi visibile come "righe" più scure, e senza che si verifichi il cosiddetto "effetto washboarding". Avviene quando

l'adesivo, scendendo lungo l'onda, trascina con sé la copertina ondulandola leggermente.

L'ondulatore

Il cartone ondulato viene prodotto con una macchina ondulatrice, detta anche ondulatore. Questa macchina crea l'ondulazione nella carta da onda e la accoppia alle carte da copertine. Vengono caricate le bobine di carta, e alla fine della linea di produzione, che è lunga diverse decine di metri, si ottengono le lastre di cartone ondulato o semilavorati in formato e con linee di cordonatura già definite. All'interno dell'ondulatore cilindri pre-riscaldatori regolano la temperatura e l'umidità delle carte da copertina e le predispongono all'incollatura. Il condizionatore svolge la stessa funzione dei preriscaldatori, ma per la carta da onda, che deve essere umidificata per preparare le fibre a essere modellate. Il gruppo ondulatore è costituito da due cilindri incisi in senso longitudinale, così da formare delle scanalature. È qui attraverso che passa la carta, e si forma l'ondulazione. A questo punto la prima copertina viene incollata all'onda. La colla viene distribuita sulla sommità di ciascuna onda da un rullo incollatore, che la dosa perfettamente. un cilindro di pressione o pressa liscia

**Particolari di un ondulatore:
la bobina, all'inizio,
e l'uscita dei pannelli di
cartone ondulato, alla fine**



FOTO INNOVA GROUP

assicura l'incollaggio tra le due carte. È arrivato il momento della seconda copertina, che viene incollata alla carta ondulata evitando una pressione eccessiva per non schiacciare l'onda: i cilindri, tra cui passa il cartone fresco di colla, devono essere calibrati attentamente. Inizia ora la "parte secca" della lavorazione, che serve ad asciugare il cartone ondulato e a conferirgli la maggiore planarità possibile. Ecco, quindi, che passa

attraverso cilindri di feltro riscaldati che eliminano ogni traccia di umidità e "stirano" il cartone. Ma a questo punto il cartone deve essere tagliato nel formato richiesto, sia in senso longitudinale che trasversale, ed eventualmente cordonato. Il taglio longitudinale lo fa un'unità detta "taglia-cordona", che si occupa anche della cordonatura. Il taglio trasversale viene fatto da una taglierina rotativa. Le lastre di cartone ondulato vengono infine raccolte e impilate, sempre in modo meccanico, grazie a tappeti trasportatori e ventose.

Stampa e finitura del cartone ondulato

Il cartone ondulato è fatto di carta, e perciò può teoricamente essere stampato con tutte le tecnologie con cui viene stampata la carta, analogiche e digitali. Ma ha due grandi limiti: non può ricevere elevate pressioni (l'onda si schiaccerebbe) e non è in grado di flettersi per entrare tra i rulli di una macchina da stampa rotativa tradizionale. Inoltre, bisogna tenere presente che le dimensioni possono variare: normalmente si accetta una tolleranza di 1 mm. Inoltre, essendo un materiale organico, è soggetto a distorsioni, soprattutto a causa dell'umidità. Infine, l'assorbimento dell'inchiostro dipende direttamente dal tipo di carta usato per le copertine, e



anche questo è un aspetto che va tenuto in considerazione in sede di stampa. Infine, bisogna tenere presente che se il cartone entra in contatto con alimenti, tutto il processo produttivo e quindi anche la stampa dovrà seguire la normativa in merito. Nella cartotecnica viene usata la stampa flessografica, che usa inchiostri a base acqua. La qualità della stampa flessografica dipende dall'altezza dell'onda e dalla planarità del cartone ondulado: quanto più bassa è l'onda e quanto maggiore è la planarità del cartone, e tanto migliore sarà la qualità di stampa. Quando il cartone ondulado viene usato per allestimenti, design o interior design viene particolarmente apprezzata la stampa digitale ink-jet in piano, che permette di realizzare piccole o anche piccolissime tirature. Vengono usate diverse chimiche di stampa, non solamente le base acqua. Per esempio, eventualmente dopo aver preparato la superficie di stampa con primer specifici, si possono usare tecnologie UV e UV LED. In questi casi, la finitura viene spesso realizzata su tavoli da taglio digitali con lame di metallo. Meno diffuso l'impiego di laser, che però può essere pre-



ferito in lavorazioni particolari per il leggero effetto "bruciato" che lascia sui bordi. Negli ultimissimi anni hanno fatto il loro ingresso nel settore cartotecnico stampanti digitali dalla produttività e dalla qualità di stampa concorrenziali rispetto alla tecnologia flexo. Sono stampanti digitali single pass che stampano fogli di cartone ondulado oppure stampanti a bobina particolarmente produttive. Queste ultime, ovviamente, non stampano il cartone ondulado finito, ma solamente la copertina, che viene accoppiata successivamente all'onda. La rivoluzione digitale è iniziata anche qui.



adesivi

Cos'hanno a che fare gli adesivi con la stampa? Cosa ci fanno in questa raccolta? Non siamo impazziti: lo sappiamo anche noi che non si stampa sulla colla. Ma su materiali adesivi sì, e incolliamo spesso materiali stampati su oggetti e superfici. Ecco perché abbiamo deciso di proporvi questo approfondimento un po' inusuale.



Contributo tecnico e scientifico di Alessandro Barbieri (responsabile R&D, SIR Visual), Luca Bellotto e Stefano Costacurta (fondatori, Symera), Luciano Novità (R&D director, Fedrigoni Group), Marco Scatto (polymer scientist), Silvano Tamai (business development manager FP&P Flexo, Print & Paper, tesa Italia).

Nessuno stampa “sugli” adesivi, ma questi materiali sono decisamente usati nel nostro settore. In ogni settore, in effetti.

Siamo così abituati a trovarne, mentre svolgono la propria funzione, che spesso ci dimentichiamo anche che esistano. O non ce ne accorgiamo. Sono adesivi quelli usati per incollare tra loro le travi del tavolo della cucina. Ma anche quelli usati per incollare il parquet al massetto. Quelli sotto l'etichetta del frigorifero o quella della bottiglia di vino, o del detersivo. Ci sono adesivi nei nostri cellulari, nelle nostre borse in pelle, nelle nostre scarpe, nei libri che leggiamo. In questo viaggio cercheremo di capire che cosa siano gli adesivi e come interagiscano con il mondo della stampa. In fondo, non sono così diversi dagli inchiostri: partono generalmente da uno stato liquido o viscoso, e poi vengono asciugati. Anche nel loro caso, per analizzarli e sceglierli ci facciamo le nostre ormai consuete domande:

Quali proprietà chimiche e fisiche ha l'adesivo?

A quali sollecitazioni e carichi verrà sottoposto il giunto?

Quanto deve durare l'adesione?

Come va applicata la colla e come vengono uniti i materiali?

Qual è la destinazione d'uso del prodotto finito?

Dove verrà usato il prodotto finito?

Che resistenze sono necessarie?

Attraverso quali lavorazioni deve passare?

Facciamo però un passo indietro, cercando di partire dalla base. La scienza e la tecnologia dell'adesione sono campi interdisciplinari che richiedono competenze trasversali di meccanica, chimica e fisica, reologia.

Che cos'è l'adesione

Secondo la definizione dell'Enciclopedia Treccani, l'adesione è quel “fenomeno per cui due oggetti messi a contatto, si attraggono reciprocamente e hanno la tendenza a restare attaccati l'uno all'altro”. Se interessa due parti dello stesso corpo, questo fenomeno si chiama coesione. Secondo la norma UNI EN ISO 923:2006, si definiscono “adesivi” tutte le sostanze non metalliche in grado di congiungere materiali attraverso un fissaggio superficiale (adesione), così che il legame che si ottiene abbia una forza interna adeguata (coesione). Perché si formi un legame adesivo, la colla deve bagnarsi e diffondersi sulle

superfici che vengono unite, così che le molecole siano a contatto e producano quindi delle forze adesive intrinseche. Ci sono diverse teorie che spiegano come funziona l'adesione, e spesso ciascun tipo agisce sfruttandone più di una. La teoria dell'adsorbimento (italianizzazione di *adsorption*) spiega il meccanismo principale dell'adesione: le sostanze si incollano grazie a un contatto intermolecolare profondo. Ma ce ne sono altre: la teoria meccanica considera la porosità e la ruvidità degli aderenti, per cui l'adesivo fluisce nelle cavità o attorno alle sporgenze della superficie creando dei legami e dei punti di ancoraggio; la teoria della diffusione considera la compatibilità tra polimeri, le cui catene polimeriche si intrecciano; la teoria dei legami chimici, quando la superficie assorbe le molecole adesive e reagisce chimicamente con loro; la teoria elettrostatica, quando si sviluppano forze elettrostatiche e quindi due superfici cariche di segno opposto si attraggono.

Come si misura l'adesione

La forza di un legame adesivo di solito viene determinata da test distruttivi che misurano le sollecitazioni nel punto o nella linea di frattura del campione, e vengono eseguiti a temperature, velocità e

in condizioni ambientali diverse. Un altro metodo consiste nel determinare il lavoro che serve a separare un'unità dell'interfaccia del giunto dall'altra. Spesso vengono condotti test per verificare anche se l'adesivo ha reticolato (e quindi è attivo) su tutta la superficie interessata: esistono diversi metodi, anche non invasivi, come i raggi X o gli ultrasuoni.

Cosa serve per l'adesione

Quando si progetta un giunto adesivo vanno considerati molti aspetti: i materiali da incollare e la loro eventuale necessità di avere un pretrattamento superficiale o primer; le proprietà chimiche e fisiche dell'adesivo; le sollecitazioni e i carichi a cui verrà sottoposto; il progetto geometrico del giunto; eventuali post-trattamenti; la durata necessaria dell'adesione; la modalità di applicazione della colla e di unione dei materiali. Non tutte le colle funzionano per gli stessi materiali: dipende dalla loro interazione chimica e fisica. In generale, alcuni dei requisiti preliminari necessari per l'incollaggio sono la bagnabilità e l'adesione – aspetti che ormai conosciamo bene, perché sono fondamentali anche per il processo di stampa e, in particolare, di deposizione della goccia d'inchiostro sul materiale. Quando si parla di colla, il liquido

**L'adesivo aderisce quando ha una tensione superficiale minore dell'energia superficiale del supporto.
L'angolo di contatto che si genera è minore di 90°**



deve poter formare lo strato sulla superficie, distribuendosi in modo omogeneo (senza schivature) e avendo una superficie di presa sufficiente: questo è garantito dalla tensione superficiale dell'adesivo e del substrato, ma anche dall'accessibilità e dal numero di strutture chimicamente o fisicamente attive. Insomma: la bagnabilità non basta, come dimostra per esempio l'acciaio, che non a caso è anche uno dei materiali più difficili da stampare (è "passivo", e quindi la sua superficie va "attivata"). Esistono varie tecniche: operazioni meccaniche come la rettifica, il lavaggio a getto; processi chimici come la passivazione e il decapaggio per i metalli oppure la fluorurazione allo stato gassoso per le plastiche; processi fisici come il plasma atmosferico o il trattamento corona; applicazione di primer. Altre condizioni necessarie perché la colla funzioni al meglio: le superfici da incollare devono essere pulite e ben attaccate al substrato. Pensiamo alla carrozzeria di un'automobile da wrappare: il film adesivo rimarrà tanto più incollato quanto più la vernice è pulita e ben attaccata al

metallo. Se è scrostata o danneggiata l'adesione sarà più difficile (senza parlare dei danni che si faranno se si proverà a toglierlo una volta applicato: pezzi di vernice resteranno incollati all'adesivo e si staccheranno dalla carrozzeria). L'adesivo deve poi avere quelle che si definiscono "adeguate proprietà reologiche". Deve essere viscoso al punto giusto per non fuoriuscire dai bordi dei materiali che devono essere incollati, ma anche per poter essere steso in modo omogeneo, senza fare grumi. Inoltre, la viscosità deve essere commisurata al tipo di stesura richiesta (spray, pennello, racla...). Per ottenere la giusta viscosità si possono aggiungere addensanti oppure diluire la colla con solventi o altre sostanze, a seconda della sua composizione chimica. Anche la tissotropicità è una proprietà reologica che possono avere alcuni adesivi: pensiamo per esempio alle colle "antisgocciolamento", che diminuiscono la loro viscosità (ovvero diventano più liquide) nel momento in cui vengono stese con un pennello, e quindi sottoposte a forze meccaniche. Progettare la geometria di

Glossario materiali, proprietà e tecnologie

Aderendo il materiale sul quale viene incollato l'adesivo.

Adesione forza che si esercita tra le molecole di due corpi diversi posti a contatto, insieme di interazioni tra la superficie del substrato e lo strato adesivo; è inversamente proporzionale alla *coesione*.

Bagnabilità capacità di una superficie di essere bagnata. A parità di temperatura e tipologia di liquido, dipende dalla levigatezza e dalle impurità presenti sulla superficie.

Determina la forma che assume la goccia di colla sulla superficie: quanto più la bagnabilità è alta, tanto più sarà sottile lo strato di liquido.

Coazione forze di attrazione per cui le molecole dell'adesivo rimangono unite; è inversamente proporzionale all'*adesione*.

Distaccante o release (agent) sostanza che previene l'adesione di due elementi; è ciò che permette al film o al nastro adesivo di staccarsi dal liner o svolgersi facilmente.

Giunto organo che realizza un accoppiamento, un collegamento, una giunzione, oppure che stabilisce una continuità.

Laminazione accoppiamento di strati di substrati flessibili a una superficie tramite adesivo, per proteggere lo strato inferiore.

Plastificante sostanza che serve a migliorare la flessibilità e la resilienza dell'incollaggio; viene aggiunta ai polimeri per modificarne proprietà fisiche come il comportamento a bassa temperatura, la lavorabilità, le proprietà elastiche, la durezza, la flessibilità.

Plasma somministrando con una scarica elettrica energia a un gas si ottiene il plasma. È detto anche "quarto stato della materia", perché si aggiunge a quello solido, a quello liquido e a quello gassoso.

Polarità quando una molecola presenta una carica parziale positiva su una parte e una carica parziale negativa sulla parte opposta. Se non presenta questo fenomeno è detta *apolare* o *non polare*.

Polimerizzazione reazione chimica che porta alla formazione di una catena polimerica; nel caso delle colle, quando avviene la polimerizzazione sono asciutte e attive.

un giunto adesivo significa inoltre assicurarsi che la superficie per l'incollaggio sia sufficientemente estesa e che non ci siano picchi di sollecitazioni sul legame.

Le colle usate nel settore printing e packaging

Nel settore della stampa di piccolo e grande formato, della legato-

ria e del packaging sono diversi i momenti e le occasioni in cui vengono usati adesivi, in purezza oppure già accoppiati ad altri materiali. Ci è già capitato di fare qualche accenno alle colle nei capitoli dedicati alle plastiche e al cartone ondulato. Vediamo ora quali sono le più usate in ogni settore e quali caratteristiche hanno.

Release (agent): v. distaccante.

Reologia scienza che studia gli equilibri raggiunti nella materia che fluisce o si deforma per effetto di sollecitazioni.

Resilienza proprietà meccanica dei materiali di resistere agli urti; energia assorbita da un corpo in conseguenza di deformazioni elastiche e plastiche.

Schivatura piccolo cratere che si forma quando una vernice si ritira lasciando scoperto il supporto o lo strato di vernice sottostante.

Sintetico materiale creato a partire da materiali non naturali, attraverso un processo di sintesi chimica.

Tack proprietà di film e nastri adesivi di fissarsi immediatamente a una superficie; è tanto più elevato quanto la pressione e il tempo di contatto necessari sono bassi.

Termoindurente: i polimeri termoindurenti, a differenza di quelli termoplastici, una volta prodotti non possono essere fusi senza carbonizzare.

Termoplastico se si aumenta la loro temperatura, i polimeri termoplastici assumono stato viscoso e possono essere formati. Una volta raffreddati, mantengono la forma che gli è stata data. Possono essere nuovamente sciolti e nuovamente formati.

Tissotropia o tixotropia: diminuzione della viscosità apparente sotto sforzo di taglio, seguita da un graduale recupero quando viene tolta la sollecitazione; un gel adesivo si dice tissotropico se, sotto forma di gel, diventa liquido se gli si applicano forze meccaniche (agitazione, scuotimento, ultrasuoni) per poi riacquistare la forma originale quando le forze non agiscono più.

Trattamento corona: metodo di trattamento superficiale; gli elettroni emessi dagli elettrodi ionizzano le molecole del gas, così sulla superficie della plastica si generano strutture polari che migliorano le proprietà di adesione e bagnabilità.

Viscosità: grandezza fisica che misura la resistenza di un fluido allo scorrimento.

Colle per rilegare

In legatoria viene usata la colla per l'incollaggio del dorso. Deve essere molto elastica e flessibile per resistere allo stress meccanico continuo a cui viene sottoposto il libro, e deve anche essere resistente agli inchiostri e alla migrazione dei loro componenti. A seconda della qualità del libro che viene rilegato,

si usano diversi tipi di colla. I libri di minor pregio vengono fresati sul dorso, per aumentare la superficie e l'adesione, e incollati con un adesivo termofusibile (o hotmelt). Per i libri cuciti o garzati vengono usate colle acetoviniliche o copolimeriche. Tra le più note ci sono le cosiddette colle a base EVA: l'etilene vinil acetato è ter-

mofusibile (fonde a circa 160-180° C) e ha proprietà termoplastiche, ma ha una viscosità e un potere adesivo ridotti. Per questo, nei prodotti più pregiati si preferisce la più costosa colla a base PUR, termofusibile poliuretanicamente reattiva, igroindurente (che indurisce a contatto con l'umidità dell'aria o del substrato) o reticolabile alla luce UV, facile da applicare come i normali adesivi termofusibili, ma caratterizzata da una tenuta maggiore. Fonde a temperature inferiori (circa 130-140° C) e reticola dopo 12-14 ore. È un materiale termoidurente, quindi non si può più rifondere. Le copertine dei libri vengono spesso realizzate con colle animali o ricoperte da film plastici con emulsioni acriliche. Vengono poi incollati ai volumi con adesivi a base acqua naturali o sintetici. Le copertine e i risguardi vengono di solito incollati con adesivi termofusibili autoadesivi.

Film e nastri adesivi

I film adesivi usati per il wrapping e l'interior design sono una categoria particolare di materiale composito: vengono realizzati accoppiando un film plastico detto "frontale", generalmente vinilico, un adesivo e un liner, ovvero un materiale di supporto destinato a essere smaltito, ma che ha un'importanza cruciale per la rea-

lizzazione e l'utilizzo del materiale. I liner si dividono in due principali famiglie: i bipolitenati, composti da uno strato di carta ricoperto su entrambi i lati da uno strato in polietilene, destinato a prodotti di gamma più alta, e i monosiliconati, realizzati spalmando uno strato di silicone su una carta craft. Contrariamente a quanto generalmente si pensa, nelle linee produttive l'adesivo viene spalmato prima sul liner con un sistema di racle, e solo a questo punto viene accoppiato al film polimerico e sottoposto al curing. Gli adesivi in questione sono i cosiddetti "self adhesive", cioè autoadesivi, o "pressure sensitive adhesive" (PSA), cioè sensibili alla pressione, perché si attivano quando vengono premuti sul materiale a cui si devono incollare. Sono principalmente resine acriliche, a base acqua o a base solvente; queste ultime hanno di solito performance più alte in termini di tenuta, resistenza all'acqua, adesione, durata. Ci sono anche film con adesivi poliuretanicamente. Questi adesivi sono progettati per reagire in modo ottimale a determinate temperature ambientali: è quindi fondamentale scegliere il tipo di prodotto giusto per l'utilizzo che se ne deve fare. Un altro aspetto da considerare è il materiale del substrato da incollare; bisogna analizzare qual è "davvero": per esempio, quando

parliamo di legno o di metallo spesso la superficie da incollare è laminata o verniciata. Alcuni materiali, tra cui alcuni metalli e alcune plastiche, dette apolari, possono creare difficoltà di adesione: è il caso dell'acciaio, come accennato prima, oppure del polietilene (PE) e dell'acrilonitrile butadiene stirene (ABS). Nel caso in cui i film debbano essere stampati, nella scelta va considerata la tecnologia di stampa: per esempio, con solvente ed ecosolvente bisogna calibrare accuratamente la quantità di inchiostro e spessore del film, in modo che non venga intaccato l'adesivo. A seconda dell'uso finale, l'adesivo può essere pigmentato (solitamente bianco, grigio, nero), per formare una base coprente per la stampa o per far sì che il colore del substrato non interferisca con quello del film; può essere steso in strati più o meno spessi, a seconda dell'irregolarità della superficie del substrato; può essere steso in modo da facilitare la fuoriuscita dell'aria attraverso canaline; può avere una composizione chimica o fisica tale da facilitare il riposizionamento immediato (aspetto molto importante in settori come il car wrapping). I nastri adesivi vengono realizzati in modo simile ai film adesivi, ma in questo caso il liner è costituito dalla superficie superiore del film stesso, che deve avere

quindi le giuste caratteristiche di release, così da permettere uno srotolamento agevole del nastro. Dal punto di vista produttivo i nastri adesivi nascono come bobine, e vengono tagliati solo successivamente in "fette" della larghezza desiderata.

Etichette

Chi si occupa di etichette sa quanto il settore sia complesso e tecnico, a partire dalla loro produzione. Sono molte le sfide da superare: la velocità e le particolarità delle linee di produzione fanno sì che servano materiali – e quindi adesivi – dalle performance e resistenze particolari. Ogni settore specifico ha preferenze di materiali: mentre un flacone di detersivo o bagnoschiuma avrà etichette plastiche, economiche e resistenti all'acqua, le bottiglie di liquidi pregiati come vino e olio vorranno etichette in carta dall'aspetto e dalla mano "naturali". Prendiamo appunto una linea di produzione di bottiglie: le etichette in carta si devono incollare immediatamente alla superficie in vetro, solitamente bagnata, senza formare grinze: devono quindi avere un tack molto alto. Inoltre, non si devono muovere né accartocciare, e devono mantenere il loro aspetto e le loro caratteristiche anche nel caso in cui si bagnino.



FOTO RITRAMA



FOTO RITRAMA



FOTO RITRAMA



FOTO RITRAMA



Se le bottiglie contengono olio o vino non devono sporcarsi o staccarsi nel caso in cui alcune gocce di prodotto scivolino all'esterno. Allo stesso tempo, però, quando le bottiglie vengono lavate si devono staccare facilmente. Per questo motivo la colla dietro le etichette per le bottiglie in vetro è un adesivo alla caseina, che soddisfa tutte queste caratteristiche. Altri adesivi impiegati per la confezione di liquidi sono a base di amidi, dispersioni sintetiche e adesivi termofusibili.

Packaging

La quasi totalità dei prodotti che compriamo ha un qualche tipo di imballaggio. Per realizzarlo vengono usate colle: per accoppiare i materiali, per confezionarli, per renderli più accattivanti, per renderli più resistenti a urti, temperatura, umidità, ossigeno, aromi (per esempio nel settore food & beverage)... Cartoncini e cartoni ondulati possono essere plastificati con dispersioni di acetato di polivinile. Altri imballaggi vengono realizzati accoppiando poliestere (PETP, PBTP), poliammidi, polietilene, polipropilene, cellofan, carta, cloruro di polivinile, fluoruro di polivinilidene, poliammidi, alluminio, ma anche film metallici. Vengono usati adesivi poliuretani a base solvente, che garantiscono una qualità costante e una viscosità

stabile, ma anche colle a base di dispersioni acquose acriliche e poliuretatiche o adesivi termofusibili. Questi ultimi tipi vengono impiegati per chiudere scatole pieghevoli e pacchetti. Per incollare sacchi e sacchetti in carta vengono usati adesivi a base amido o dispersioni acquose di polivinilacetato, simili a quelli usati per comporre il cartone ondulato. Anche gli adesivi termofusibili e le dispersioni di copolimeri sono sempre più diffusi in questo settore, che richiede materiali nuovi e aumenta costantemente le velocità di macchina.

Adesivi funzionali al processo di stampa

Vengono usati adesivi, infine, anche in determinati momenti di alcuni processi di stampa. Per esempio, nel caso della stampa flessografica i cliché vengono applicati ai cilindri grazie a nastri biadesivi acrilici la cui anima è una schiuma di polietilene, che ammortizza l'impatto del cliché sul materiale che va stampato. Vengono usati nastri adesivi o speciali nastri biadesivi anche per collegare "al volo" due bobine senza che la macchina si interrompa, per massimizzare l'efficienza produttiva dei processi di stampa flessografica e rotocalco, caratterizzate da lunghe tirature e alte velocità.



plastica

Ovunque tu sia, la probabilità che il tuo sguardo si posi su un pezzo di plastica stampata è altissima. Stoviglie, giocattoli, elettrodomestici, bottiglie, dispositivi elettronici. Sì, anche lo smartphone che hai in mano. Per restare in ambito decorative, pensa a flaconi, etichette, boccette, scatole. Siamo circondati di plastica ed è quasi sempre decorata.



Contributo scientifico di Fabio Centimerio (responsabile tecnico di Marabu Italia), Stefano Costacurta (CEO di Symera), Marco Scatto (responsabile tecnico di Nadir) e del dipartimento tecnico di Luxora.

Siamo circondati di plastica ed è quasi sempre decorata. Se sei abituato a stamparla, probabilmente sai che non è un materiale semplice da trattare. Ci sono problemi legati all'assorbimento della goccia, all'adesione dell'inchiostro della superficie, alla bagnabilità, all'asciugatura (curing). Committente e stampatore devono avere ben chiaro in mente il risultato che vogliono ottenere, prima di cominciare il processo. Le domande fondamentali da farsi sono:

Che resistenze deve avere il prodotto finito, durante la lavorazione e dopo?

In che parte del mondo verrà usato?

Quest'ultima domanda si collega al delicato tema della normativa sulla sicurezza, che cambia a seconda del luogo dove viene commercializzato il prodotto e dalla destinazione d'uso.

Avere ben chiaro come verrà lavorato il prodotto e come verrà usato una volta finito è fondamentale poi per realizzarlo con le giuste resistenze: alla luce, all'abrasione, alla frizione e al graffio, alla deformazione, alla curvatura e alla torsione.

Avere la risposta a queste due prime domande renderà più semplice rispondere a queste:

Su quale tipo di plastica devo stampare?

Di quale pretrattamento ho bisogno?

Quale tecnica di stampa userò?

Quale inchiostro?

Che tipo di asciugatura serve?

Come verrà lavorato il prodotto dopo la stampa?

Proviamo ora ad analizzare più da vicino la plastica e qualcuna delle lavorazioni a cui può essere sottoposta.

La plastica, o meglio: i materiali polimerici

Siamo circondati dalla plastica, dicevamo. Ma siamo sicuri di sapere cosa abbiamo in mano, cosa stiamo toccando? Innanzitutto, "plastica" è la parola più diffusa per definire le macromolecole, o polimeri, ovvero molecole costituite da migliaia di atomi connessi da legami primari. Sono organizzati in uno o più raggruppamenti che si ripetono per formare catene lineari o ramificate, oppure strutture reticolate. Le macromolecole sono costituite da unità strutturali collegate tra di loro da legami generalmente covalenti.

L'unità strutturale viene detta anche unità monomerica, perché è

strettamente correlata al monomero. Il polimero deriva da queste unità monomeriche, ed è composto da unità strutturali uguali, come nel caso del polivinilcloruro, che è quindi un omopolimero, o diverse, dando origine quindi a un copolimero.

La creazione del polimero permette quindi di partire da elementi piccoli per generare strutture di dimensioni macromolecolari con proprietà chimico fisiche che non sono ottenibili in altri modi. Proprietà che vengono modellate usando copolimeri o miscele di polimeri diversi. I polimeri termoplastici sono polimeri lineari o ramificati che, se riscaldati a sufficienza, fondono. Hanno una temperatura di transizione vetrosa (cioè al di sotto di questa temperatura si comportano da solido vetroso) e temperature di rimodellamento ben definite.

Sono modellabili plasticamente nell'intervallo tra queste due temperature. Esempi di polimeri termoplastici sono il polietilene (PE), l'etilene vinil acetato (EVA), il polistirene (PS) e la poliammide (PA). I polimeri termoindurenti hanno invece una struttura reticolata, che impedisce alle catene di staccarsi le une dalle altre ad alta temperatura. Per questo motivo, se vengono riscaldati oltre una certa temperatura, invece di fondere, bruciano. I polimeri termoindurenti,

una volta solidificati, non sono più modellabili. Al contrario, se li si riscalda, si induriscono ulteriormente. Devono quindi essere modellati necessariamente prima della reazione di reticolazione, che produce un reticolo tridimensionale insolubile e infusibile. Esempi di polimeri termoindurenti sono l'ureaformaldeide, il fenolo-formaldeide e le resine epossidiche.

Anche il fatto che monomeri e polimeri abbiano o meno una carica elettrica ne determina una maggiore stampabilità e bagnabilità. I monomeri che contengono solo atomi di carbonio e idrogeno, simili in elettronegatività, sono apolari e quindi difficilmente bagnabili e stampabili. Al contrario, quelli che contengono atomi fortemente elettronegativi come cloro, fluoro, ossigeno, azoto, zolfo, danno origine a polimeri contenenti dipoli elettrici permanenti e sono perciò detti polari. Si può intervenire sulle particolarità chimiche delle singole plastiche attraverso diverse procedure, tra cui la fusione di materiali polimerici diversi oppure l'aggiunta di materiali non polimerici, riempitivi o rinforzanti (come le cosiddette "carica vetro" o "carica talco"). Anche in questi casi, il nuovo materiale prodotto può avere le caratteristiche di bagnabilità e adesione aumentate oppure abbassate.



Il pretrattamento: come fare aderire gli inchiostri

La plastica viene decorata principalmente con tre tecnologie di stampa. Le più usate e diffuse sono la tampografia e la serigrafia, la prima usata particolarmente per oggetti di forma non planare, tridimensionali, e la seconda su oggetti piani o semipiani. Negli ultimi anni, come in ogni campo, sta acquisendo quote di mercato anche la tecnologia digitale, che

però è ancora limitata dalla forzatamente bassa pigmentazione degli inchiostri (5% circa, contro un 20-40% delle altre tecnologie).

Viene usata soprattutto per decorare oggetti piani, ma esistono anche macchine per stampare su superfici cilindriche e sono state presentate sul mercato le prime stampanti per decorare oggetti tridimensionali anche di forma irregolare. Rispetto ad altri materiali, però, la plastica non è sem-

Glossario materiali, proprietà e tecnologie

Adesione: il legame chimico che la goccia di inchiostro forma con la superficie. Per avere una buona adesione si deve formare un legame chimico forte con la superficie.

Amorfo: materiale in cui non c'è ordine nelle posizioni degli atomi o delle molecole che lo costituiscono. Lo stato amorfo è in certo modo intermedio tra il solido e il liquido: si può definire il risultato del rapido raffreddamento di un liquido.

Bagnabilità: la capacità di una superficie di essere bagnata. A parità di temperatura e tipologia di liquido, dipende dalla levigatezza e dalle impurità presenti sulla superficie. Determina la forma che assume la goccia di inchiostro sulla superficie: quanto più la bagnabilità è alta, tanto più sarà sottile lo strato di liquido.

Polare: un polimero è polare se ha una carica positiva o negativa. Se non ha nessuna carica, si definisce non polare o apolare, ed è più difficilmente stampabile rispetto a un polimero polare.

Termoindurente: i polimeri termoindurenti, a differenza di quelli termoplastici, una volta prodotti non possono essere fusi senza carbonizzare.

Termoplastico: se si aumenta la loro temperatura, i polimeri termoplastici assumono stato viscoso e possono essere formati. Una volta raffreddati, mantengono la forma che gli è stata data. Possono essere nuovamente sciolti e nuovamente formati.

Plasma: somministrando con una scarica elettrica energia a un gas si ottiene il plasma. È detto anche "quarto stato della materia", perché si aggrunge a quello solido, a quello liquido e a quello gassoso.

pliocissima da stampare. Questo è dovuto essenzialmente alla sua energia superficiale, che è spesso inferiore a 38 dyn/cm^2 , la soglia minima perché gli inchiostri UV, gli UV-LED e quelli che reticolano termicamente rimangano ancorati alla superficie. Per aumentare questo valore e "attivare" quindi la superficie, aumentandone la bagnabilità e quindi l'adesione di inchiostri e vernici, diventa fondamentale il pretrattamento. In ambito industriale, i pretrattamenti più comuni sono la fiammatura, il trattamento corona e il plasma atmosferico.

La fiammatura consiste nel passaggio sulla superficie in plastica di una fiamma ricavata dalla combustione di un gas più o meno nobile. Il trattamento corona è usato soprattutto in quei processi che richiedono il trattamento di film sottili (come nella produzione di etichette o packaging). Il materiale plastico, infatti deve passare attraverso scariche elettriche: materiali troppo spessi interromperebbero le scariche o richiederebbero potenze enormi per poter essere trattati. Il trattamento al plasma atmosferico è simile al corona, ma invece di scariche elettriche usa il plasma atmosferico, cioè è un gas ionizzato.

Altri tipi di pretrattamento, usati soprattutto per piccole produzioni (oggettistica, ambito promozio-

nale), sono i primer, soluzioni che vengono applicate sulla superficie, la cui composizione chimica è studiata per migliorare l'adesione e la bagnabilità degli inchiostri

Gli inchiostri, la magia del colore non è così facile

Formulare un inchiostro per la stampa su plastica significa affrontare numerosi problemi, tra cui i principali sono la bagnabilità del substrato, l'adesione, la flessibilità. La bagnabilità è la capacità del materiale di essere bagnato. Determina la forma della goccia dell'inchiostro: su una superficie con bassissima bagnabilità rimane quasi perfettamente sferoidale e ha un solo punto di contatto con la superficie, mentre su una superficie con alta bagnabilità può arrivare a formare uno strato di liquido di spessore molecolare. I problemi di adesione sono legati al fatto che i polimeri hanno una tensione superficiale spesso inferiore ai 38 dyn/cm^2 : troppo bassa per garantire la formazione dei legami chimici necessari perché l'inchiostro stia aggrappato alla superficie. Infatti, l'energia superficiale del materiale deve essere almeno 10 dyn/cm^2 più alta della tensione superficiale del liquido che si vuole applicare. I problemi di flessibilità degli inchiostri sono particolarmente importanti so-

prattutto nelle plastiche termoforabili, il cui processo produttivo prevede cioè che cambino forma una volta stampate.

Le due categorie di inchiostri che vengono usati per stampare su plastica sono gli UV (che comprende al proprio interno gli UV-LED) e gli ecosolventi. Mentre i primi non formano un legame chimico con il substrato, ma si aggrappano grazie a legami superficiali, i secondi si legano chimicamente con il materiale stampato. Questi ultimi sono i meno diffusi nel settore decorative a causa della loro formulazione, tradizionalmente più aggressiva per le persone e per l'ambiente rispetto ad altre chimiche. Oggi però le aziende produttrici riescono a garantire anche per gli ecosolventi elevati standard di sicurezza. La questione dei composti organici volatili (COV) e della migrazione di elementi potenzialmente nocivi, infatti, è sempre importante, ma diventa cruciale quando si parla di cosmesi, food o giocattoli.

Qui la normativa è giustamente molto severa, tanto che i produttori di inchiostri non sono in grado, talvolta, di offrire prodotti in linea con la regolamentazione che abbiano le resistenze richieste dal cliente. Dalla scelta dell'inchiostro e della vernice dipende anche la possibilità di nobilitare o meno con hot foil il prodotto stampato. Gene-

FOTO AVZ



ralmente, per praticità, si sceglie di tenere in macchina inchiostri sovrastampabili, ma nel caso in cui siano necessarie resistenze chimiche o meccaniche superiori, si può passare a quelli non sovrastampabili. Tutti gli inchiostri, che siano UV, UVLED oppure ecosolventi, hanno bisogno di essere asciugati. I primi due reticolano grazie a lampade UV e UV-LED. In particolare, la tecnologia LED consente il curing dell'inchiostro con una bassa generazione di infrarosso, arrivando ad avere sul pezzo temperature attorno ai 40°C, contro i circa 50-70°C generati dalle normali lampade UV (questo dipende ovviamente anche dalla tecnologia del forno). I prodotti a base solvente asciugano invece per riscaldamento o ventilazione, che consentono l'evaporazione dei solventi.



Finitura e nobilitazioni, dopo la stampa può succedere di tutto

Molto spesso il processo di produzione dell'elemento in plastica prevede ulteriori lavorazioni dopo la stampa: piegatura, taglio, lavaggio, fustellatura, goffratura, termoformatura, nobilitazioni di vario tipo. Operazioni che si devono conoscere in anticipo, in modo da scegliere non solo il materiale, ma anche l'inchiostro più idoneo, così da evitare che l'inchiostro si crepi o, peggio, si stacchi.

Ancora più raffinati, e per questo richiedono inchiostri e film dalle performance di elasticità e resistenza alla temperatura eccezionali, sono i processi di In-Mold Decoration (IMD), In-Mold Labelling (IML) e Insert Molding. Vengono usati per creare prodotti di design di utilizzo quotidiano con alta resistenza ai graffi e all'abrasione,

e sono quindi particolarmente utilizzati in ambito industriale e automobilistico.

Le nobilitazioni sono un aspetto estremamente importante nel mondo decorativo.

È nobilitazione anche la decorazione in massa, cioè l'inserimento di sostanze brillanti o perlate all'interno della plastica stessa, la realizzazione di loghi o decorazioni in fase di stampaggio oppure la metallizzazione. Una delle nobilitazioni più diffuse nel settore decorativo è l'hot foil. I film che vengono utilizzati per la stampa a caldo sono composti da vari strati: un supporto in poliestere, un distaccante, lacche di protezione con resistenza variabile a seconda del settore e della destinazione d'uso, il pigmento o la metallizzazione vera e propria, il collante con effetto termico, anche questo più o meno potente a seconda della necessità. L'effetto metallico è il cuore di questa nobilitazione, e viene realizzato con uno sputtering di alluminio, ovvero barre di alluminio polverizzate. Lo strato decorativo aderisce al substrato grazie alla combinazione di tre elementi: temperatura, pressione e tempo di sosta. Questi tre componenti variano a seconda del polimero (o del mix di polimeri) di cui è fatto l'oggetto da decorare, della tipologia di prodotto, del settore di riferimento, della geometria della decorazione.



PVC

Il PVC è uno dei materiali polimerici più diffusi al mondo. Lo troviamo sotto forma di plastica estremamente rigida e dura, usato per esempio per i serramenti. Ma è famoso anche per essere uno dei materiali più morbidi ed elastici, e viene usato per esempio nel wrapping. Cosa gli permette di assumere proprietà così diverse? E come si può stampare?

Contributo scientifico di Luca Bellotto (Heliv), Carlo Ciotti (presidente di PVC Forum Italia), Stefano Costacurta (CEO di Symera), Davide Pavarelli (direttore industriale di Gruppo Fabbri), Marco Scatto (Technology Transfer Expert, Polymer Scientist).

Abbiamo cercato di capire meglio cos'è la plastica. Ovviamente, la prima cosa che abbiamo notato è che esistono moltissimi tipi diversi di plastica, dalle caratteristiche chimiche e fisiche anche completamente diverse tra loro. In questo capitolo approfondiremo una particolare tipologia di plastica, davvero molto diffusa e versatile: il PVC. Sono fatti di questo materiale mobili, pavimenti, infissi, parti di automobili, e perfino le carte di credito.

Anche nel caso del PVC, quando parliamo di stampa ci dobbiamo fare alcune domande:

Qual è la destinazione d'uso del prodotto finito?

Che resistenze sono necessarie, durante la lavorazione e dopo?

Quali lavorazioni sono necessarie per arrivare al prodotto finito?

In che modo posso rendere la lavorazione e il prodotto finito sostenibili per l'ambiente e le persone?

Queste domande sono fondamentali per capire in che modo rispettare la normativa sulla sicurezza, tenendo presente che oltre a questa, chi lavora con il PVC si attiene spesso anche a un impegno volontario per lo sviluppo

sostenibile dell'industria europea, detto VinylPlus. Rispondere a queste domande iniziali sarà propedeutico a queste:

Ho bisogno di pretrattamento e post-trattamento?

Quale tecnica di stampa userò?

Quale inchiostro?

Come verrà lavorato il prodotto dopo la stampa?

Duro, morbido, ma sempre PVC: un po' di chimica

La sigla PVC sta per "polivinilcloruro", nome che fa immediatamente intuire la sua composizione chimica. "Poli", in greco, significa "molti", ed è la stessa particella che ritroviamo nella parola "polimero". "Vinil" fa subito pensare al vinile - che infatti è uno dei nomi con cui è noto il PVC - e "cloruro" richiama alla mente il cloro - che non a caso è uno dei suoi componenti.

Il PVC è stato scoperto a metà dell'Ottocento. Si forma a partire da due materiali facilmente ritrovabili in natura: sale (per il 57%) e petrolio (per il 43%). Dal primo si ottiene il cloro, attraverso l'elettrolisi dell'acqua salata, e dal secondo l'etilene. Combinati insieme, cloro gassoso ed etilene formano il 1,2-dicloroetano (dicloruro di eti-

lene o 1,2-DCE), intermedio per la produzione del monomero di cloruro di vinile o vinilcloruro (CVM). Un altro modo per ottenere il 1,2-dicloroetano è dalla reazione di etilene e acido cloridrico. Il passaggio da monomero a polimero si chiama (appunto) polimerizzazione, e avviene attraverso l'unione di più monomeri di cloruro di vinile in modo che si formino lunghe molecole lineari. Questo processo dà origine alla resina, che si presenta sotto forma di polvere fine e bianca (tipo zucchero o sabbia sottile). È a questa resina che vengono aggiunti gli additivi più diversi, così da ottenere le caratteristiche che di volta in volta il PVC deve avere, a seconda della destinazione d'uso del prodotto finito: resistenza, durezza, elasticità... Gli additivi possono essere di vari tipi: stabilizzanti, per mantenere le caratteristiche chimico-fisiche del materiale, impedendone l'invecchiamento e la degradazione termica; plastificanti, per migliorare la plasticità o fluidità del materiale; lubrificanti, per abbassare la viscosità della massa polimerica e far "scivolare" il polimero fuso lungo le pareti metalliche durante la lavorazione; filler, per migliorare alcune proprietà del materiale (scorrevolezza, miscibilità, resistenza all'urto, brillantezza superficiale, caratteristiche antinfiamma...) e ogni tanto ottimizzare i costi (nel

caso, per esempio, del carbonato di calcio); pigmenti, per colorare il materiale. Dalla miscelazione di questi elementi si ottengono i cosiddetti "compound", che significa letteralmente "composto". Questi compound possono avere la forma di granuli o essere in "dry blend", ovvero sotto forma di polvere secca. I granuli si ottengono miscelando PVC da sintesi e additivi in un estrusore bivite. Da qui esce una specie di "spaghetto" di PVC che viene tagliato (in gergo "pellettizzato") con delle lame a distanza regolare, così da assumere la forma di granulo. Sotto forma di "dry blend", invece, il PVC viene mescolato con ulteriori additivi, setacciato e imballato come polvere asciutta. La produzione di compound non è semplice, e anzi richiede competenze chimiche, tecniche e legali specifiche, per ottemperare alla severa legislazione che norma il settore sia dal punto di vista dell'igiene che della sicurezza.

Tutte le tecniche di lavorazione e di decorazione

A questo punto, il PVC sotto forma di compound o di dry blend è pronto per essere ulteriormente lavorato e assumere le caratteristiche necessarie per realizzare i prodotti finiti. Le lavorazioni alle quali può essere sottoposto va-



FOTO: GRUPPO FABBRI

riano enormemente proprio a seconda della destinazione d'uso e alla tipologia di decorazione richiesta. Grazie alla sua eccezionale versatilità, il PVC può assumere forme e caratteristiche estremamente diverse, ed è quasi incredibile pensare che gli infissi o il pavimento di casa (rigidi, opachi, estremamente duri e resistenti) siano fatti della stessa sostanza di cui è fatta la pellicola che usiamo per avvolgere gli alimenti (trasparente, elastica e sottilissima). Ottenere risultati così diversi è possibile perché si aggiungono additivi diversi, ma anche perché si parte da PVC qualitativamente diversi all'origine, con "valori K" anche molto diversi tra loro.

La stampa e la verniciatura del PVC

Il PVC, una volta sottoposto a tutte queste trasformazioni, può essere ulteriormente lavorato. Per esempio, può essere stampato o verniciato. Essendo un materiale plastico, non è semplicissimo far aderire gli inchiostri, tradizionali o digitali che siano, e le vernici. Come abbiamo spiegato nel capitolo dedicato alla plastica, sono necessari pretrattamenti chimici (primer di vario tipo) e fisici (fiammatura, plasma atmosferico, trattamento corona). Non solo: bisogna sottoporre i prodotti a un ottimo curing per asciugare perfettamente gli inchiostri, e talvolta

Compound: una delle forme intermedie del PVC ottenuta mescolando la resina con diversi additivi (stabilizzanti, plastificanti, lubrificanti, filler e pigmenti). Possono essere in granuli o dry blend, cioè come polvere. I granuli vengono ottenuti tramite estrusione e il dry blend attraverso la semplice miscelazione dei componenti.

Dry blend: una delle due forme che possono assumere i compound di PVC. Letteralmente significa "miscela asciutta".

Estrusione: processo di lavorazione del PVC che permette di ottenere i compound, granuli di sezione identica tagliati da "spaghetti" di materiale tagliati a intervalli regolari.

Intermedio: un materiale derivante dalle materie prime, ma che non ha ancora assunto la forma definitiva. Nella produzione del PVC, intermedi si possono considerare i compound.

Plastificante: sostanza che viene aggiunta per rendere un materiale più morbido ed elastico. Nel caso del PVC flessibile, vengono generalmente usati ftalati, plastificanti polimerici e plastificanti trimellitati.

Plastisol: sospensione di particelle di PVC in un fluido plastificante.

Polimerizzazione: reazione chimica che porta alla formazione di una catena polimerica, dai monomeri di partenza. Nel caso del PVC avviene solitamente in sospensione o in emulsione, e talvolta in massa.

PVC-C o PVC post clorurato, presenta caratteristiche di maggiore resistenza agli agenti ossidativi e all'alta temperatura.

PVC-O o PVC orientato: miscela in PVC che dopo la lavorazione subisce un processo di orientazione molecolare che le conferisce caratteristiche fisico-meccaniche uniche: aumento dell'elasticità, migliore resistenza agli urti, minore capacità di propagazione delle cricche (le fratture), maggior resistenza ai colpi d'ariete (l'urto di un fluido in movimento che impatta contro una parete).

PVC-P: è il PVC flessibile, la sigla significa "polivinilcloruro con plastificante", usato nella produzione di articoli flessibili.

PVC-U: PVC rigido, che non impiega plastificanti, usato nella produzione di profili finestre e tubi rigidi.

Valore K: caratteristica della resina PVC che indica la lunghezza delle molecole del polimero di cui è composto. Questo valore, solitamente, è compreso tra 35 e 80. Una resina di PVC di valore K basso è facilmente lavorabile ma ha una bassa qualità, mentre una resina di valore K alto implica una difficoltà di lavorazione, ma ha ottime qualità. In ambito industriale, solitamente vengono usate resine con valore K compreso tra 60 e 70.

sottoporli anche a post-trattamenti per fissarli meglio. In determinati settori che hanno bisogno di resistenze molto alte, come nel caso dei pavimenti in PVC, le stampe devono essere protette addirittura con delle laminazioni. Le difficoltà di stampa del PVC sono dovute alla tensione superficiale dei polimeri, che rendono ardua l'adesione e la bagnabilità. Normalmente, su PVC si stampa con inchiostri UV, UV LED, eco-solvent, ma anche gli inchiostri a base acqua offrono delle ottime performance in alcuni settori. Si può stampare in digitale, in serigrafia, in tampografia e flessografia. Si trovano in commercio anche inchiostri speciali a bassa migrazione, adatti per applicazioni nel settore food. Anche in questo caso, è fondamentale capire quali resistenze dovrà avere il prodotto finito: un conto sono gli infissi decorati con effetto legno, e un altro sono le pellicole per avvolgere gli alimenti. C'è un ulteriore aspetto da tenere in considerazione: sulla base dell'inchiostro o della vernice scelti si può avere la possibilità di nobilitare o meno il prodotto finito con hot foil. Di solito si sceglie di tenere in macchina inchiostri sovrastampabili, per motivi pratici. Nel caso in cui siano necessarie resistenze chimiche o meccaniche superiori, si può passare a quelli non sovrastampabili.



PVC e ambiente: produzione sostenibile e riciclo

Due delle grandi innovazioni ambientali legate al PVC sono la possibilità di rendere la produzione sempre più sostenibile e di potenziare il riciclo. Queste preoccupazioni sono condivise dalle aziende che fanno parte della



filiera, impegnate anche a livello volontario nella risoluzione di questi problemi. I produttori europei di PVC, riuniti nell'associazione ECVM (European Council of Vinyl Manufacturers), hanno deciso di applicare un proprio protocollo, l'ECVM Charter, a cui tutti devono far riferimento per ridurre l'impatto ambientale della produzione. Ma è VinylPlus il più importante programma di Impegno Volontario per la sostenibilità dell'industria europea del PVC, che prevede il coinvolgimento di tutta la filiera per rendere la produzione sempre più ecologica e gestire il problema del fine vita dei prodotti. Per quanto riguarda il primo punto, le moderne metodologie e tecnologie di produzione del PVC sono state studiate e migliorate per minimizzare l'impatto sull'ambiente e i rischi per la salute dei lavoratori e della popolazione che abita vicino agli stabilimenti. Per esempio, le celle a mercurio e a diaframma usate per il processo di elettrolisi del cloruro di sodio sono state sostituite da celle a membrana, più sicure ed ecologiche. Gli impianti

di produzione usano sistemi di produzione automatizzati, a ciclo chiuso e integrato, che permettono da un lato di controllare e recuperare i sottoprodotti, e dall'altro di abbattere le emissioni inquinanti. Per quanto riguarda invece il secondo punto, l'ultimo bilancio di VinylPlus, che risale al 2021, conferma un trend del riciclo in costante crescita.

Nel 2020 sono state riciclate 730 mila tonnellate di PVC. Dal 2000 a oggi VinylPlus ha recuperato e riciclato oltre sei milioni e mezzo di tonnellate di PVC. Il PVC recuperato viene di solito "tagliato" con percentuali variabili di polimero vergine. Il PVC rigido riciclato viene usato soprattutto per produrre tubi, profilati, barriere antirumore e monofili per spazzole. Quello plastificato, che costituisce una buona parte del PVC riciclato, viene usato principalmente per realizzare tubi da giardino, membrane impermeabilizzanti, separatori per il traffico, tappetini e paraspruzzi per il settore automotive e suole per l'industria calzaturiera.

LEGNO
METALLO
VETRO
CERAMICA

Il settore della stampa industriale sta vivendo un periodo di forte trasformazione. C'è chi parla di evoluzione e chi si spinge fino a definire il cambiamento in atto una rivoluzione: è certo che i paradigmi produttivi e operativi di questo comparto si stanno trasformando velocemente, aprendo opportunità inedite di differenziazione e personalizzazione dell'offerta. Uno dei cambiamenti è rappresentato dalla stampa digitale nei cicli di produzione che ha portato benefici in termini di ottimizzazione della capacità e dei costi produttivi che hanno innalzato la flessibilità operativa a livelli superiori.

INDUSTRIAL



legno

In questo capitolo analizzeremo la stampa su legno. Lo faremo, certo, ma scrivendolo ci siamo accorti che quando si parla di legno in realtà si intendono spesso suoi derivati. E quando si parla di stampa su legno, non si intende tanto stampa decorativa, quanto imitativa del legno su carta. Sembra complesso? Seguici in questo viaggio, e tutto sarà più chiaro.



Contributo tecnico e scientifico di Andrea Bernasconi (professore, HEIG-VD/HES-SO), Luca Bellotto (R&D, Symera), Fabio Centimerio (R&D, Marabu Italia), Stefano Costacurta (CEO, Symera), Massimo Del Senno (consulente R&D tecnologia del legno), Luigino Giacchetta (R&D, ICA), Riccardo Hassan (CEO, Sirpi), Alessandro Mantovani (Sales, Fenix Digital Group), Silver Santandrea (R&D, Cefla).

Il legno è un materiale organico, proprio come la pelle, viene usato in modo massiccio nel settore dell'arredamento e dell'edilizia, ma trova impiego in numerosi settori, dagli strumenti musicali ai giocattoli.

Come al solito, partiremo da molte domande, e cercheremo di dare qualche risposta:

Quando si stampa su legno?

Qual è la destinazione d'uso del prodotto finito?

Che resistenze sono necessarie, durante la lavorazione e dopo?

Quali lavorazioni sono necessarie per arrivare al prodotto finito?

Ho bisogno di pretrattamento e post-trattamento?

Quale tecnica di stampa userò?

Quale inchiostro?

Cominciamo però dalla base. "Per fare un tavolo ci vuole il legno. Per fare il legno ci vuole l'albero", cantava Sergio Endrigo. Tutto parte da qui, infatti: dagli alberi. Il legno serve alle piante a portare in alto, alla luce, le parti verdi in cui avviene la funzione clorofilliana. In questo articolo ci riferiremo sempre alle piante dicotiledoni; escluderemo cioè palme, bambù

e altre specie, il cui tessuto di sostegno si chiama "stipite". Per l'arredamento e l'edilizia viene usato il fusto dell'albero. La chioma viene usata come legna da ardere. Nel tronco degli alberi si identificano due macro-sezioni: quella esterna si chiama zona corticale, ed è composta da corteccia, libro e cambio. Quella interna è il legno propriamente detto, ed è composta da alburno, durame e midollo. La corteccia viene eliminata in sede di lavorazione. Il libro è uno strato formato da condotti nei quali discende la linfa. Il cambio è un sottile strato tra corteccia e legno, che produce nuove cellule che determinano l'accrescimento del fusto in senso radiale. La parte più interna è formata dall'alburno e dal durame, sezioni che possono essere distinguibili o meno tra loro. Lì si riconosce perché nei climi temperati la successione delle stagioni determina i cosiddetti "anelli di accrescimento", gli elementi che poi formano le venature. Il cuore del tronco si chiama midollo. È poco compatto, ha una consistenza minore rispetto ad alburno e durame, e ha un aspetto spugnoso: questa struttura è finalizzata all'accrescimento assiale del fusto.



ABETE



BETULLA



LARICE



PINO



PIOPPO

Fisica e meccanica del legno: cosa serve sapere prima di stampare

Dal punto di vista fisico, il legno è un materiale poroso: circa il 50-60% del suo volume è costituito da cavità. Sono i capillari, che finché l'albero è vivo trasportano la linfa. Questa particolare conformazione del tronco, interamente percorso da capillari, è il motivo principale della cosiddetta igroscopicità del legno. Tale materiale, infatti, assorbe acqua dall'aria e la trattiene in forma liquida, nei pori oppure nella parete cellulare. La sua struttura porosa può essere sfruttata anche per impregnarlo di liquidi protettivi, coloranti o adesivi. Quando si parla di stampa diretta su legno, bisogna tenere conto di questa caratteristica. Infatti, se non si prevede un pretrattamento che chiuda i pori in superficie la quantità di inchiostro necessaria sarà molto maggiore. L'umidità del legno ne influenza tutte le caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche: dall'elasticità alla sua tendenza anisotropa al ritiro e rigonfiamento lineari e volumetrici. La stabilità dimensionale del legno è un aspetto fondamentale da considerare, anche quando si parla di stampa. Può essere garantita se in fase di lavorazione il legno ha un'umidità che si manterrà in equilibrio con le

condizioni ambientali anche nel successivo impiego. Non esiste una "umidità perfetta" del legno, ottimale e costante in ogni caso. Con un'umidità inferiore al 20% i fenomeni di degrado fungino più noti e frequenti non si innescano. Sopra al 20% le sue caratteristiche meccaniche si riducono, benché non in modo drastico. Se non entra direttamente in contatto con l'acqua, l'umidità del legno resta al di sotto del 20%, a meno di avere condizioni di umidità relativa dell'aria prossime al 100%. In ambiente normale, l'umidità del legno varia fra il 10 e il 20%.

Se si vogliono evitare gli effetti collaterali della variazione di umidità, occorre mantenere condizioni climatiche costanti, ma questo è difficile anche nelle abitazioni private, dove a seconda della stagione l'umidità varia di 6-8 punti percentuali. La soluzione migliore è cercare di tenere il manufatto in equilibrio col clima (temperatura e umidità relativa) in cui è in servizio, valutando la situazione caso per caso. Tradizionalmente i legni vengono classificati in base alla loro durezza. Da questa dipendono spesso anche le loro destinazioni d'uso. I legni si differenziano anche per il loro aspetto: dal colore (bruno, rossastro, nero) al disegno, che dipende dal taglio e dall'andamento delle fibre (lucentezza, grana, venatura).



FAGGIO



FRASSINO



NOCE



QUERCIA

FOTO: LIGNUM

Legno massiccio: pro e contro

Il legno nasce cilindrico: questa è infatti la forma del tronco. In alcuni casi viene impiegato nella sua interezza, come legno massiccio. In questo caso il tronco viene tagliato in modo da mantenere una sezione rotonda, oppure – più spesso – rettangolare. Quest'ultima forma è generalmente più duttile e pratica, sia per le successive lavorazioni che per la conservazione e lo stoccaggio. Il legno viene suddiviso sulla base del taglio: se è centrale si chiama taglio con cuore; se un lato è tangenziale alla linea di diametro del tronco si chiama taglio cuore spaccato; se non include il cuore si chiama taglio fuori cuore. Dal tipo di taglio dipendono stabilità dimensionale (deformazioni e svergolamento) e rischio di fessurazione della tavola o della trave: nel primo caso sono molto alti, nel secondo sono alti, nel terzo sono limitati. Per aumentarne dimensione e resistenza, soprattutto se usati in ambito strutturale, vengono incollate due o più porzioni di massello. A seconda delle dimensioni, si chiamano listello, tavola, tavolone o legname squadrato. Il problema del legno massiccio è però il suo costo. La resa di un tronco infatti è solamente del 15- 20%.

Del legno non si butta via niente: derivati e compositi da piallacci, fibre e truciolì

Ma il legno – perdonateci il paragone – è un po' come il maiale, non si butta via niente. Ecco, quindi, che molto spesso i tronchi o le parti di scarto vengono tagliati e poi ricomposti in vari modi. I materiali di partenza possono essere piallacci, truciolì o fibre di legno. Vengono lavorati e ricomposti, usando colle speciali, così da essere utilizzabili. Anche in questo caso vengono realizzati prodotti lineari oppure piani, come i pannelli truciolari, OSB e in fibra di legno.

I pannelli da piallacci

Il tronco può essere tranciato o sfogliato, in modo da ottenere fogli più o meno sottili, detti rispettivamente "piallacci" o "sfogliati". La sfogliatura è un processo semplice ed economico, e quindi più adatto alle produzioni di massa. Richiede però materiale con elevate caratteristiche geometriche, ovvero un buon diametro e una buona rettilineità dei tronchi. Il taglio a strati è invece adatto a lavorazioni più pregiate, come l'impiallacciatura. In questo modo si riesce anche a mantenere la fiammatura del legno, il disegno. I piallacci ottenuti tramite sfogliatura o tranciatura vengono essicca-

Glossario materiali, proprietà e tecnologie

Anisotropia: proprietà di un materiale che ha caratteristiche diverse a seconda della direzione lungo la quale vengono considerate. Il legno è un materiale anisotropo; le sue variazioni dimensionali variano a seconda della direzione delle fibre.

Dicotiledoni: classe delle angiosperme che comprende piante sia erbacee che legnose.

Durabilità: proprietà di un materiale di conservare le caratteristiche fisiche e meccaniche durante un periodo di tempo, sotto l'azione di diversi agenti.

Igroscopicità: capacità di un materiale di assorbire l'umidità presente in aria. Le sostanze igroscopiche cambiano aspetto, colore o dimensione, per cui possono rivelare lo stato di umidità dell'aria.

Impiallacciatura: copertura di un supporto ligneo non pregiato con un piallaccio di legno pregiato, che viene incollato sopra.

Massello: legno da lavorazione costituito da un pezzo unico, usato solitamente per parquet e mobili pregiati. Il massello non è impiallacciato né placcato. Attenzione: è un sostantivo, anche se spesso viene usato come sinonimo dell'aggettivo "massiccio".

Metamerismo: fenomeno ottico per cui colori che sembrano uguali sotto una certa luce, si rivelano invece diversi se sono illuminati con una luce diversa.

Minuzzolo: letteralmente "pezzettino minuto, piccolissima parte di cosa sminuzzata". Piccoli pezzi di legno fragile, di scarto, riciclato.

Porosità: il rapporto tra il volume dei vuoti (pori) e il volume totale del materiale considerato.

Proprietà tecnologica: definisce l'attitudine di un materiale a essere sottoposto a diverse lavorazioni. Per esempio, sono proprietà tecnologiche malleabilità, fusibilità, saldabilità, truciolabilità. Definiscono quindi la capacità del materiale di lasciarsi lavorare, rispettivamente, per deformazione plastica, fusione, unione di lembi e asportazione di truciolo con macchine utensili.

ti, levigati, selezionati desiderato. Dai piallacci vengono composti prodotti lineari, detti "stratificati di piallacci", e prodotti piani, come i compensati.

I pannelli da fibre di legno

I fasci di fibre vengono ottenuti con un processo di sfibratura, dopo che il legno grezzo è stato sottoposto a una prima riduzione in minuzzolo. Le fibre si legano nel pannello intrecciandosi tra loro e sfruttando l'azione adesiva del legno stesso. È possibile anche aggiungere altre sostanze adesive alla miscela. In base come vengono prodotti, i pannelli di fibra di legno vengono suddivisi in "pannelli per via umida" e "pannelli per via secca".

I pannelli da trucioli

I pannelli truciolari possono essere classificati in base alla struttura del pannello, ovvero monostrato, multistrato (composti da particelle orientate o non orientate all'interno di ciascuno strato), a separazione progressiva simmetrica, pannelli estrusi con tubi. Possono essere classificati anche in base alle dimensioni e alla forma delle particelle: pannelli di trucioli smiuzzati (pannelli truciolari), pannelli di trucioli grossi e ampi (waferboard), pannelli di trucioli lunghi,

stretti e orientati (OSB), pannelli di altri materiali.

Pretrattamento, stampa, post-trattamento

Il legno massiccio o i materiali impiallacciati con specie pregiate vengono stampati di rado. Normalmente e tradizionalmente vengono verniciati o dipinti con vernici pigmentate. Le vernici hanno valore lucidante e decorativo, ma anche protettivo: servono a isolare il legno poroso da acqua e sporco. Quando si parla però di composti e derivati del legno, la stampa entra in ballo prepotentemente. Da decenni ormai è diffusa la pratica della "nobilitazione" di pannelli poco pregiati - solitamente truciolari, multistrato o pannelli di fibra di legno. Questa nobilitazione avviene attraverso l'incollaggio sulla superficie di carta stampata con tecnologia rotativa a imitazione del legno. La carta, trattata con tecnologie si possono riprodurre le venature del legno a registro con la stampa. In tutti i casi, a seconda degli usi finali, possono essere aggiunti post trattamenti per aumentare le resistenze all'abrasione, al graffio, al calpestio, all'umidità. Possono essere vernici, spruzzate o stese con rulli sui pannelli, oppure addirittura lamine polimeriche, incollate e pressate ad alta temperatura.



Creare l'effetto legno

Nell'industria dell'arredamento e dell'interior design, una delle sfide più grandi è creare un "effetto legno" convincente e verosimile. Oltre alla resa cromatica, complicata dal metamerismo, è di vitale importanza restituire l'effetto tattile del legno: tridimensionalità delle venature, temperatura, naturalità. Ci sono vari modi per ottenere risultati di livello da medio a ottimo – anche a seconda della qualità e delle resistenze richieste per il prodotto finito, dei costi, dei volumi produttivi. Nell'ambito della stampa tradizionale, i rotoli di carta melamminica vengono stampati con combinazioni di tinte spot che vanno dal beige al marrone scuro. In questo caso, l'effetto nella maggior parte dei casi con resina melamminica, viene applicata sotto

pressione e a caldo, e diventa così parte integrante del pannello. Negli ultimi anni sta prendendo piede anche la stampa digitale, che viene fatta direttamente sul materiale. Solitamente si usano MDF o comunque pannelli che presentino una superficie abbastanza liscia e omogenea. La tecnologia più usata è quella UV e UV LED, che offre buone prestazioni in termini di resistenze e di qualità di stampa. Per migliorare la coerenza cromatica, la resa quantitativa dell'inchiostro e la qualità di stampa, le superfici legnose vengono pretrattate con sostanze a base polimerica, poliuretaniche o acriliche. Questi liquidi di pretrattamento vengono spruzzati sulla superficie o stesi con rulli e passati in forni per asciugare, e costituiscono la vera e propria base per la stampa. Per produzioni industriali vengo-



*Un esempio di stampa digitale
con effetto tattile
a registro con l'immagine*

no usate macchine single pass, ma possono essere usate anche stampanti flatbed ad alta produttività con sistemi automatizzati di carico e scarico del materiale. I vantaggi della stampa digitale sono diversi: lavorando on-demand, possono essere praticamente annullati i costi di magazzino; si possono creare infiniti pattern e design a imitazione del legno; con alcune tridimensionale delle venature viene delegato a trattamenti analogici come presse a caldo, che imprime la texture desiderata. Solitamente il prodotto che deriva da questo processo è di qualità media, e le venature non sono a registro con la stampa. Passando al digitale, alcune tecnologie prevedono l'uso della quadricromia tipica del mercato delle arti grafiche, magari con l'aggiunta

di alcuni colori speciali. Altre, per ridurre il rischio di metamerismo, mutano l'uso di combinazioni di tinte marroni da altri settori, come la stampa digitale su ceramica e vetro. Per quanto riguarda la riproduzione delle venature, alcune delle più avanzate tecnologie digitali riescono a riprodurre la texture del legno perfettamente a registro con la stampa. Questo può avvenire sia con tecnologia additiva, sia con tecnologia chimico-sottrattiva. La prima prevede l'aggiunta di strati di materiale per creare lo spessore, passaggio dopo passaggio, mentre la seconda prevede l'uso di speciali sostanze chimiche che, grazie alla loro "incompatibilità" con il coating su cui agiscono, fanno sì che questo si ritragga nei punti desiderati, creando le scanalature.

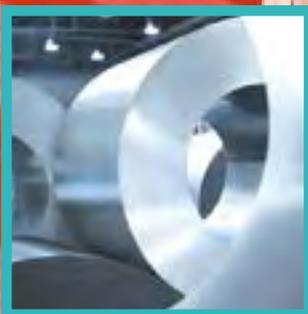
Foto Barbara Picazzi



metallo

Si fa presto a dire "metallo"... in realtà, di metalli ce ne sono moltissimi. E poi ci sono le leghe, più usate in ambito industriale rispetto ai metalli "puri". Siamo andati alla scoperta di questo mondo lucido, freddo, resistente. Per capire meglio cosa succede soprattutto prima della stampa su metallo.

Foto Barbara Picazzi



Contributo scientifico di Luca Bellotto (responsabile tecnico, Heliv), Stefano Costacurta (CEO, Symera), Roberto Frascella (responsabile commerciale, Gravotech), Barbara Pigazzi (responsabile commerciale prodotti speciali, 4K Design Factory), Giancarlo Rabuffo (CEO, Muchcolours), Marco Scatto (Technology Transfer Expert, Polymer Scientist), Simone Vezzù (R&D, Nadir).

Quando si parla di metalli, in realtà, si apre un mondo.

Parlare di metallo è molto generico: ce ne sono moltissimi (basta dare un'occhiata alla tavola periodica), e il tutto viene complicato dall'esistenza delle leghe. Le differenze fisiche e chimiche tra i metalli, ovviamente, influiscono sia quando si parla di lavorazioni industriali che quando si parla di decorazione e stampa. Per questo motivo, questo capitolo parlerà molto di metalli, delle loro caratteristiche chimiche e fisiche, delle loro lavorazioni, e relativamente poco di stampa (se ti interessa solo quello, passa direttamente all'ultimo paragrafo!). Ancora una volta, siamo partiti da alcune domande di base:

Cosa sono i metalli?

Quali sono i metalli più usati in ambito industriale?

Quali lavorazioni sono necessarie per arrivare ai prodotti finiti?

Quali caratteristiche dei metalli incidono sulla stampa e su altre lavorazioni?

Famiglie di metalli e leghe

Si definiscono "metalli" molti materiali diversi che condividono caratteristiche fisiche e chimiche: sono buoni conduttori di calore ed elettricità, riflettono la luce, hanno una buona resistenza meccanica. All'interno della tavola periodica, occupano la parte più cospicua. Calata nella realtà industriale, la suddivisione della tavola periodica appare molto astratta. Questi elementi sono abbastanza difficili da trovare in natura allo stato nativo. Inoltre, vengono generalmente applicati per scopi strutturali, vengono usati per realizzare infrastrutture o componentistica meccanica. Questo significa che devono resistere a carichi, ad alte temperature, a sollecitazioni meccaniche di vario tipo. Per aumentarne caratteristiche e proprietà richieste dagli utilizzi finali, vengono spesso combinati in leghe. Una lega è quindi un materiale composto da più metalli, che combinati insieme hanno caratteristiche migliorative rispetto ai materiali di partenza: per esempio, con "bronzo" viene indicata un'intera famiglia di leghe più resistenti e dure del rame, dello stagno e degli altri metalli solitamente usati per formarle. Una suddivisione più utile dei materiali metallici è quindi quella tra leghe a base ferro (dette anche acciai) e leghe di alluminio

(dette anche leghe leggere). Queste due famiglie coprono all'incirca il 70% dei materiali metallici usati in ambito industriale e manifatturiero. La percentuale rimanente viene coperta da rame e leghe di rame, come il bronzo o l'ottone, e da leghe speciali che contengono titanio, nichel, magnesio, cobalto. Questi metalli, relativamente rari, conferiscono alle leghe di cui fanno parte proprietà particolari come resistenza, leggerezza, resistenza alle alte temperature, conduttività elettrica e termica. Leghe di questo tipo possono essere importanti in svariati processi produttivi industriali, ma solitamente non sono impiegate in modo massiccio. Vengono usate in campi principalmente tecnici, ad alto costo.

Tornando alle due principali famiglie di materiali metallici che abbiamo nominato, le leghe a base alluminio e a base ferro, bisogna ricordare che all'interno di ciascuna famiglia esistono molti tipi di acciai e di leghe leggere diversi, costruiti in modo molto diverso, che possono contenere molti elementi. Ciascun tipo ha caratteristiche peculiari adatte a usi specifici: vediamo qualcuno. Le leghe leggere, a base alluminio, sono caratterizzate da bassa densità (e quindi leggerezza), duttilità, conduttività termica ed elettrica elevate, basso punto di fusione (al di sotto dei 660 °C), resistenza alla corrosione

in ambiente atmosferico. Vengono apprezzate in molti ambiti industriali, dall'aeronautica all'automotive, dagli attrezzi da cucina agli infissi. Gli acciai vengono normalmente classificati in due gruppi: il gruppo I (UNI EN 10027-2) raccoglie acciai da costruzione di uso generale, e il gruppo II i cosiddetti "acciai speciali", che hanno caratteristiche meccaniche superiori. Gli acciai vengono solitamente suddivisi in base alla loro destinazione d'uso: per esempio, gli acciai da bonifica possono sopportare carichi elevati, urti e soprattutto a resistere alla fatica; gli acciai per molle devono avere un punto di snervamento vicino alla tensione di rottura e una grande resistenza alla fatica; gli acciai per cuscinetti a rotolamento sono di altissima qualità, caratterizzati da durezza elevata, resistenza all'usura e alla fatica. L'acciaio inox, o acciaio inossidabile, è forse il più famoso degli acciai. Viene usato in vari settori industriali, da quello petrolifero e petrolchimico a quello minerario, da quello energetico a quello alimentare (qui è molto noto l'acciaio inox 18/10, che contiene il 18% di cromo e il 10% di nichel). La caratteristica che lo rende così utile è la proprietà di non arrugginire se esposto all'aria e all'acqua. Viene ottenuta principalmente grazie al cromo, che è presente in una percentuale solitamente superiore al 13%.

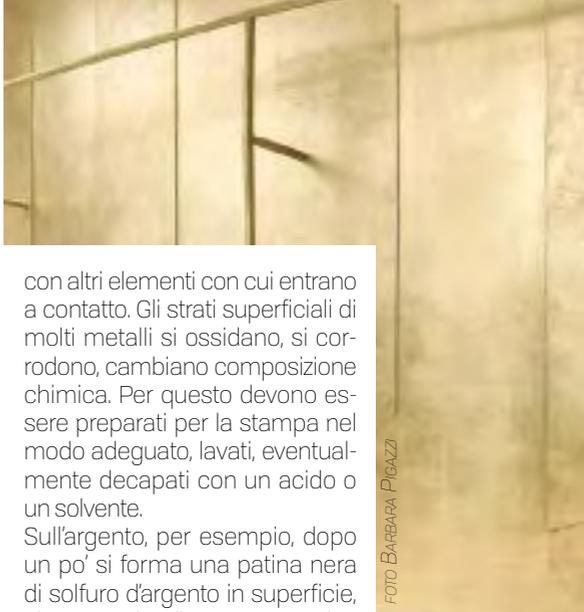
Caratteristiche importanti per la stampa (e non solo)

I metalli hanno diverse caratteristiche che incidono sulla loro stampabilità. La prima caratteristica riguarda quanto la loro superficie possa essere lucidata o incisa. La proprietà che dà queste indicazioni è la durezza. Se un materiale è sottoposto a un carico, tanto meno è duro quanto più è grande l'impronta che viene lasciata, ovvero quanto più si deforma in modo permanente. I metalli preziosi come l'argento o l'oro, ma anche il rame e l'alluminio, soprattutto se poco legato, hanno durezze mediamente basse. Ci sono varie scale di durezza, che dipendono dallo strumento con cui la si misura, e ci sono quindi varie scale numeriche (Brinell, Vickers, Rockwell, Mohs), tutte relativamente comparabili tra loro. Più il metallo è duro, più difficilmente lo si può incidere, ma è più resistente nel tempo. Sempre dalla durezza dipende la capacità di un metallo di essere lucidato così da risultare uno specchio. Ogni metallo ha una propria procedura per essere lucidato: ci sono differenze tra metallo e metallo, anche sulla qualità della superficie che si ottiene. Questo dipende anche dal fatto che le superfici dei metalli tendono a reagire con l'ambiente esterno, con l'aria, con l'acqua e

con altri elementi con cui entrano a contatto. Gli strati superficiali di molti metalli si ossidano, si corrodono, cambiano composizione chimica. Per questo devono essere preparati per la stampa nel modo adeguato, lavati, eventualmente decapati con un acido o un solvente.

Sull'argento, per esempio, dopo un po' si forma una patina nera di solfuro d'argento in superficie, che ne rovina l'aspetto e anche, potenzialmente, la stampabilità (bisognerebbe valutare caso per caso come reagiscono gli inchiostri a contatto con la patina e se aderiscono). In ambito industriale, si preferiscono generalmente materiali più semplici da gestire, più durevoli, meno sensibili nei confronti di agenti esterni. Per questo motivo, la resistenza alla corrosione è una caratteristica importante quando si parla di stampa su metallo. Anche la rugosità superficiale è un parametro importante. È la misura che determina quanto una superficie è liscia.

A livello microscopico, la rugosità indica se la superficie del metallo assomiglia a un paesaggio pianeggiante, collinare o montagnoso. Tanto più il materiale è duro, tanto più si può lavorare la superficie per abbassarne la rugosità. Un comune acciaio al carbonio, che è duro il doppio di una lega di alluminio e il triplo del rame, può



Glossario materiali, proprietà e tecnologie

Adesione: il legame chimico che la goccia di inchiostro forma con la superficie. Per avere una buona adesione si deve formare un legame chimico forte con la superficie.

Bagnabilità: la capacità di una superficie di essere bagnata. A parità di temperatura e tipologia di liquido, dipende dall'energia superficiale della superficie e del liquido, oltre che dalla levigatezza e dalle impurità presenti sulla superficie. Determina la forma che assume la goccia di inchiostro sulla superficie: quanto più la bagnabilità è alta, tanto più il liquido avrà la tendenza a ricoprire omogeneamente la superficie; quanto più la bagnabilità è bassa, tanto più il liquido avrà la tendenza a ritirarsi in gocce lasciando scoperta la superficie.

Decapaggio: operazione chimica che serve a eliminare strati superficiali di un materiale con soluzioni di acidi o alcali.

Densità: è il rapporto tra la massa e il volume. Se un materiale ha bassa densità, significa che ha una massa piccola rispetto al volume che occupa. Se invece ha un'alta densità, significa che ha una massa grande rispetto al volume che occupa.

Durezza: valore numerico che indica quanto un materiale è deformabile plasticamente, ovvero fino a che punto si può deformare senza che la trasformazione diventi permanente.

Duttilità: proprietà di un materiale di deformarsi plasticamente sotto carico prima di rompersi, cioè la sua capacità di sopportare deformazioni plastiche.

Fatica: la progressiva degradazione di un materiale sottoposto a carichi variabili nel tempo.

Lega: materiale composto da più metalli, che combinati potenziano qualcuna delle loro caratteristiche originarie (durezza, resistenza, leggerezza). Un metallo non puro, cioè addizionato con altri elementi in lega, si definisce "legato". Una lega con due componenti è detta binaria, con tre ternaria, con quattro quaternaria.

Materiale di apporto: il metallo che viene usato per la saldatura, quando non è possibile usare il metallo o i metalli che devono essere uniti.

Materiale metallico: materiale che contiene metalli o leghe.

Metallo: elemento chimico opaco, con alto potere riflettente, duttilità elevata, buona conduttività termica ed elettrica.

Plasma: somministrando con una scarica elettrica energia a un gas si ottiene il plasma. È detto anche "quarto stato della materia", perché si aggiunge a quello solido, a quello liquido e a quello gassoso.

Punto di snervamento (o tensione di snervamento): quando un materiale inizia a deformarsi plasticamente, passando da un comportamento elastico reversibile a un comportamento plastico che sviluppa deformazioni irreversibili.

Rugosità: irregolarità superficiali che possono essere determinate dal processo di produzione (per esempio superfici di metalli prodotti per fusione) o da lavorazioni successive (per esempio lavorazioni con utensili, solchi, scalfiture, sabbatura). Quanto più sono numerose e profonde, tanto più la superficie sarà rugosa, e viceversa.

raggiungere livelli di finitura superficiale difficili per altri metalli. Un'altra caratteristica importante da tenere in considerazione quando si parla di stampa è la bagnabilità. In funzione del liquido e del materiale della superficie si ha una bagnabilità diversa. I metalli hanno una bagnabilità solitamente alta, in virtù dell'energia superficiale relativamente elevata.

Questo significa che se si sparge un liquido su una superficie di metallo, si forma una chiazza larga. È possibile trattare la superficie dei metalli per alterare questa caratteristica a seconda delle necessità. Si possono usare primer chimici oppure trattamenti superficiali come il trattamento corona o il plasma atmosferico. Quest'ultimo può servire sia ad attivare la superficie che a depositare gruppi chimici funzionali all'aumento della compatibilità tra substrato metallico e inchiostro. Da queste caratteristiche del metallo – durezza, rugosità, bagnabilità –, oltre che dalla viscosità e dalle sue proprietà di bagnabilità nei confronti della superficie, dipende la perfetta stesura della goccia, che deve espandersi nella misura perfetta: non troppo (altrimenti si perderebbe in definizione) ma nemmeno troppo poco (il substrato non verrebbe perfettamente coperto).



FOTO BARBARA PIGAZZI

Formati adatti a lavorazioni industriali

Prima di arrivare a essere decorati e stampati, i metalli subiscono moltissime lavorazioni. Dopo l'estrazione possono essere fusi, colati, laminati a caldo o a freddo, fresati in modo chimico o tradizionale, forgiati, estrusi... Tutto l'insieme di tecniche che hanno per scopo la produzione e la prima lavorazione di ferro, ghisa, acciai e leghe industriali si chiama metallurgia o siderurgia (se riguarda solamente il ferro e le sue leghe). In questa prima fase si arriva alla produzione di semilavorati facili da trasformare ulteriormente. Nell'industria meccanica, quindi,

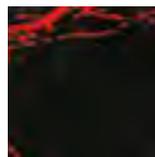


i metalli da lavorare possono arrivare sotto forma di "coil" (o nastri), bobine di metallo di varia larghezza, generalmente classificate in maggiori o minori di 600 mm. Lo spessore dei fogli di metallo arrotolati va generalmente da 0,4 a 1 mm. Altri formati tipici sono le lamiere, di spessore molto variabile (da meno di 0,5 a oltre i 4,75 mm), rettangolari o quadrate. Le lamiere possono essere ricavate anche dalle bobine, opportunamente raddrizzate con aspi motorizzati. I metalli possono altrimenti arrivare sotto forma di larghi piatti (tavole larghe almeno 150 mm e spesse almeno 5 mm), profilati (trafilati a caldo, con sezioni diverse), barre (trafilate a caldo, solitamente a sezione circolare) o fili laminati (avvolti in rotoli ancora caldi, solitamente a sezione circolare). A partire da questi formati vengono realizzati i prodotti più diversi; dai cavi usati in ferrovia alle porte degli ascensori, dalle lattine delle bibite agli utensili per la cucina.

Alcune lavorazioni e decorazioni possibili

A seconda del prodotto da realizzare, ogni stabilimento usa semilavorati di forma diversa ed esegue lavorazioni diverse. Per esempio, le bobine di acciaio, alluminio, rame, vengono raddrizzate attraverso un aspo meccanico

e tagliate nella misura desiderata. Se il metallo è già sotto forma di lamiera, di tavola o di barra, è pronto per essere lavorato ulteriormente. Ribadiamo ancora una volta che ciascun metallo o lega metallica ha caratteristiche uniche che incidono sul processo di lavorazione. Lo avresti detto che non tutti i metalli si possono saldare? L'acciaio è saldabile, mentre rame e alluminio lo sono difficilmente, perché si ossidano/corrodono troppo rapidamente e quindi la saldatura non tiene. Per semplificare, e visto che stiamo parlando di stampa, abbiamo deciso quindi di illustrare qui un processo produttivo particolare che coinvolga la decorazione di una superficie piana. Alcune lavorazioni sono comuni ad altri processi produttivi, mentre altre sono abbastanza particolari. Partiamo con la lucidatura delle lamiere: i metalli sono fortemente lucidabili, si può avere un controllo perfetto dell'intero processo e quindi si può ottenere un effetto finale molto omogeneo. L'effetto specchio si ottiene sfregando meccanicamente la superficie con una serie di utensili con potere abrasivo decrescente: spazzole, carte abrasive e infine panni. Il metallo risulterà tanto più liscio e riflettente quanto più il metallo è duro. L'effetto satinato, che non è altro che una superficie con una rugosità maggiore, si ottiene con



spazzole speciali. Dopo questo procedimento, che può durare anche diverse ore a lamiera, a seconda del tipo di lavorazione si può passare all'embossing, ovvero alla creazione di rilievi decorativi tramite rulli di metallo duro. Gli effetti che si possono ottenere sono virtualmente infiniti: a chicco di riso, a tela di lino, e ci sono aziende che propongono anche effetti unici come la "pelle d'elefante". A questo punto si può procedere con la verniciatura, la serigrafia o la stampa digitale, se si cerca un effetto decorativo. Molto più diffuse in ambito industriale sono le tecnologie di marcatura, come la tampografia o il laser, che servono a tracciare i prodotti. Quale che sia la tecnologia scelta, il supporto dev'essere perfettamente liscio e pulito per essere decorato. Se serve, quindi, si può procedere a un'ulteriore pulizia meccanica, a un lavaggio con acqua e detergenti appositi, a un lavaggio con ultrasuoni oppure a un trattamento al plasma atmosferico. A seconda della tecnologia di stampa o decorazione, come abbiamo già detto, si possono usare primer chimici oppure trattamenti superficiali come il trattamento corona o il plasma atmosferico per migliorare l'adesione degli inchiostri o delle vernici. Se si cerca un effetto di colore pieno, si può scegliere la verniciatura oppure l'elettrocolo-

razione, per cui la lastra di metallo (generalmente alluminio anodizzato, ma non solo) viene sottoposta a corrente elettrica alternata in una vasca che contiene una soluzione di sali metallici e additivi chimici. La serigrafia è una tecnologia consolidata che permette di decorare un grande numero di pezzi a costi concorrenziali. La stampa digitale è però una delle tecnologie di decorazione più interessanti per quanto riguarda il metallo. Vengono usate chimiche d'inchiostro diverse, che vanno dal solvente all'UV. Quando si deve scegliere il tipo di inchiostro con cui stampare, è importante pensare all'effetto finale che si desidera e alle resistenze richieste. Per esempio, alcuni inchiostri permettono di intravedere la lucentezza del metallo sottostante, mentre altri formano una patina perfettamente coprente. A questo punto, una volta decorata, la lastra di metallo può subire ulteriori lavorazioni per aumentare la resistenza dell'inchiostro o della vernice: curing, post-trattamenti chimici. E ora si può procedere al taglio, alla piegatura, al montaggio.



FOTO AGC

vetro

Il vetro è un materiale affascinante e difficile. Lavorarlo, stamparlo, decorarlo: sono procedimenti complessi che richiedono competenze specialistiche. In questo capitolo abbiamo provato a conoscere un po' meglio questo composto di silice, soda e calce.



FOTO VENETO VETRO



FOTO FERRO

Contributo scientifico di Luca Bellotto (Heliv Group), Roberto Ghio (Architectural Design Manager presso Guardian Industries), Giorgia Giacchetto e Alice Guolo (Veneto Vetro), Francesco Gonella (Università Ca' Foscari di Venezia), Liliana Toschi (Ferro).

Uno dei materiali più raffinati che si possono usare in architettura e nella decorazione d'interni è il vetro.

Trasparente per definizione, è però grazie alla colorazione, alla stampa e alla decorazione che espande i propri ambiti di utilizzo, offrendo infinite possibilità creative: porte e finestre, tavoli e sedie, ma anche box doccia, pannelli divisorii, rivestimenti per cucine e bagni. Eppure, il vetro è ancora poco usato al di fuori dagli ambiti funzionali. Se in ambito architettonico è il materiale più usato per le vetrate dei grattacieli, nelle abitazioni private rimane spesso relegato in ambienti ben precisi e ristretti, come gli elettrodomestici e gli infissi. I motivi sono vari: rispetto a materiali plastici come il Plexiglass è più fragile, delicato e costoso. Inoltre, richiede competenze specialistiche e attrezzature specifiche per essere stampato, decorato, lavorato, trasportato, montato. Anche in questo caso, ci sono alcune domande fondamentali da farsi quando si parla di stampa su vetro:

Qual è la destinazione d'uso del prodotto finito?

Che resistenze sono necessarie, durante la lavorazione e dopo?

Quali lavorazioni sono necessarie per arrivare al prodotto finito?

Queste domande sono fondamentali anche per capire come attenersi alla normativa sulla sicurezza, che in Italia, per il vetro, è l'UNI 7697 del 2015. Avere la risposta a queste prime domande renderà più semplice rispondere a queste:

Su quale tipo di vetro posso stampare?

Ho bisogno di pretrattamento e post trattamento?

Quale tecnica di stampa userò?

Quale inchiostro?

Basta un curing o un pinning, oppure ho bisogno della tempra?

Come verrà lavorato il prodotto dopo la stampa?

Avventuriamoci ora nell'affascinante mondo del vetro, fragile e rovente, trasparente e multiforme.

Il vetro, o meglio: i vetri

Parliamo sempre di "vetro", ma in realtà i vetri sono moltissimi, diversi per composizione chimica e fisica. Dal punto di vista chimico, il vetro è "un liquido la cui viscosità è così alta da assomigliare a un solido", secondo la definizione del professor Francesco Gonella. Tutti i vetri usati nell'interior decoration e in architettura è composto principalmente di tre elementi: silice,

soda e calce.

La silice è la base comune a tutti i vetri, la componente "vetrificante". La soda (o meglio, l'ossido di sodio) serve principalmente ad abbassare la temperatura di fusione, portandola da più di 1.700 gradi Celsius a temperature ben al di sotto dei 1.000° C.

La calce è invece uno stabilizzante: essendo il vetro un materiale amorfo, dalla composizione molecolare non cristallina, non è stabile. Per questo rischia, per esempio, fratture durante il taglio. La calce serve anche a ripristinare l'insolubilità della materia.

A questi elementi principali si aggiungono l'ossido di magnesio e di alluminio, ulteriori elementi stabilizzanti che migliorano le proprietà chimiche e meccaniche del prodotto.

Vengono aggiunti ossidi di metalli per produrre vetri colorati, che però in ambito industriale non sono molto richiesti. Altre sostanze servono ad aumentare determinate proprietà del vetro: abbassare la temperatura di fusione, stabilizzare la struttura molecolare, affinare i difetti, colorare o decolorare, opacizzare. I vetri moderni, poi, spesso contengono frammenti di vetro preesistente, che viene così riciclato e che aiuta ad abbassare la temperatura di fusione. Il vetro piano, quello di cui parliamo in questo articolo, ha una

composizione chimica differente da quella del vetro cavo, usato per realizzare bicchieri e bottiglie.

E anche di vetri piani ce ne sono di varie tipologie: float (o ricotto), temprato, indurito, stratificato (o laminato). Il vetro float o ricotto è stato inventato nel 1952 da Alastair Pilkington. È la tipologia più diffusa (è anche la meno elaborata, rispetto alle altre, che hanno lavorazioni aggiuntive). Viene detto "float" dal verbo inglese to float, che significa galleggiare. Questo nome curioso deriva dalla sua lavorazione: dopo che le materie prime fondono ed escono dal bacino di fusione, entrano in una camera dove c'è una specie di piscina di stagno fuso. Il fluido vetroso galleggia sullo stagno senza mescolarsi e forma naturalmente uno strato spesso circa sei millimetri (è lo spessore che viscosità, tensione superficiale e forza di gravità fanno assumere ad ogni fluido vetroso).

In questo momento si agisce per aumentarne o diminuirne lo spessore - tenendo conto che nel settore architettonico vengono generalmente usate lastre spesse dai tre ai venticinque millimetri. Nel primo caso vengono strette le barriere che arginano il flusso di vetro incandescente, nel secondo vengono attivati "top roll", rulli che scorrono più o meno velocemente sul fluido e lo stendono.

Da questa lavorazione si determinano il "lato stagno" - che entra a contatto con il metallo.

Un materiale particolare: la vetroceramica

Un'ulteriore tipologia di materiale vetroso usato nell'arredamento, e in particolar modo negli elettrodomestici (forni, piastre a induzione), è la vetroceramica. È un materiale composito che si caratterizza per un'altissima resistenza al calore e particolari caratteristiche termomeccaniche, alcune proprie del vetro (come l'ermetizzazione), e altre della ceramica (come la resistenza).

Ha una composizione chimica particolare: cristalli di piccole dimensioni sono immerse in una massa amorfa di materiale vetroso. Si ottiene attraverso un procedimento termico che permette la nucleazione, ovvero l'aumento del numero dei cristalli all'interno della massa vetrosa: fuso - e il "lato aria" - che rimane esposto all'aria. Il raffreddamento avviene in modo controllato, per evitare il rischio di fratture, il vetro passa da seicentventi a duecentocinquanta gradi, in un tunnel detto forno di raffreddamento o "étenderie".

Questo processo è anche detto "ricottura": da qui deriva il nome "vetro ricotto". La lastra di vetro si raffredda all'aria e quando final-

Rimescolamento e fase di prescioglimento della miscela



FOTO AGC

Una colata di vetro fuso



FOTO FERRIO

Una delle fasi finali della produzione: il caricamento delle lastre finite sui cavalletti



FOTO AGC

Amorfo: materiale in cui non c'è ordine nelle posizioni degli atomi o delle molecole che lo costituiscono. Lo stato amorfo è in certo modo intermedio tra il solido e il liquido: si può definire il risultato del rapido raffreddamento di un liquido. Si contrappone a "cristallino".

Coatizzazione o rivestimento: per aumentarne alcune proprietà come l'efficienza energetica, il vetro può essere coatizzato, ovvero rivestito, da metalli o ossidi di metallo. **Indurimento:** il vetro viene portato a circa 600°C e poi raffreddato gradualmente. Questo ne aumenta la resistenza alle sollecitazioni termiche e meccaniche, ed è infatti usato per le applicazioni in cui è necessario evitare una rottura per shock termico.

Inchiostri ceramici: a base ceramica, ovvero costituiti dagli stessi componenti del vetro. I pigmenti ceramici si fissano sul vetro attraverso fusione e tempra. Sono caratterizzati da una grandissima resistenza all'abrasione, e possono essere usati anche in architettura.

Inchiostri organici o a freddo: sono quegli inchiostri che non subiscono un processo di tempra, ma vengono essiccati sulla superficie del vetro attraverso lampade UV a bassa temperatura. Sono usati soprattutto nella decorazione d'interni.

Lato aria e lato stagno: sono i due lati del vetro, rispettivamente quello che rimane esposto all'aria e quello che entra in contatto con il bagno di stagno. Solitamente si stampa sul lato aria.

Magnetronico: procedimento di coatizzazione offline, grazie al plasma atmosferico. Il coating rimane sulla superficie del vetro e ha una "data di scadenza" prima che si ossidi e quindi perda le sue proprietà (solitamente circa tre mesi).

Pirolitico: procedimento di coatizzazione online. Il coating viene spruzzato sul vetro ancora molle, e viene inglobato all'interno del vetro.

Plasma: somministrando con una scarica elettrica energia a un gas si ottiene il plasma. È detto anche "quarto stato della materia", perché si aggiunge a quello solido, a quello liquido e a quello gassoso. Viene usato nel processo di coating magnetronico.

Tempra: il vetro, portato a circa 600°C, viene bruscamente raffreddato con getti d'aria. La differenza del tempo di indurimento tra esterno e interno fa sì che si generino delle tensioni meccaniche compressive. Per questo motivo il vetro temprato è circa tre volte più resistente alla flessione di quello ricotto, e in caso di rottura si frantuma in una moltitudine di frammenti non taglienti (chiamati "dadi"). Questo vetro deve essere sottoposto a tutte le lavorazioni come taglio o foratura prima del processo di tempra, altrimenti si rompe.

Vetro float o ricotto: float significa, letteralmente, "galleggiare", e deriva dal procedimento di produzione di questo tipo di vetro, che viene formato galleggiando, appunto, in un bagno di stagno fuso. È detto anche "ricotto", perché il processo di raffreddamento è molto lento e avviene a circa 500°C: quasi una ricottura.

mente raggiunge la temperatura di cento gradi è pronta per subire ulteriori lavorazioni, come il taglio (la dimensione standard di una lastra è 6.000 per 3.210 millimetri), la molatura, la curvatura, oppure la tempra o l'indurimento.

Questi ultimi due procedimenti, che servono a rendere il vetro più duro e quindi più resistente, consistono nel riscaldamento e nel successivo raffreddamento della lastra. L'ultimo tipo di vetro che abbiamo menzionato, molto usato in architettura, è quello detto stratificato o laminato. È questo un vetro composito, un sandwich, di vetri ricotti, temprati o induriti, tenuti insieme da un intercalare (o interlayer) di polivinilbutirrale (PVB), di etilene vinil acetato (EVA) o poliuretano termoplastico (TPU). Esistono anche vetri laminati antiuragano, che usano interlayer specifici.

Il vetro con i superpoteri: la coatizzazione

Il vetro, nell'architettura e nell'arredamento d'interni, può essere usato "al naturale", ma più spesso passa attraverso qualche tipo di processo di "coatizzazione", di rivestimento, che ne aumenta l'efficienza energetica o ne potenzia qualche altra caratteristica. Bisogna infatti tenere presente che di solito, nell'architettura residenziale,

si usano vetri che lasciano entrare dal settantacinque all'ottanta per cento dei raggi solari. In costruzioni particolari con grandi vetrate, i vetri lasciano passare tra il cinquanta e il sessanta per cento della luce solare. Esistono però varietà di vetri che lasciano entrare solo il venticinque per cento della luce: vengono solitamente usati in copertura. Inoltre, sono molto richiesti vetri basso-emissivi (che non lasciano uscire il calore durante l'inverno) e a controllo solare (che non lasciano penetrare i raggi del sole durante l'estate).

Il vetro "coatizzato" è ricoperto da un rivestimento di metallo o ossido di metallo. Uno dei più efficaci è l'argento, ma vengono usati anche zinco e titanio. Su una stessa lastra di vetro può essere applicato anche più di uno strato di coating, che è completamente trasparente. Per coatizzare una lastra di vetro vengono usati due procedimenti: quello pirolitico e quello magnetronico. I vetri pirolitici vengono realizzati spruzzando l'ossido di metallo direttamente sul vetro appena uscito dal bagno di stagno (è una procedura in linea). La superficie ancora molle assorbe il coating e lo ingloba. Questo tipo di rivestimento è particolarmente resistente ai graffi e alle abrasioni, perché, di fatto, l'ossido vetrifica. Invece i vetri magnetronici sono più delicati ma più

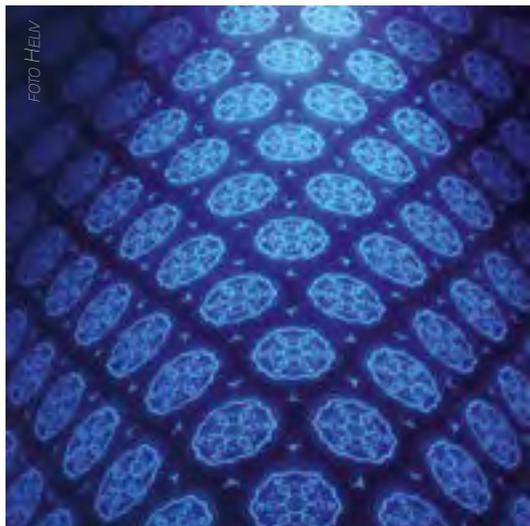
efficaci di quelli pirolitici. In questo caso il coating viene spruzzato sul vetro perfettamente raffreddato (è una procedura offline); la lastra viene fatta passare attraverso un "coater", che consiste in una camera estremamente lunga (può arrivare fino a cento metri di lunghezza, per cinquanta centimetri di altezza) che solitamente si trova all'interno di una linea di produzione. All'interno del coater non c'è pressione; molecole di metallo (argento per esempio) vengono trasferite sul vetro grazie a un processo elettromagnetico.

Questo tipo di coating superficiale, essendo esposto agli agenti atmosferici, dopo un determinato periodo di tempo (solitamente tre mesi) inizia a corrodersi. Per questo, per esempio nei vetri delle finestre, viene sigillato all'interno della vetrocamera. Esistono anche coating magnetronici studiati per resistere all'atmosfera, come il coating antiriflesso.

Sai davvero cosa succede quando stampi il vetro?

Alcune cose da tenere in considerazione quando si stampa su vetro. Soprattutto nell'interior design stanno cominciando a essere sempre più usati vetri colorati, stampati o decorati. Ma quando si vuole stampare o decorare il vetro, ci sono alcune co-

Quando il vetro mostra gli effetti speciali: gli inchiostri organici luminescenti di Heliv Group per l'interior decoration



se da tenere in considerazione. La prima (e fondamentale) è che si possono usare due diversi tipi di inchiostri: quelli ceramici a base vetrosa e quelli organici. Questi ultimi vengono anche chiamati "a freddo", perché non vengono lavorati ad alte temperature ma sottoposti a un semplice curing, a differenza di ciò che accade invece con gli inchiostri ceramici, che prima vengono essiccati (talvolta anche direttamente in macchina) e poi subiscono un vero e proprio processo di tempra che li fa vetrificare, rendendoli un tutt'uno con la lastra.

Gli inchiostri organici rimangono invece sulla superficie, non si fon-

Il vetro si fa opera d'arte: il Roma Convention Center - La Nuvola, noto anche come Nuvola di Fuksas", realizzata con vetri di AGC su progetto dello studio Fuskas



Foto AGC

dono, e hanno quindi resistenze minori (agli agenti atmosferici, agli acidi, all'alcol, ai graffi, all'abrasione, alle macchie, allo scivolamento...). Solitamente, per ovviare a questo problema, in applicazioni architettoniche o di decorazione d'interni, la superficie decorata con la stampa a inchiostri organici viene pretrattata e poi protetta con coating specifici oppure con un'altra lastra: si crea un sandwich, mantenendo la stampa all'interno. Tra i vantaggi della stampa a freddo c'è invece la possibilità di avere una gamma cromatica molto ampia e che comprende il bianco puro (non realizzabile con inchiostri ceramici), gli inchiostri fluo e quelli

metallizzati. Questi ultimi possono però essere ottenuti anche con inchiostri ceramici, se pure non con la tecnologia digitale, ma in serigrafia. Un'altra cosa da tenere in considerazione, parlando di stampa su vetro (quale che sia), è che si stampa sempre sul lato arioso. Esistono strumenti specifici che sfruttano i raggi ultravioletti per identificare con sicurezza qual è. Inoltre, se si usano inchiostri ceramici, bisogna verificare che le loro temperature di cottura siano inferiori alla temperatura di rammolimento del vetro e che quest'ultimo possa essere temprato (altrimenti gli inchiostri non potrebbero cuocere). Per esempio, non tutti i vetri coalizzati possono passare attraverso un processo di tempra. Infine, uno degli aspetti più delicati della stampa su vetro è la perfetta pulizia della lastra, altrimenti l'inchiostro non aderisce correttamente e si formano delle difettosità. Per questo motivo, nelle linee di produzione industriale, le lastre prima di arrivare in stampa passano una lavatrice. Il processo di stampa avviene solitamente in una camera bianca, a temperatura e umidità controllata, per evitare depositi accidentali di polvere prima e soprattutto durante il deposito dell'inchiostro, quando deve ancora essiccare.



FOTO MARAZZI

ceramica

I mattoni e le statuine in porcellana della nonna, in fondo, hanno qualcosa in comune: una storia millenaria e affascinante, un processo produttivo complesso, e le stesse materie prime, o quasi. Stiamo per vedere come si produce la ceramica, il minimo comune denominatore di mattoni, statuine e... piastrelle.



FOTO MARAZZI

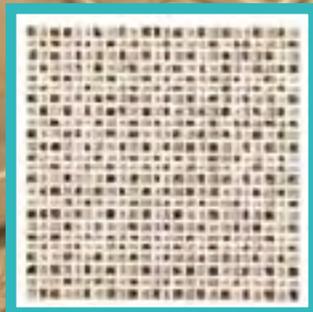


FOTO TECNOFERRARI

Contributo tecnico e scientifico di Alberto Annovi (responsabile tecnico del Gruppo TecnoFerrari), Gian Paolo Crasta (direttore marketing e comunicazione di ACIMAC), Gian Mario Guidotti (direzione tecnica di SACMI), Antonio Licciulli (professore di Scienza e tecnologia dei materiali, Università del Salento).

La produzione della ceramica è molto antica.

Ben presto l'uomo si è accorto che l'argilla bagnata è malleabile e può essere lavorata facilmente con le mani, mentre quando è asciutta diventa rigida. Quando invece viene cotta ad alta temperatura subisce una trasformazione irreversibile, e diventa solida e compatta in modo permanente. I primi manufatti in argilla risalgono al periodo neolitico, quando vasi, piatti e bicchieri venivano cotti direttamente sul fuoco. In questo articolo cercheremo di capire meglio cos'è la ceramica, come viene lavorata e decorata. Ovviamente, anche in questo caso c'entra la stampa a getto d'inchiostro. Per circoscrivere un pochino l'argomento, ci occuperemo soprattutto di piastrelle, ovvero di produzione e decorazione di oggetti piani. Questo settore è molto specialistico, è difficile entrarci senza competenze elevate e investimenti importanti (alla fine dell'articolo avrai capito il perché). Per questo, se lavori nelle arti grafiche, difficilmente ti occuperai di decorazione industriale ceramica. Se hai una stampante flatbed magari ti capiterà di stampare piastrelle decorative, ma difficilmente questo sarà il tuo business principale. Eppure, ti invito a continuare a leggere, per due motivi: il primo è che l'Italia è tra i maggiori produttori di ceramica al mondo,

leader nei prodotti di alta gamma, nell'estetica di superficie, nel valore delle quantità esportate e nelle tecnologie; il secondo è che in questo settore l'inkjet è penetrata in modo rapidissimo e capillare. In meno di dieci anni dalla comparsa di questa tecnologia nel settore si è arrivati a una diffusione di oltre il 95% nei mercati "maturi" come Italia o Spagna. Come sempre, ci sono alcune domande-guida che hanno fatto e fanno da filo conduttore:

Qual è la destinazione d'uso del prodotto finito?

Dove verrà usato il prodotto finito?

Che resistenze sono necessarie?

Quali lavorazioni sono necessarie per arrivare al prodotto finito?

Quali tecniche di decorazione posso usare?

La lavorazione di piastrelle ceramiche oggi è principalmente industriale. Le aziende produttrici si chiamano "ceramiche"; le loro linee di produzione sono estremamente produttive e richiedono competenze tecniche specifiche, spesso custodite gelosamente. Non parleremo di stampa organica (tipo UV o UV LED) ma di stam-



pa ceramica. Seguiremo una linea di produzione industriale, che usa inchiostri inorganici che hanno bisogno di una cottura.

La composizione del corpo ceramico

Le materie prime che servono a produrre le piastrelle di ceramica sono di origine minerale. Vengono usati principalmente silicati: argille, le cui proprietà plastiche permettono la formatura; quarzi, che aiutano a mantenere la forma in cottura; feldspati, che favoriscono la fusione delle argille e quindi vengono usati per ridurre la temperatura dei forni. A questi si aggiungono eventuali additivi chimici che servono al modellamento. La quantità e il tipo di materie prime determinano la composizione e il colore del corpo ceramico. A seconda delle proporzioni di argilla (rossa perché contiene ferro) e di caolino (bianco), il corpo ceramico può essere da rosso-bruno, come le terrecotte, a bianco, come le porcellane. Dal giusto dosaggio dei componenti non dipende solo il colore, ma anche le caratteristiche e le resistenze del prodotto finito. È molto importante calcolare le giuste proporzioni delle materie prime, tenendone in considerazione sia le caratteristiche fisiche sia le proprietà chimiche. Tutte queste

caratteristiche danno origine a tipologie di prodotti ceramici anche molto diverse tra loro: dai mattoni in laterizio alle lame dei coltelli più in voga del momento.

La preparazione del corpo ceramico

La piastrella è sempre composta da una base, detta corpo ceramico. Talvolta questo corpo può essere rivestito con uno smalto. La decorazione a stampa è parte di questo rivestimento. Sia il corpo ceramico che il rivestimento vengono realizzati con impasti di materie prime minerali, che poi vengono cotti perché si possano fondere insieme. La prima operazione da compiere quindi è determinare la ricetta: le materie prime che servono per comporre il corpo vanno scelte, pesate e mescolate. Poi vanno macinate in mulini a biglie: l'obiettivo è ottenere sospensioni perfettamente miscelate dalla granulometria controllata e omogenea. Più omogenea è la dimensione delle particelle, più semplice sarà il successivo *processo* di formatura. Ogni tanto per migliorare la miscelazione di un lotto (*batch*) è necessario aggiungere acqua. Questo processo è chiamato macinazione a umido e la miscela liquida che ne risulta *slurry* o *slip*. L'acqua in eccesso viene filtrata e lo *slurry*





viene pompato in un essiccatore. Le gocce semiliquide vengono riscaldate da una colonna di aria calda, formando piccoli grani di dimensioni e forme controllate. La macinazione può avvenire anche a secco. In questo caso la granulazione avviene in un secondo momento: viene aggiunta acqua agli ingredienti già macinati e lo *slurry* viene quindi spruzzato in un flusso di aria calda ad alta pressione e velocità che lo essicca e ne atomizza il contenuto solido.

La formatura e l'essiccazione

Alla polvere prodotta dall'atomizzatore a questo punto deve essere data una forma. La formatura può avvenire in diversi modi: le piastrelle di solito vengono pressate, e in alcuni casi estruse. Nel primo caso, grani vengono pressati spesso a secco, così che assumano la forma, la misura e lo spessore desiderati. La polvere, ancora umida perché contiene un legante organico o acqua, passa da una tramoggia a uno stampo liscio oppure lavorato. In questo caso la superficie della piastrella non sarà piana, ma avrà quella che si chiama "struttura", ovvero una texture tridimensionale. Le presse sono tra i macchinari più dispendiosi dell'intero processo ceramico, in termini di energia:

basta pensare che una pressa isostatica esercita sulla piastrella una pressione di oltre 10.000 kN, cioè fino a 480 kg/cm². Viene applicata in modo uniforme in tutte le direzioni, così da ridurre la possibilità che si creino microfessure e difformità di densità.

Di recente sta prendendo piede un altro tipo di pressa, a nastro, meno energivora dell'altra. Il soffice viene fatto passare fra due nastri che lo compattano progressivamente fino a quando raggiunge lo spessore voluto. Con questo processo si ottengono lastre di grandi dimensioni, che vengono tagliate successivamente, prima o dopo la cottura. Dalla pressa, isostatica o a nastro che sia, esce la lastra ancora umida: va asciugata gradualmente in essiccatoi continui a tunnel o verticali, per evitare che si formino crepe. L'essiccazione può richiedere diverse ore.

La smaltatura

A questo punto la piastrella è pronta per essere smaltata: il rivestimento deve essere perfettamente coprente e omogeneo. Per questo è fondamentale trovare la ricetta dello smalto che si combini perfettamente con la tecnica di smaltatura usata: bisogna calibrare attentamente pigmenti e legante (*binder*). Il procedimento per preparare lo smalto è simile



La pressatura è un processo ormai altamente automatizzato



Le nuove tecnologie di smaltatura digitali nelle ceramiche sono integrate con quelle tradizionali



a quello che serve a preparare il corpo ceramico: vengono calcolate le quantità di materie prime necessarie per ricoprire un lotto, che poi vengono pesate, mescolate e macinate a umido o a secco. Per ottenere la giusta viscosità viene quindi aggiunto un legante, solitamente a base acquosa. Ci sono vari modi per applicare lo smalto: con il metodo a centrifuga o a disco, viene applicato con un disco rotante che lo rovescia sulla superficie; con il metodo a vela viene fatto cadere sulle piastrelle che passano su un nastro trasportatore; può essere anche spruzzato con un aerografo. Infine, lo smalto può essere applicato anche con teste di stampa inkjet studiate per eiettare grandi quantità di materiale (abrasivo, ovviamente, dato che è composto da particelle minerali in sospensione) ad alta frequenza, senza rovinarsi

e garantendo una copertura perfetta. Questa soluzione tecnologica non è ancora pienamente efficace: si sta ancora studiando e provando. Esiste anche la smaltatura a secco: vengono applicate sulla superficie della piastrella smaltata a umido polveri, fritte sminuzzate (materiali vetrosi) e smalti in grani. Dopo la cottura, le particelle di smalto fondono l'una nell'altra e danno origine a una superficie simile al granito.

La decorazione analogica e digitale: inchiostri e stampanti

A questo punto del processo la piastrella può essere decorata in modo analogico o digitale. Nel primo caso viene usata la tecnica serigrafica o quella a rullo: gli inchiostri vengono fatti passare attraverso un telaio grazie a una racla o fatti aderire a rulli in sili-

Il controllo qualità è una fase fondamentale del processo di lavorazione della ceramica.



Foto GRESLAB



Foto GRESLAB

cone che li trasferiscono quando toccano la piastrella. Nel secondo caso viene usata una stampante inkjet caricata con inchiostri a pigmento ceramico. In entrambi i casi è cruciale la formulazione degli inchiostri, che sono molto diversi da quelli usati nelle arti grafiche. Innanzitutto, i pigmenti sono più grandi e pesanti rispetto a quelle che compongono, per esempio, un inchiostro UV o a solvente. Per questo vanno tenuti alla temperatura corretta e costantemente in sospensione all'interno del legante, che di solito è a base solvente: nelle stampanti per la ceramica (come in quelle per il vetro) i contenitori di inchiostro possono avere degli speciali mulini (tipo le fruste da cucina) che agitano il contenuto. Anche all'interno della macchina il sistema di circolazione dell'inchiostro è fondamentale, così come quello di pulizia. In un

processo industriale ad altissima produttività come quello ceramico, le stampanti migliori sono quelle che garantiscono la massima produttività: questo si traduce in velocità di stampa e capacità di eiettare grandi quantità di liquido, certo, ma anche in resistenza e solidità, rapidità di pulizia e facilità di manutenzione. In questo settore la definizione di stampa richiesta è mediamente più bassa rispetto ad altri settori: 360x360 dpi è considerata una risoluzione accettabile. Questo è dovuto anche al fatto che gli inchiostri ceramici hanno un'ulteriore grande differenza rispetto a quelli organici: devono subire un processo di cottura ad altissima temperatura per fissarsi al supporto. La cottura li trasforma in due modi: le gocce si fondono tra loro, perdendo un po' di definizione, e anche il colore cambia a volte anche in modo

Atomizzatore: strumento usato per nebulizzare ed essiccare sospensioni liquide.

Atomizzazione, essiccazione o spray-drying processo di nebulizzazione ed essiccamento di sospensioni liquide.

Bicottura: quando il green viene sottoposto a una doppia cottura, prima e dopo la smaltatura. Può essere "rapida", con entrambi i cicli termici inferiori a un'ora, oppure "lenta" o "tradizionale", in cui entrambi i cicli sono di alcune ore.

Biscottatura: la prima cottura di alcuni prodotti ceramici. Le piastrelle che risultano da questa lavorazione hanno resistenze basse, per questo è ormai poco diffusa in Italia.

Biscotto: semilavorato poroso, non ancora smaltato, che risulta dalla prima cottura a temperature relativamente basse (750-950°C).

Biscuit: porcellana non verniciata che prevede una duplice cottura ad alte temperature (1.300°).

Body o corpo ceramico: la parte non superficiale della piastrella, il supporto che può essere decorato con smalto e stampa.

Compattato: il primo prodotto che risulta dalla formatura, composto di polveri.

Corpo ceramico: v. **body**.

Formatura: viene condotta per pressatura idrostatica, pressatura a rulli, estrusione o colaggio. Nel caso delle piastrelle ceramiche i processi sono solitamente i primi tre.

Fritta: pasta vetrosa che si forma dalla fusione di silicati, borati, fluoruri e feldspati; macinata, è usata per la preparazione di rivestimenti vetrosi.

Glaze, rivestimento o smalto: l'involucro che toglie la permeabilità alle paste tenere, dà levigatezza a quelle dure, ricopre il corpo delle argille colorate; può essere trasparente o colorato.

Granulazione: processo di trasformazione da **slurry** a grani pronti per la formatura. Avviene in un atomizzatore.

Greificazione: sinterizzazione del gres porcellanato: nella cottura di questo materiale precede la fusione e consiste nella saldatura dei granuli fra loro; aumenta la resistenza meccanica e l'impermeabilità del pezzo.

Gres: ceramica caratterizzata da un impasto colorato e compatto ottenuto usando argille con un basso punto di fusione.

sostanziale. Per questo motivo il lavoro di campionatura e gestione del colore, in questo settore, è di importanza assoluta. Infine, bisogna tenere presente che gli inchiostri usati nelle ceramiche non seguono la quadricromia tipica delle arti grafiche (CMYK). I

motivi sono diversi: un po' perché è difficile realizzare questi colori e mantenerli dopo la cottura; un po' perché tradizionalmente il gusto estetico legato alle piastrelle porta alla scelta di colori naturali, a imitazione di pietre e legni. Di fatto, in una stampante ceramica capita

Granfuoco o grande fuoco: la seconda cottura della ceramica. Cottura ad alta temperatura delle decorazioni dipinte o stampate con colori non fusibili su coperte o smalti crudi. Procedimento ormai obsoleto.

Green o verde: il compatto di sufficiente resistenza che si ottiene dalle miscele secche o umide pressate.

Lustro: tecnica decorativa che permette di ottenere il color oro o rubino con sfumature cangianti o iridescenti.

Monocottura: quando il corpo ceramico e il rivestimento sono sottoposti insieme a un'unica cottura.

Molino a biglie, a palle o a sfere: strumento usato per macinare materiali in polvere finissima; riempito di biglie di ceramica, funziona con un movimento rotatorio generalmente orizzontale.

Porcellana: ceramica con un impasto bianco e compatto a base di caolino e feldspato cotto a temperatura molto alta (1.200-1.400°C).

Porosità: rapporto tra la somma dei volumi di cavità, fessure e spazi intergranulari di un materiale e il suo volume totale. È quasi assente nel gres e nella porcellana.

Ritiro: variazione dimensionale della piastrella; può avvenire con la cottura, ma va evitata il più possibile.

Rivestimento: v. **glaze**.

Sinterizzazione: processo di densificazione di un compatto di polveri; la porosità interstiziale scompare e le particelle adiacenti si uniscono. Avviene nella terza fase della cottura.

Slip o slurry: sospensione liquida che si produce mescolando acqua agli ingredienti del corpo ceramico; viene sottoposta alla macinazione a umido con un mulino a biglie.

Smalto: v. **rivestimento**.

Terzo fuoco: la cottura che serve a fissare i lustri, le dorature o le argentature; il nome deriva dalla bicottura, della quale era il proseguimento. Oggi il terzo fuoco può avvenire anche direttamente dopo la monocottura.

Tramoggia: apparecchio costituito da un recipiente a pareti inclinate con un'apertura sul fondo chiusa da uno sportellino; usato per scaricare materiali incoerenti, è applicato a vari tipi di macchine.

quindi spesso di trovare tutti i canali colore caricati con marroni e grigi. Le stampanti inkjet usate nel settore ceramico sono solitamente single pass: questo garantisce un'adeguata velocità di stampa. Le linee di produzione moderne lavorano su tre turni, ininterrotta-

mente, sette giorni su sette. Per questo hanno una produttività molto alta: nel corso del 2020 hanno prodotto 344,3 milioni di metri quadrati. Le velocità di produzione variano da un minimo di 10 metri al minuto (il minimo per le lastre) a un massimo di 70 metri al mi-



nuto (il massimo per le piastrelle da parete). La velocità della linea di produzione solitamente viene dettata dalla velocità della pressa. Il processo di decorazione inkjet è delicato: vanno controllate diverse variabili per limitare gli errori e le imperfezioni: il calore della superficie da decorare, la sua umidità, la presenza di polvere. Di una stampante per ceramica vanno considerati anche il sistema elettronico, che deve essere particolarmente performante, il RIP e il software di color management.

La cottura

Dopo la smaltatura e la decorazione, la piastrella deve essere scal-

data intensamente per indurirsi e assumere la porosità e le resistenze desiderate. Per esempio, più alte sono le temperature di cottura e più impermeabile sarà la piastrella. Il processo di cottura è una delle fasi più delicate di tutta la lavorazione: se non viene gestita correttamente si rischia la rottura di interi lotti di produzione. Ogni ceramica custodisce i propri segreti di gestione del forno. Ricordiamo che la cottura può avvenire a temperature più basse rispetto a quelle normalmente richieste dai silico-alluminati di cui sono composte le argille grazie alla presenza di fondenti nell'impasto: non servono quindi 2.000°C, ma bastano dai 1.000 ai 1.300°C. La

La gamma cromatica delle piastrelle ceramiche è legata ai colori della terra: grigi, marroni

FOTO GRUPPO ROMANI



FOTO CIP CERAMICHE



FOTO MARAZZI

cottura delle piastrelle può essere singola o doppia. Quest'ultima tecnica, praticamente l'unica fino agli anni '60, è ormai poco diffusa in Italia perché dà origine a prodotti ceramici di qualità inferiore. Viene usata ogni tanto per le piastrelle preparate con macinazione a secco, usate per i rivestimenti: vengono cotte una prima volta a bassa temperatura prima di essere smaltate e cotte nuovamente. La prima cottura, chiamata "biscottatura", avviene a circa 1.000°C e rimuove le sostanze volatili dal materiale ed evita che si ritiri, che si restringa. Il prodotto di questa prima cottura è detto "biscotto", e viene quindi cotto nuovamente a circa 950°C insieme allo smalto in un processo chiamato "gran fuoco". Entrambe le cotture hanno luogo in forni continui, detti anche "forni continui a rulli". Le piastrelle che richiedono la monocottura sono le più diffuse e solitamente sono preparate con macinazione a umido. In questo caso vengono usati forni a rulli, al cui interno le piastrelle si muovono su un nastro trasportatore. I tempi di cottura in questi forni possono essere anche molto brevi: possono bastare dai 30 ai 50 minuti a temperature che vanno dai 1.060 ai 1.250°C. Prodotti complessi che prevedono l'applicazione di lustri, oro o platino possono subire anche due o tre cicli di cottura a diverse tem-

perature: la cottura che prevede l'applicazione di questi materiali nobilitanti si chiama "terzo fuoco".

Il taglio e il controllo qualità

Nel caso in cui le piastrelle prodotte siano di grandi dimensioni, a questo punto può avvenire il processo di taglio. Viene fatto con la stessa strumentazione che viene adottata nel mondo dei materiali lapidei: macchine dotate di dischi diamantati che tagliano le piastrelle della dimensione desiderata. A questo punto vengono fatti i test che servono a verificare le resistenze e la qualità dei prodotti. Le piastrelle devono rispecchiare gli standard definiti dalla normativa UNI EN 14411:2016 *Piastrelle di ceramica - Definizioni, classificazione, caratteristiche, valutazione e verifica della costanza della prestazione e marcatura*, che definisce i termini e specifica le caratteristiche per le piastrelle di ceramica prodotte con estrusione e pressatura a secco, usate per pavimentazioni interne, esterne o pareti. Se lo fanno e superano i test, vengono ordinate, classificate, imballate e spedite in tutto il mondo. Pronte per diventare una parte fondamentale della vita di tutti noi. La ceramica è una certezza, dal Neolitico in poi.

