

Woodcoatings
Challenges and Solution in the 21st Century

Nuove prospettive nella verniciatura
degli infissi

Autore: Roberto Carrelli

Presentato da: Roberto Carrelli
Project Leader

Azienda: Arch Coatings Italia SpA
Div. Sayerlack
Via del Fiffo, 12
40065 Pianoro (BO)
ITALIA

Telefono: +39 51 770511

Fax: +39 51 77j524

e-mail: roberto.carrelli@archcoatings.it

Introduzione

Notevoli sviluppi nella verniciatura delle finestre sono stati condotti negli ultimi 20 anni, passando dai prodotti poliuretanicici alle attuali vernici all'acqua. Queste ultime hanno dato un notevole impulso al mercato dei serramenti in legno, in quanto hanno aumentato la durata all'esterno e permesso la riduzione delle emissioni di solvente.

Nel presente lavoro vengono messi a confronto con le attuali vernici all'acqua, nuovi sistemi vernicianti per le finestre studiati in Sayerlack, allo scopo di valutare i pregi ed i difetti in relazione alle attuali tecnologie. In particolare si analizzano le seguenti tecnologie: vernici acriliche bicomponenti all'acqua, vernici UV all'acqua e vernici in polvere.

Gli aspetti messi a confronto sono: prestazioni tecniche, impianti di verniciatura e prospettive di produzione.

Vernici all'acqua monocomponenti

Sono le vernici all'acqua normalmente impiegate nella decorazione e protezione del legno all'esterno. Le resine impiegate per la loro formulazione sono emulsioni acriliche o dispersioni poliuretaniciche o loro miscele. Si possono formulare impregnanti, fondi e finiture sia trasparenti che pigmentati.

Formano una pellicola senza l'intervento di un secondo componente, ma attraverso un processo fisico caratterizzato da due stadi:

1j: evaporazione fisica dell'acqua, con conseguente avvicinamento delle particelle dell'emulsione

2j: fusione meccanica delle particelle dell'emulsione o coalescenza, favorita dalla eventuale aggiunta di glicoli eteri.

Il film che si forma è dotato di buona elasticità e durata all'esterno. Possiede scarsa resistenza chimica, soprattutto nei confronti dell'alcol, del cemento e dei composti ammoniacali ed è sensibile all'acqua.

Facili da applicare industrialmente, sia su impianti automatici che manuali. Vengono applicati a spruzzo con tutte le tecnologie: elettrostatica e non, airless, airmix o a tazza. Non necessitano di impianti di verniciatura complessi; sufficiente, per l'essiccazione, un tunnel dotato di elevata ventilazione, temperatura di 28-30 °C e umidità relativa compresa tra 65 e 80%. È possibile inoltre impiegare impianti con il recupero dell'overspray.

Le principali problematiche di verniciatura legate a questi prodotti sono:

- Impregnazione delle latifoglie: alcuni tipi di legno (Rovere, Iroko e Castagno) mostrano problemi di scorrimento quando vengono trattati a flow-coating o immersione con impregnanti all'acqua, con la formazione di macchie scure e/o cordonature. Tale difetto è causato dagli estrattivi di natura acida contenuti nel legno; tali estrattivi, una volta solubilizzati nell'acqua, determinano una diminuzione del pH, pregiudicando così la corretta filmazione dell'emulsione e riducendo lo scorrimento dell'impregnante.
- Ciclo trasparente su Iroko e Larice: la gomma e/o la resina contenuta nei pori di questi legni, interagiscono con la vernice all'acqua con conseguente non-filmazione dell'emulsione, dando origine a micro-fratture fortemente localizzate.

□ Ciclo pigmentato su legni tannici o resinosi: quando si applica una vernice all'acqua bianca su Rovere, Iroko, Castagno o Pino, Douglas, Larice o Yellow Pine e similari, si osserva la formazione di chiazze giallastre in corrispondenza solo di alcune zone più ricche di estrattivi o resina. Tali chiazze possono comparire anche dopo alcuni giorni, se il legno viene stoccato in ambienti umidi. Tale fenomeno è causato dalle sostanze coloranti naturali contenute nel legno che, essendo solubili in acqua, vengono disciolte dalla vernice all'acqua, ed in essa incorporate durante la fase di essiccazione.

Vernici all'acqua Bicomponenti

Sono impiegate da oltre dieci anni sul mercato e solo da alcuni anni nella protezione del legno. Le resine impiegate nella formulazione delle vernici all'acqua poliuretaniche (PU) 2-componenti (2K) sono:

1. Polioli (R): principalmente sono emulsioni di resine poliaccriliche o resine poliesteri con alto contenuto di ossidrili (ca 4% sul secco resina)
2. Polisocianati: principalmente sono alifatici ed auto-emulsionabili.

Si possono formulare fondi e finiture sia trasparenti che pigmentati.

La vernice essicca attraverso due meccanismi:

- un processo fisico: come nel caso delle vernici monocomponenti
- un processo chimico: con l'intervento di un secondo componente

La reazione più importante nei sistemi all'acqua 2-K PU è quella tra il gruppo NCO ed il gruppo OH (reazione N.1 in Fig. 1). Questa reazione porta alla formazione della pellicola protettiva con le migliori proprietà meccaniche.

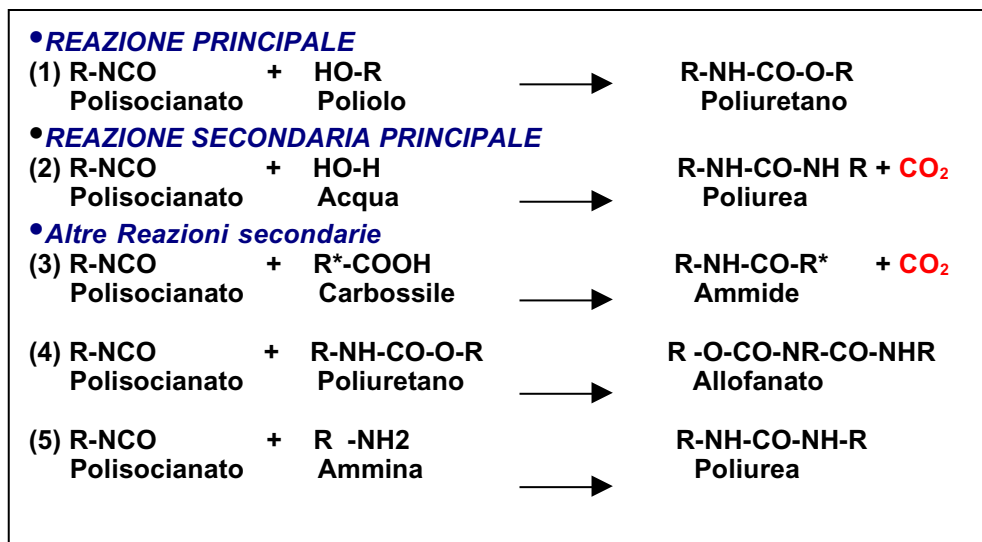


Figura 1: Reazione dei polisocianati

La principale reazione secondaria, avviene tra il polisocianato e l'acqua (reazione N. 2). Questa reazione porta alla formazione di poliurea e anidride carbonica. Altre reazioni secondarie meno importanti sono:

- formazione di ammide risultante dalla reazione tra gruppi carbossilici del poliolo ed il polisocianato (reazione N. 3). Tale reazione porta anche alla formazione di anidride carbonica
- formazione di allofanato risultante dalla reazione tra il poliuretano appena formato ed il polisocianato (reazione N. 4).

Le reazioni secondarie portano ad un film con scarse proprietà fisiche e meccaniche e per tale motivo devono essere sfavorite durante l'applicazione. Vedremo di seguito come.

In generale le vernici all'acqua 2-K PU, possiedono:

1. elevata resistenza chimica
2. durezza superficiale
3. possibilità di laccare legni tannici e/o resinosi
4. alto gloss

Le proprietà della pellicola ottenuta, nel caso delle vernici all'acqua 2-K PU, dipendono fortemente da due parametri:

1. rapporto di catalisi NCO/OH
2. tempo intercorso dalla catalisi all'applicazione della vernice

Nelle tabelle riportate qui di seguito, relative ad un fondo-finitura bianco 2 K per esterno su base acrilica formulato nei nostri laboratori, è possibile osservare che i risultati migliori si ottengono con rapporto NCO/OH superiore a 1 e con vernice applicata subito dopo la catalisi (0 h).

NCO/OH	0,6				0,9			1,2		
	0 h	1 h	2 h	3 h	0 h	1 h	2 h	0 h	1 h	2 h
Ore dopo la catalisi	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Acqua	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Alcool 95j	3	2-3	1-2	1-2	4-5	4	1	4-5	4	3-4
Ammonia 10%	4-5	4-5	3-4	4	4-5	5	5	5	5	5
NaOH 30%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Tabella 1: Resistenza chimica di un fondo-finitura bianco all'acqua 2-K PU prodotto dalla Sayerlack
Legenda: 5: migliore; 0: peggiore

NCO/OH	0,6				0,9			1,2		
	0 h	1 h	2 h	3 h	0 h	1 h	2 h	0 h	1 h	2 h
Ore dopo la catalisi	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Durezza graffio	4/5	3	3	2	5	4/5	4/5	5	5	4/5
Durezza matita	B/HB	B/HB	B/HB	B/HB	HB	HB	HB	HB/F	HB/F	HB/F
Accatamento	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Tabella 2: Altre caratteristiche di un fondo-finitura bianco all'acqua 2-K PU prodotto dalla Sayerlack
Legenda: 5: migliore; 0: peggiore

Nella Figura 2 si può osservare l'andamento della durezza superficiale nell'arco dei primi giorni dalla catalisi:

- la reazione si completa dopo 48 ore dall'applicazione
- la massima durezza superficiale si ottiene applicando il prodotto subito dopo la catalisi.

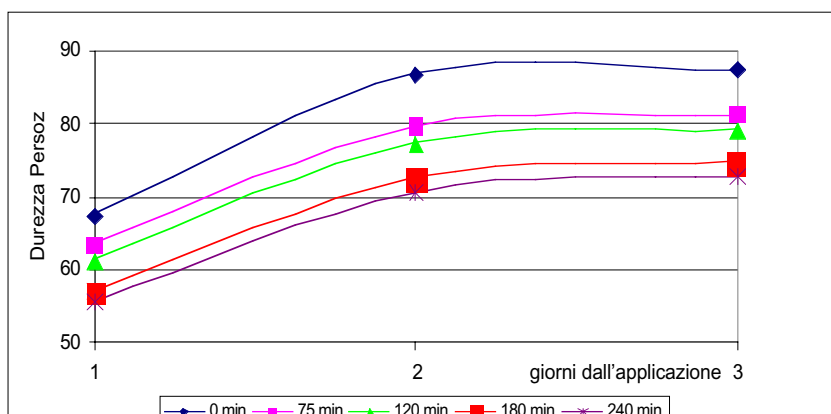


Figura 2: Andamento della durezza di una vernice bianca bicomponente all'acqua di formulazione Sayerlack (NCO/OH = 0,6), in funzione del tempo intercorso dalla catalisi (0, 75, 120, 180 e 240 minuti) e dei giorni passati dall'applicazione (1,2 e 3).

Con le vernici all'acqua 2-K PU è stato possibile risolvere la maggior parte delle problematiche delle vernici all'acqua tradizionali, quali:

- Evitare la fuori uscita di macchie giallastre dovute a sostanze coloranti nel caso di cicli pigmentati bianchi su legni ricchi di composti tanninici quali Teck, Iroko, Rovere, Castagno, etc (Figura 3)
- Evitare la fuori uscita di resina dai nodi e/o macchie giallastre dovute a sostanze resinose contenute nel legno delle conifere quali Pino, Douglas, Pitch Pine e Larice

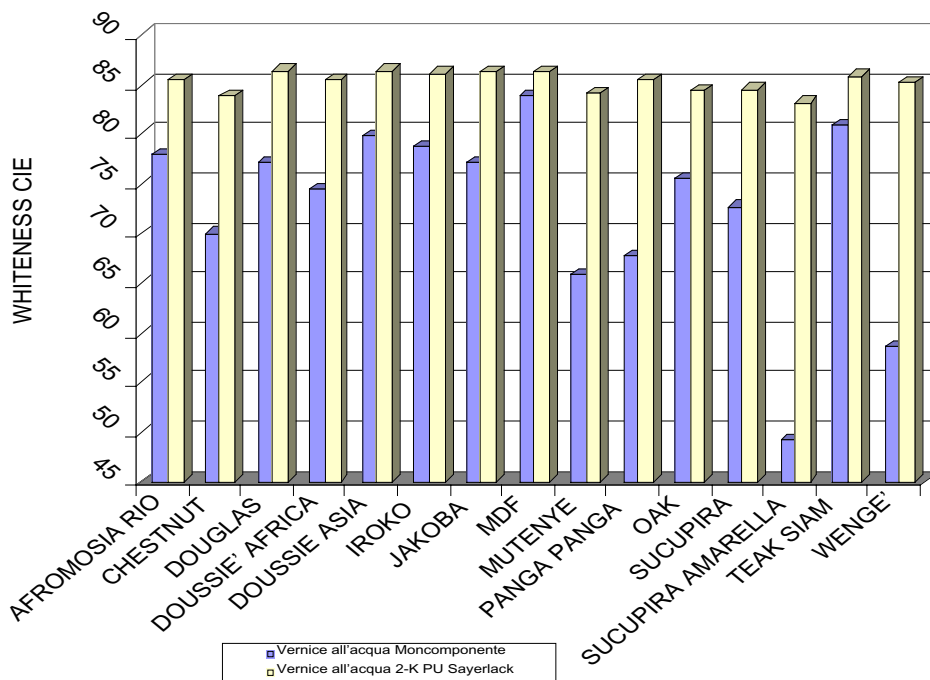


Figure 3: Indice di bianco CIE a confronto per una vernice all'acqua bianca tradizionale ed una a 2-K PU su diverse specie legnose contenenti sostanze coloranti. Si osservi che, nel caso della vernice bicomponente, il film risulta essere sempre pi bianco in quanto non ha solubilizzato i vari estrattivi.

- Evitare l'argentatura del poro nel caso di cicli trasparenti sull'Iroko (Figura 4)
- Evitare difetti di verniciatura nel caso di cicli trasparenti su Larice, in seguito alla interazione tra la resina contenuta nel legno e la vernice stessa

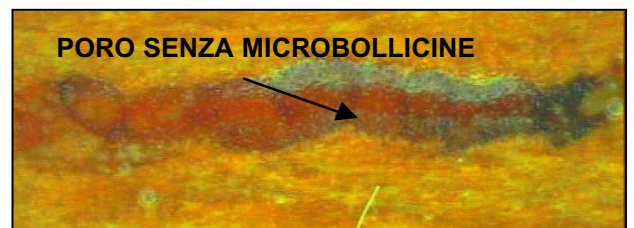
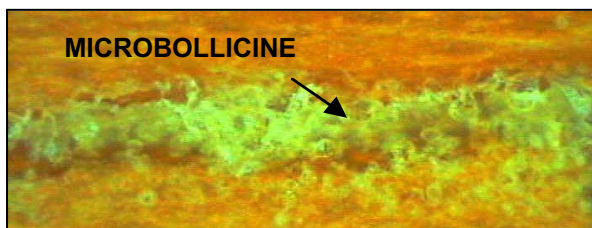


Figure 4: Difetto argentatura del poro su Iroko: legno con estrattivi che interagiscono con le vernici all'acqua. A sinistra ciclo con vernice all'acqua: si noti la perdita di trasparenza del film a causa della

formazione di micro bollicine; a destra ciclo con vernice all acqua trasparente due componenti Sayerlack: si osservi la perfetta trasparenza del film in prossimità del poro.

Applicazione: Al fine di ridurre o sfavorire le reazioni secondarie del polisocianato con l'acqua contenuta nella vernice, consigliabile:

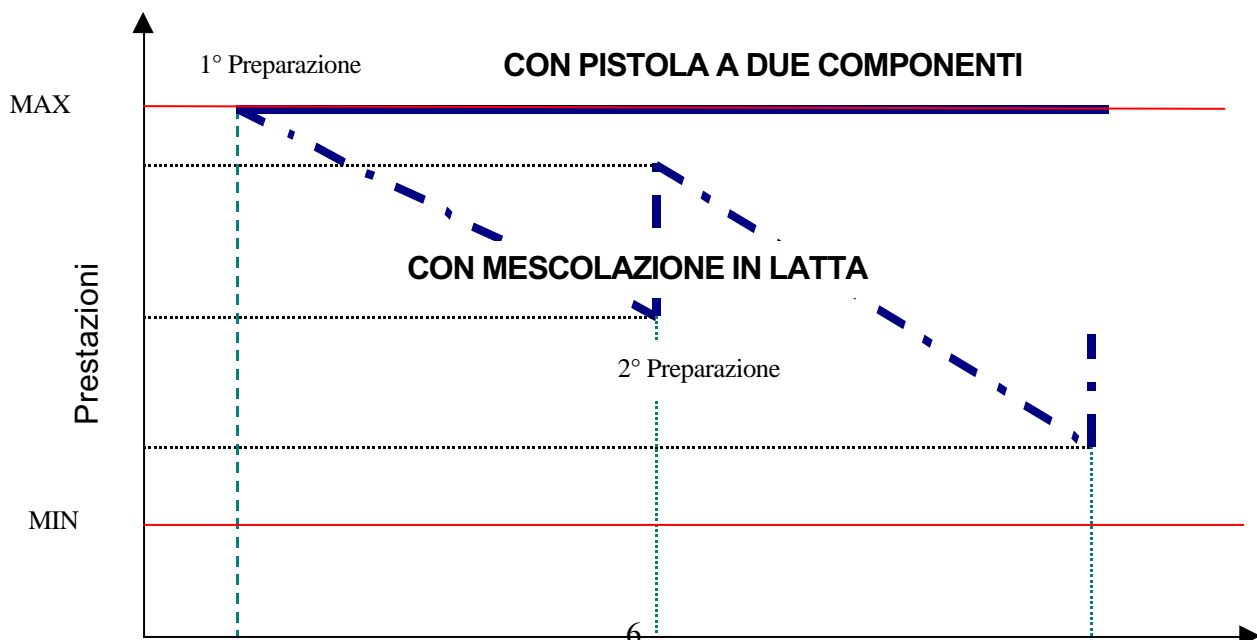
- utilizzare pompe a 2 componenti: in questo caso la miscelazione del polisocianato con il poliolo, avviene poco prima dell'applicazione. Si riesce così a garantire una costanza della qualità della pellicola di vernice.
- favorire l'evaporazione dell'acqua dal film umido applicato, impiegando tunnel con elevata ventilazione, aria a temperatura preferibilmente attorno ai 30°C e grado di umidità non superiore al 70%.

Le vernici a due componenti all'acqua, possono essere applicate anche con i normali sistemi a spruzzo; in questo caso la miscelazione dei due componenti, può essere effettuata manualmente senza l'impiego di mezzi meccanici ed il pot-life può variare dalle 2 alle 4 ore in funzione della formulazione. In quest'ultimo caso occorre tenere presente che le proprietà della pellicola ottenuta, saranno funzione del tempo intercorso dalla catalisi e dalla percentuale di vernice catalizzata che viene di volta in volta recuperata nella nuova preparazione (Figura 5).

Le problematiche principali sono originate dalla reazione secondaria dell'isocianato con l'acqua o con l'umidità dell'aria, che, oltre a peggiorare le proprietà della vernice, portano alla formazione di anidride carbonica, con conseguente formazione di schiuma o microbollicine sulla superficie della vernice. Per ridurre tale inconveniente, occorre adottare le seguenti precauzioni:

- evitare di applicare elevati spessori di vernice: normalmente 150 micron umidi
- evitare di lasciare asciugare la vernice in ambienti molto umidi, specie durante il periodo estivo

Per quanto riguarda la durabilità all'esterno, i tests di invecchiamento naturale accelerato, eseguiti su diverse specie legnose, hanno dato ottimi risultati. Buona la tenuta dell'elasticità del film ed il potere isolante su legni tannici. Attualmente sono stati realizzati 30 cantieri sparsi in tutta Italia, utilizzando legni particolari quali Rovere, Pino e Larice ed ottenendo ottimi risultati estetici.



0 h

4 h

8 h

Figura 5: Andamento delle prestazioni di una vernice all'acqua 2-componenti in funzione del sistema di catalisi. Linea continua: pompa a due componenti; Linea tratteggiata: catalisi in latta

Vernici all'acqua UV

Sono principalmente impiegate nella verniciatura di pannelli per l'industria del mobile. In questi anni sono apparse sul mercato dispersioni all'acqua con reticolazione UV, in grado di poter essere utilizzate nella decorazione e protezione del legno all'esterno. Alcune delle resine attualmente sperimentate per la loro formulazione, sono poliuretaniche/acriliche o copolimeri di monomeri acrilici e VeoVa[®]. Si possono formulare fondi e finiture sia trasparenti che pigmentate.

Formano una pellicola attraverso un meccanismo a due stadi:

- Evaporazione dell'acqua e coalescenza delle particelle, come nel caso delle vernici monocomponenti (processo fisico)
- Reticolazione del film per azione dei raggi UV emessi da particolari lampade (processo chimico): vengono così attivati i fotoiniziatori contenuti nel prodotto, i quali danno inizio alla reazione di polimerizzazione, che porta, dopo alcuni secondi, all'indurimento della pellicola.

Le pellicole che si ottengono, possiedono, già all'uscita della linea, le seguenti proprietà (Tabella 3):

1. resistenza chimica
2. resistenza all'accatastamento
3. resistenza al blocking

VERNICE ALL ACQUA	MONOCOMPONENTE	UV SAYERLACK
Essiccazione	24 h temperatura ambiente	15 minuti a 45°C + 1 passaggio UV con lampada 80 W/cm
Resistenza all'acqua	3	5
Resistenza all'alcool	2	4/5
Accatastamento	5	5
Blocking	3	5

Tabella 3: Caratteristiche di una vernice all'acqua monocomponente e UV formulata da Sayerlack
Legenda: 5: migliore; 0: peggiore

Per quanto riguarda la durata all'esterno, i primi risultati sono incoraggianti. Ovviamente fondamentale la formulazione finale del prodotto, al fine di evitare di ottenere una pellicola troppo dura e completamente impermeabile al vapore acqueo.

Le vernici all'acqua UV, possono essere applicate con i normali sistemi a spruzzo. Per l'essiccazione necessitano di particolari impianti: forni aria calda e forni con lampade UV. Oltre all'investimento iniziale, tali impianti hanno elevati costi di gestione. È possibile comunque recuperare l'overspray.

Un ciclo di verniciatura con una vernice UV all'acqua, costituito da due stadi:

- Evaporazione dell'acqua: questo al fine di evitare di ottenere una superficie ruvida causata dai micropori generati dai vapori d'acqua che fuoriescono sotto l'azione del calore delle lampade UV. Si utilizzano particolari forni ad ugelli con aria climatizzata a velocità tra 3-12 m/s, eventualmente a bassa umidità relativa e con lampade IR. A

seconda della quantità della vernice applicata, i tempi di appassimento prima delle lampade UV sono variabili da 5 a 15 minuti.

- Essiccazione sotto le lampade: si possono utilizzare le lampade normalmente impiegate per i sistemi a solvente.

Il vantaggio applicativo delle vernici UV, la rapidità del ciclo: già dopo circa 20 minuti dall'applicazione della finitura, è possibile accatastare ed esporre all'esterno le finestre. Altri studi condotti in questi anni sulle vernici all'acqua monocomponenti, hanno mostrato che, con l'utilizzo di particolari forni, è possibile realizzare cicli rapidi quanto quelli ottenibili con le vernici UV all'acqua (Tabella 4).

Vernice all'acqua	MONOCOMPONENTE	UV
Ciclo	Due mani da 100 micron umidi	Una mano da 250 micron umidi
Flash off	2-30 a temperatura ambiente + 6 a 35°C	10 a temperatura ambiente
Essiccazione	8 a 380 °C	8 lampade IR 5 a 35°C 10 Lampade UV
Raffreddamento	2-30 a temperatura ambiente	2 a temperatura ambiente
Totale	10,8 x 2 = 20,16	17,8

Tabella 4: A confronto un ciclo di verniciatura con una mano di vernice con due diversi tipi di vernici all'acqua trasparente: Monocomponente ed UV.

Vernici in polvere

La formazione della pellicola da una vernice in polvere, è un processo fisico-chimico costituito da tre fasi:

- Fusione: le particelle di polvere, sottoposte all'azione di calore, rammoliscono. Il processo di cottura può essere ottenuto attraverso le seguenti fonti di energia:
 - § Forni convenzionali: l'aria calda che contemporaneamente riscalda la polvere ed il manufatto da verniciare
 - § Sorgenti di radiazioni IR
- Distensione: in seguito al rammollimento, la resina diminuisce la propria viscosità, distendendosi
- Reticolazione: l'ulteriore energia fornita (aria calda o UV), porta alla formazione dei legami chimici tra i costituenti della polvere

A seconda del meccanismo attraverso il quale viene fornita l'energia per la formazione della pellicola, si distinguono due tipi di vernici in polvere (Figura 6):

- **Vernice in polvere termoindurente:** sono le più diffuse sul mercato ed impiegate già dagli anni sessanta nella verniciatura del metallo. La reticolazione avviene in forni ad aria calda (160-220°C) con tempi di permanenza variabili da 15 a 40 minuti. Questa tecnologia, applicata al legno, non ha avuto successo, in seguito a diverse problematiche sorte alla lunga esposizione a queste temperature:
 - movimenti del legno (ritiri),
 - fuoriuscita di resine o gomme,
 - variazione del colore del legno,
 - fenomeni di distacco di parti incollate
 - il legno (a differenza del metallo) è un materiale che non conduce calore, quindi non interviene nella fusione delle particelle.

q **Vernice in polvere UV:** solo negli ultimi anni, con lo sviluppo delle tecnologie UV, le vernici in polvere, hanno trovato possibilità di impiego anche nella verniciatura del legno. Si tratta di resine poliesteri insature in combinazione con vinil etere poliuretano a reticolazione UV, con le quali attualmente si possono formulare prodotti pigmentati e/o trasparenti.

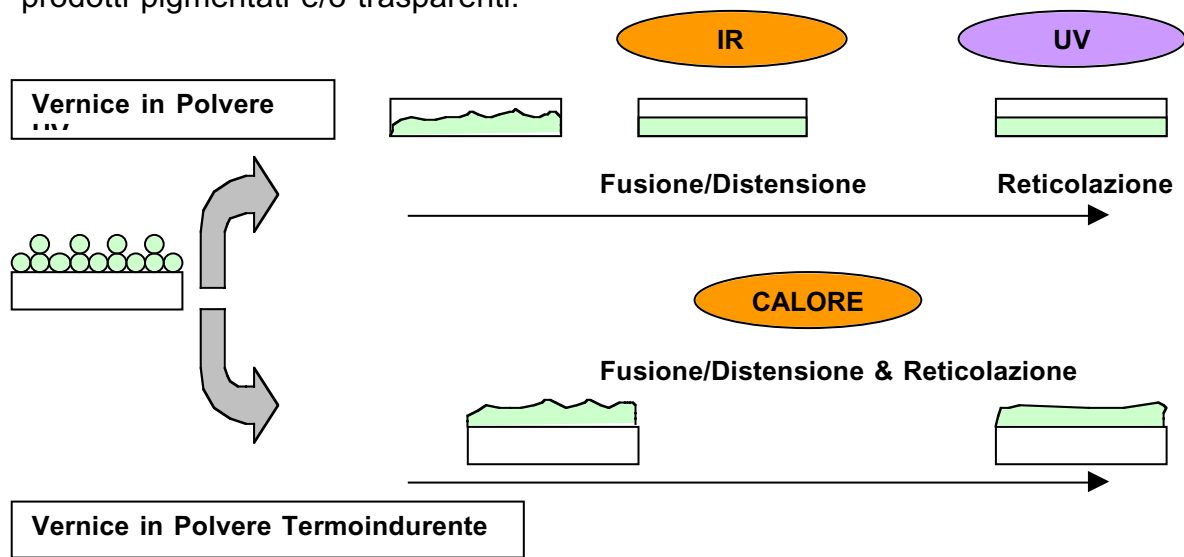


Figura 6: Tipi di vernici in polvere

Le vernici in polvere UV, vengono reticolate attraverso due stadi nei quali la fusione e la reticolazione sono completamente separati (Figura 6). Dopo l'applicazione della vernice sul substrato, le particelle della vernice vengono fuse dal calore sviluppato dalle radiazioni IR (o una combinazione di IR e forni). Quando il film è ancora caldo, la vernice viene reticolata con le lampade UV. Il successo di questa tecnologia nell'impiego di basse temperature della fase di fusione e indurimento (100-120°C) e per tempi molto brevi, dell'ordine di 2-3 minuti.

Il film delle vernici in polvere, presenta le seguenti caratteristiche:

- Eccellente resistenza al graffio
- Durezza
- Resistenza chimica

Sulle vernici in polvere UV, non sono stati eseguiti test di durata all'esterno su legno. Sono state condotte invece delle prove all'esterno con una vernice in polvere termoidurente. Per l'indurimento è stato utilizzato un impianto di nuova concezione, il quale permette, in tempi molto brevi, dell'ordine di alcuni minuti, di ottenere una perfetta fusione, distensione ed indurimento della polvere. Il calore viene fornito attraverso un forno a gas dove si raggiungono temperature di 400°C per circa 2 minuti. Il ciclo prevede l'applicazione di due mani da 40 micron con carteggiatura intermedia. Il test di invecchiamento accelerato sulla ruota di Gardner, ha dato esiti positivi.

Conclusioni

Le attuali richieste del mercato dei serramentisti si possono raccogliere in tre grandi filoni:

1. AUMENTARE LA DURATA ALL'ESTERNO
2. RIDURRE I TEMPI E LE FASI DI LAVORAZIONE

3. RISOLUZIONE DELLE PROBLEMATICHE DELLE VERNICI ALL'ACQUA MONOCOMPONENTI

La ricerca nel settore della decorazione e protezione del legno, sia a livello di materie prime che di impianti, permette di intravedere già a breve termine la possibilità di dare una risposta ad alcune di queste richieste.

A nostro parere, il punto di massima importanza per il prossimo futuro, rimane la possibilità, tramite trattamenti fisici e/o chimici, di ridurre la biodegradabilità del legno, al fine di poter garantire sempre più le prestazioni di durata dei serramenti in legno per esterno verniciati anche con le nuove tecnologie ora a disposizione.