

La preparazione di una superficie avviene attraverso un trattamento superficiale, che a seconda del tipo di materiale e dell'applicazione di riferimento cambia drasticamente la scelta della tecnologia da adottare

▣ a cura di **Dario Rea**

# Corona o plasma? Soluzioni personalizzate per problemi di adesione

I produttori di materiali plastici e imballaggio flessibile hanno necessità di preparare le loro superfici per favorirne l'adesione con tanti substrati diversi e poter permettere lavorazioni di rivestimento, incollaggio, stampa e verniciatura.

La buona preparazione di una superficie, infatti, riduce gli sprechi di materiale durante le fasi produttive e contribuisce a migliorare la qualità del prodotto finale.

A guidare le scelte dei produttori sono la necessità di immettere sul mercato prodotti di alta qualità e il bisogno sempre più frequente di impiegare soluzioni sostenibili nei propri processi produttivi. Un esempio è l'utilizzo di inchiostri a base acqua al posto dei tradizionali inchiostri a base solvente nelle applicazioni di stampa. Gli inchiostri a base acqua costituiscono un'opzione meno dannosa per l'ambiente, ma pongono numerosi problemi di adesione a causa della bassa tensione superficiale che li contraddistingue.

Ogni superficie deve essere trattata diversamente, a seconda delle proprietà chimico-fisiche intrinseche, dell'applicazione a cui è destinata e delle caratteristiche della linea produttiva su cui viene processata.

I film plastici, come il polietilene e il polipropilene sono impiegati su larga scala dai produttori di imballaggio flessibile perché sono materiali dal costo contenuto, ma sono caratterizzati da superfici inerti e non porose, poco adatte a favorire il processo di adesione. Per questo motivo è necessario preparare la superficie alla lavorazione successiva sottoponendola ad un trattamento superficiale, al fine di ottimizzare ogni fase produttiva evitando costosi ed inutili sprechi di materiale.

La preparazione di una superficie avviene attraverso un trattamento superficiale, che a seconda del tipo di materiale e dell'applicazione di riferimento cambia drasticamente, dal design alla tecnologia impiegata.

## Trattamento corona

Un sistema di trattamento corona è formato da tre elementi principali: un generatore ad alta frequenza, un trasformatore di tensione a cui è collegato un elettrodo e un rullo rivestito da materiale isolante.

Il trattamento corona si ottiene a partire da una scarica elettrica ad alto voltaggio e alta frequenza che viene applicata sulla superficie di un materiale; la scarica viene prodotta in una porzione di spazio di pochissimi millimetri (air-gap) tra un elettrodo sottoposto ad alta tensione (tramite generatore di potenza collegato a trasformatore di tensione) e un contro-elettrodo rivestito da un materiale isolante (un rullo) collegato a massa.

La scarica corona viene prevalentemente applicata sulle superfici di materiali flessibili, come film plastici, metallizzati, foil o carta plastificata, ma anche materiali semi-rigidi, come foglie PE, PP, PVC o lastre piene o alveolari con spessori tra i 10 e 15 mm.



Nel sistema In Air Plasma, il plasma creato nell'ugello tra due elettrodi è indirizzato al substrato per mezzo di aria compressa

La scarica corona è adatta per l'applicazione su materiali dalle dimensioni molteplici, tra i 200 e i 400 mm (applicazione etichette o narrow-web), 1300 e 1500 mm (imballaggio flessibile più diffuso), tra 1000 e 3500 mm (estrusione) e fino a 8000 mm (wide web).

Il trattamento corona viene principalmente applicato su:

- linee di estrusione per film, per incrementare la tensione superficiale prima dell'applicazione di stampa, accoppiamento o spalmatura;
- linee di estrusione per lastra, soprattutto lastra piena per la produzione dei frigoriferi e lastra alveolare per l'applicazione della stampa;
- extrusion coating di carta e alluminio;
- converting di film plastici, metallizzati e alu foil.

In particolare, il trattamento corona prima delle lavorazioni di stampa e accoppiamento si rende necessario per ripristinare la tensione superficiale del materiale, diminuita nell'inter-

vallo di tempo tra la fase di estrusione e quella di trasformazione e per garantire la possibilità di utilizzare inchiostri solventless e a base acqua.

Il trattamento corona può essere personalizzato secondo le esigenze del cliente: è possibile regolare la potenza del generatore per adattarsi alla velocità di lavoro della linea e alla larghezza del film da trattare o per modulare la potenza in base alle caratteristiche specifiche di ogni materiale.

### Trattamento plasma

Il plasma è conosciuto come "il quarto stato della materia" e si ottiene quando una certa dose di energia viene apportata ad un materiale allo stato gassoso.

Il plasma in aria (o atmosferico) si ottiene creando un campo elettrico in aria e applicando la scarica sulla superficie da trattare, formando un flusso delimitato e puntuale. Per questa caratteristica, il plasma si rende adatto a trat-

tare superfici di piccole dimensioni.

Il sistema di trattamento plasma è formato da un generatore di tensione con trasformatore integrato abbinato a torce erogatrici che differiscono per quantità e tipologia a seconda dell'applicazione del cliente.

Il flusso di plasma viene erogato dalla torcia posizionata sulla linea di produzione in posizione fissa. Grazie alla scarica diretta in modo puntuale, i livelli di tensione superficiale raggiunti sono molto alti.

L'azione del plasma è duplice: da una parte pulisce il materiale eliminando particelle contaminanti depositate in superficie, dall'altra aumenta la tensione superficiale migliorando il valore di adesione.

Le applicazioni del trattamento plasma sono molteplici:

- linee piega-incolla, per migliorare l'adesione sulle linee di produzione di scatole in materiale plastificato. Il packaging utilizzato nei settori cosmetico, farmaceutico, alimentare

(come in tanti altri settori) è sempre più sofisticato, nelle forme e nell'aspetto esteriore. La torcia agisce in modo puntuale sulle aree che necessitano di essere incollate e permette di utilizzare colle a freddo, più economiche rispetto alle colle a caldo.

- Tubi e tubi pex per migliorare la qualità della marcatura a getto d'inchiostro che consente di identificare il lotto di produzione e renderlo conforme alle normative in vigore. Per tubi in polietilene l'applicazione della torcia avviene sulla linea di estrusione del tubo prima della marcatura.
- Trattamento di cavi elettrici e speciali per ottimizzare le operazioni di codificazione e quindi consentire massima leggibilità dei codici per renderli conformi agli standard di qualità e leggibili anche quando sono sottoposti a condizioni ambientali avverse o forti sbalzi di temperatura.
- Trattamento dei componenti utilizzati per la produzione di schede elettroniche e circuiti stampati, che permette di effettuare la pulizia del prodotto senza provocare cortocircuiti e senza danneggiare il design del circuito.
- Trattamento di superfici metalliche per una pulizia profonda: la scarica plasma pulisce



le superfici metalliche, ad esempio l'alluminio, dai residui oleosi della laminazione.

- Trattamento per batterie, per migliorare la tensione superficiale dei componenti utilizzati prima delle successive fasi di rivestimento e saldatura per la produzione di batterie al litio.

Il trattamento plasma costituisce una soluzione pratica ed efficiente, che evita l'utilizzo di trattamenti chimici e primer per ottenere l'azione combinata di pulizia e aumento dell'adesione superficiale e non rilascia sostanze inquinanti in atmosfera. Pertanto, si tratta di un processo sostenibile, a basso consumo e non inquinante.

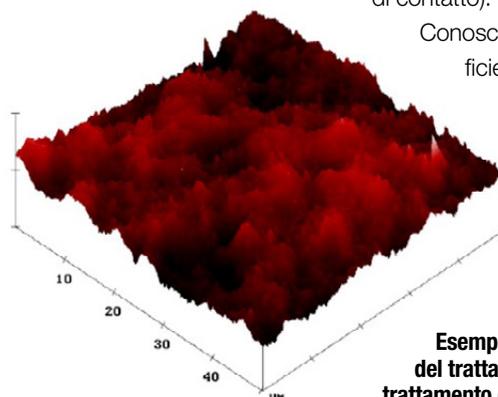
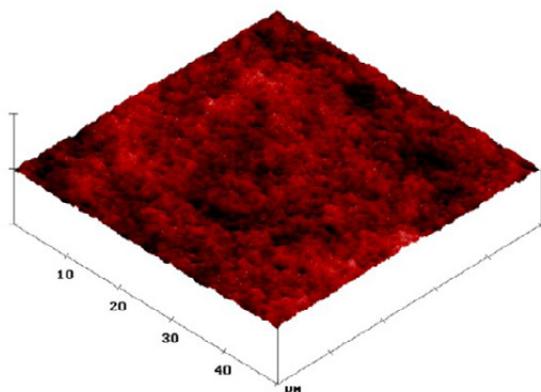
### La misurazione dell'energia superficiale: le variabili da considerare

#### Bagnabilità e angolo di contatto

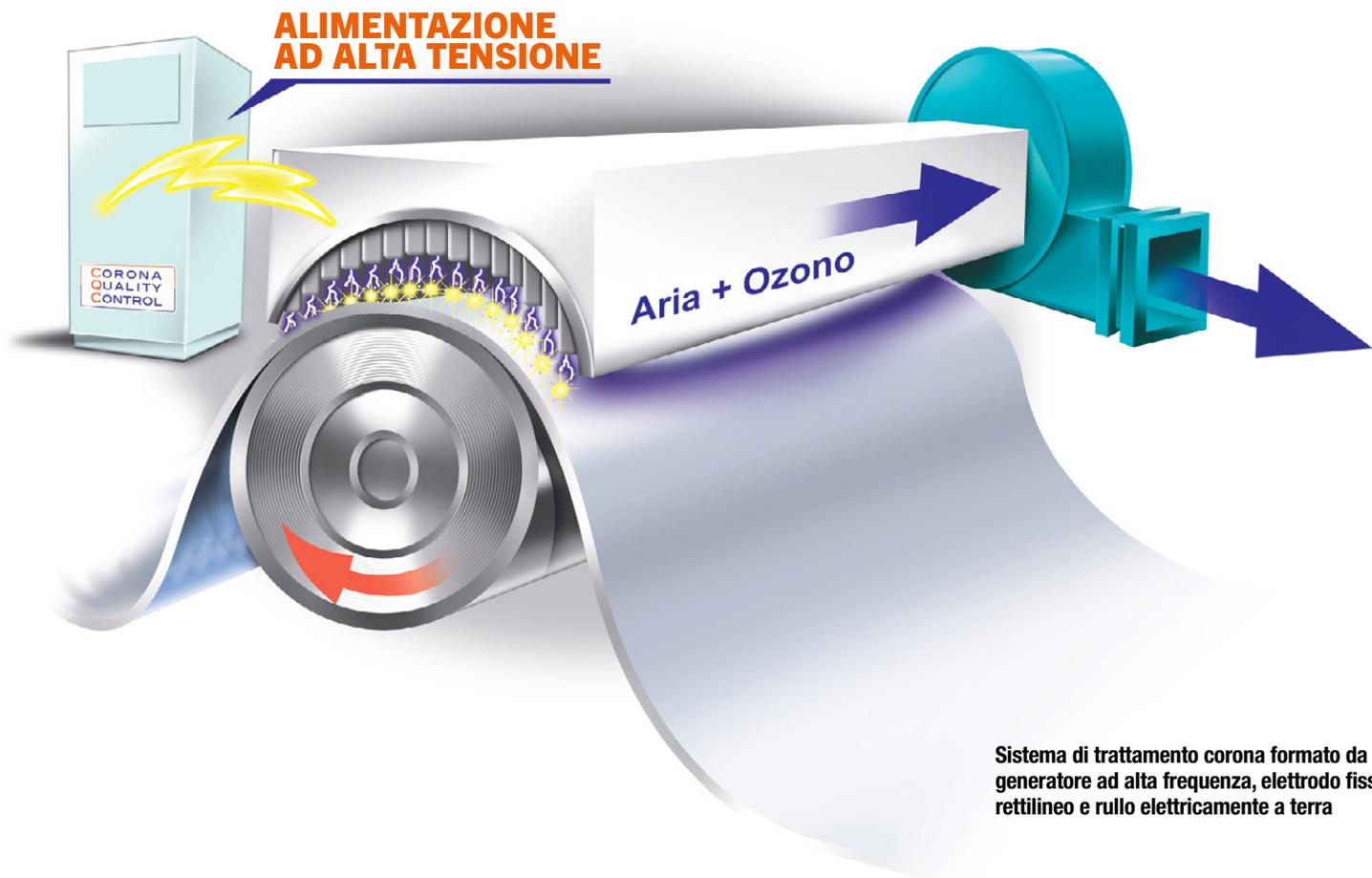
La bagnabilità è la capacità di un liquido di stendersi completamente su una superficie piana di un solido e si misura in dyne/cm.

L'angolo di contatto si forma sulla linea che delimita la superficie di adesione tra una goccia di un liquido e un solido. La bagnabilità si definisce completa quando l'angolo di contatto è prossimo a 0° e il liquido resta completamente disteso sulla superficie; al contrario, la bagnabilità è scarsa quando l'angolo di contatto è prossimo a 180° e il liquido si divide in goccioline. (Vedi schema dell'angolo di contatto).

Conoscere la bagnabilità di una superficie è fondamentale per verificarne l'idoneità all'adesione.



Esempio di materiale PE prima del trattamento corona e dopo il trattamento corona



**Sistema di trattamento corona formato da generatore ad alta frequenza, elettrodo fisso rettilineo e rullo elettricamente a terra**

### Tensione superficiale ed Energia superficiale

La tensione superficiale e l'energia superficiale sono valori fondamentali per risolvere i problemi di adesione ed effettuare l'analisi è risolutivo in numerosi ambiti di applicazione. Il concetto di tensione superficiale può essere espresso tramite il semplice esempio di un bicchiere mezzo pieno di acqua; sotto la superficie del fluido, ogni molecola è completamente circondata da altre molecole di acqua uguali, che esercitano su di essa una forza attrattiva. La molecola risente di forze attrattive in tutte le direzioni e la forza risultante esercitata sulla molecola è pari a zero. Le molecole di acqua in superficie sono invece attratte da altre molecole solo nella parte sottostante e allo stesso livello del fluido, poiché nella parte soprastante sono circondate da molecole di aria. In tal caso la forza esercitata sulla molecola è diversa da zero poiché la molecola è naturalmente attratta verso l'interno.

Versando su un piano una goccia di acqua, notiamo che tende ad assumere una forma sferica, derivata dalla forza di coesione fra le

**“Il trattamento superficiale ottimizza ogni fase produttiva, evitando costosi ed inutili sprechi di materiale”**

molecole. Come già sottolineato, le molecole presenti all'interno del fluido sono attratte in tutte le direzioni da altre molecole, mentre quelle poste in superficie sono attratte solo dalle molecole sottostanti e assumono forma sferica poiché vengono attratte verso il centro. Pertanto, per portare una molecola dall'interno del fluido verso la superficie, è necessario contrastare la forza che la attrae verso l'interno tramite un apporto di energia.

Differentemente dai fluidi, i solidi, pur non potendo mutare forma, sono in grado di influenzare il modo in cui i liquidi interagiscono con la loro superficie. L'energia superficiale è la misura in cui un solido permette ad una sostanza liquida di aderire alla propria superficie. La maggior parte dei polimeri e dei materiali plastici è caratterizzata da superfici chimiche inerti e non porose con tensioni superficiali basse, quindi poco ricettive all'ancoraggio di substrati come inchiostri di stampa, adesivi, vernici o coating. Invece, materiali come metalli, ossidi metallici o vetro tendono ad avere energia superficiale alta.

Tensione superficiale ed energia superficiale

sono correlate tra loro dalla regola di Dupré, che stabilisce che:

- Se la tensione superficiale di un liquido è più bassa dell'energia superficiale del solido su cui va applicato, la sostanza liquida aderisce al solido;
- Se l'energia superficiale è più bassa della tensione superficiale, il liquido non riesce ad aderire alla superficie solida. È stato determinato che l'energia superficiale di un materiale, misurata in dyne/cm, deve essere almeno 10 dyne/cm più alta della tensione superficiale del substrato che si vuole applicare.

Proprio in tale contesto si inseriscono i trattamenti superficiali Corona e Plasma, che permettono di incrementare l'energia superficiale dei materiali favorendo la capacità di un liquido di stendersi completamente su una superficie piana e orizzontale, allo scopo di migliorare l'adesione.

### Prove di trattamento

Misurare la tensione superficiale dei materiali effettuando prove di laboratorio è fondamentale per individuare la tecnologia da utilizzare a seconda dell'applicazione.

**Ferrarini & Benelli**, azienda produttrice di si-

stemi di trattamento superficiale Corona e Plasma, è ubicata a Romanengo (provincia di Cremona) e dal 1965 studia soluzioni personalizzate per risolvere i problemi di adesione di aziende collocate in tutto il mondo. Ferrarini & Benelli è dotata di laboratorio interno per effettuare test di trattamento corona su campioni in formato A4. Il test prevede la simulazione delle condizioni di lavoro della linea di produzione e tiene in considerazione la velocità della linea, il tipo e il numero di elettrodi e rulli e il valore di tensione che deve essere raggiunto per una lavorazione ottimale. Per effettuare le prove di trattamento plasma, Ferrarini & Benelli utilizza un robot collaborativo programmabile per movimentare uniformemente la scarica di plasma sulle superfici da trattare, agendo in modo ottimale anche su forme e spessori non convenzionali. Le caratteristiche di velocità e potenza sono determinate dall'applicazione a cui il trattamento è destinato.

Dopo aver effettuato le prove di trattamento in laboratorio, il personale tecnico misura i risultati ottenuti per mezzo del kit per la misurazione della tensione superficiale. La misurazione viene effettuata anche prima delle prove di trattamento per verificare l'efficacia del trattamento sulle superfici testate.

Tenendo conto del fatto che i materiali e i coating impiegati nelle fasi di adesione reagiscono in modo diverso ai trattamenti superficiali, è molto utile fare riferimento al kit al fine di misurare con diversi livelli di dettaglio le caratteristiche di tensione superficiale dei materiali impiegati. Per misurare la tensione superficiale dei materiali plastici, per determinare il livello di

**“Ferrarini & Benelli è dotata di un laboratorio interno per effettuare test di trattamento corona su campioni in formato A4”**

	INK	TEST PEN	CORONA MARKER
FUNZIONAMENTO	Si utilizzano una serie di miscele liquide i cui valori di bagnabilità sono noti e si cerca quella che si trova al limite della formazione di gocce e che indica il valore di bagnabilità del solido.	Si traccia con il pennarello una linea di circa 5 cm.	Si traccia con il marker la zona trattata che rimane in evidenza in maniera permanente.
TIPO DI TEST	Misura la tensione dando valori precisi di trattamento.	Test rapido: materiale trattato/non trattato (si misura se il liquido rimane steso per circa 2 secondi).	Test rapido: materiale trattato/non trattato (il liquido rimane steso sulle zone trattate in maniera permanente).
UTILIZZATORE	Laboratorio qualità	Operatore produzione	Operatore produzione
COMPOSIZIONE	Miscelazione di Formammide e Cellosolve, colorante Metilene Blu (procedura ASTM D 2578-84).	Miscela di solventi che contengono i seguenti gruppi funzionali: alcol, glicol etere, carbossile, ammidi e acqua in quantità differenti.	Miscela a base di etanolo.
AVVERTENZE D'USO	I componenti attaccano la pelle, perciò è necessario evitare ogni contatto diretto e proteggersi gli occhi.	Non toxic.	I componenti hanno un effetto irritante per gli occhi, perciò è necessario evitare ogni contatto diretto e proteggersi. Il liquido è infiammabile.
PACKAGING	8 boccette.	In confezioni da 10 + 1 in omaggio.	In confezioni da 10 + 1 in omaggio.

**Tabella comparativa per verificare le differenze per una scelta della metodologia di test più idonea alle proprie esigenze**

adesione di un liquido su una superficie plastica, o l'attitudine alla stampa e all'incollaggio (bagnabilità), si utilizzano miscele liquide o pennarelli.

Miscele liquide: Sono delle miscele liquide che consentono di determinare il livello di adesione di un liquido su una superficie plastica. Utilizzati prevalentemente in Laboratorio, consentono di misurare con precisione gli effetti del trattamento corona. Sono disponibili i valori da 31 a 58 dyne/cm. Pennarelli: sono disponibili due tipi. 1) Dyne Test Pen non

tossici e utilizzati dagli operatori delle linee produttive per verificare se un materiale è stato trattato, oppure no; 2) Corona Marker segnala dove è stato effettuato il trattamento corona e l'inchiostro rimane steso permanentemente in modo da evidenziare le zone di superficie trattate. Nella **tabella comparativa** si possono facilmente verificare le differenze per una scelta della metodologia più idonea alle proprie esigenze. Il laboratorio interno permette di studiare le caratteristiche del materiale e, simulando le condizioni operative della linea di produzione, offrire soluzioni di trattamento totalmente personalizzate, dal design meccanico all'assistenza post-vendita. ■