

## New 1K/2K acrylic binder with superior durability and outstanding versatility for wood furniture

## Nuovo legante acrilico 1K/2K dotato di superiore durabilità e versatilità per mobili in legno

Marco Bianchi, Ilaria Lombardi – ICAP-SIRA

Climate change, increasing of world population and urbanization represent tremendous challenges for the future, and the research of sustainable solutions is of utmost importance for the coating industry. Sustainability in coatings encompasses several trends in product development like reduction of volatile organic compounds (VOCs), minimization of waste, use of renewable or recycled materials, improvement of process efficiencies etc. Another key aspect when addressing sustainability issues in coatings is maximizing performances of the film to assure high durability of the painted surface, which translates into high length of service life before re-application. Hence, high coating durability increases paint lifecycle preventing wasteful and inefficient use of energy and material resources from start to finish. Solvent-borne coatings, in particular 2K polyurethane formulations, still have a large share of the wood coatings market for furniture applications thanks to their excellent resistance to mechanical stresses and chemical agents and to their nice aesthetic finish. However, the high VOC levels of polyurethane coatings makes this technology progressively less attractive compared to waterborne solutions. On the other hand, in the latest years waterborne coatings have reached significant performance improvement closing the gap or even outpacing the solvent-based counterparts in many applications.

### CHEMICAL AND PHYSICAL CHARACTERIZATION OF THE NEW WATERBORNE 1K/2K BINDER

ICAP-SIRA has developed Acrilem® INT700, a new acrylic

*Il cambiamento climatico, la crescita della popolazione mondiale e l'urbanizzazione rappresentano le grandi sfide del futuro e la ricerca di soluzioni sostenibili riveste un'importanza fondamentale per l'industria produttrice di rivestimenti. La sostenibilità delle vernici coinvolge diverse tendenze nello sviluppo dei prodotti, ad esempio, la riduzione dei composti organici volatili (VOC), la riduzione al minimo degli scarti, l'utilizzo di materiali rinnovabili o riciclati, l'ottimizzazione dell'efficacia di processo ecc. Un altro aspetto chiave, quando ci si concentra sulle tematiche della sostenibilità, è l'ottimizzazione della prestazione del film a garanzia della durabilità della superficie verniciata, che si traduce in un allungamento della vita utile di una nuova applicazione. Di conseguenza, l'elevata durabilità del rivestimento migliora il ciclo di vita della pittura, prevenendo lo spreco e l'utilizzo inefficiente di energia e di materiali dall'inizio alla fine. I rivestimenti a base solvente, in particolare le formulazioni poliuretatiche bicomponenti, rappresentano ancora un'alta quota del mercato dei prodotti vernicianti per legno nel settore dell'arredamento. Questo avviene per la loro eccellente resistenza meccanica e agli agenti chimici e per le caratteristiche estetiche della loro finitura. Tuttavia, gli alti livelli VOC dei prodotti poliuretatici rendono questa tecnologia sempre meno interessante rispetto alle soluzioni a base acquosa. D'altronde, in questi ultimi anni, i prodotti a base acquosa hanno raggiunto un grado di miglioramento prestazionale significativo colmando il gap o addirittura superando le controparti a base solvente in molte applicazioni.*

copolymer to be used for the formulation of 1K and 2K wood coatings with excellent hardness and chemical resistance. The new binder is a water-based polyacrylate resin containing hydroxyl groups on the molecular chain that can be crosslinked at room temperature with a curing agent containing isocyanate functionalities to yield a film with a three-dimensional network structure. The main properties of Acrilem® INT700 are summarized in the Table 1 below. The new binder is suitable for the formulation of 1K or 2K clear and pigmented paints to be applied as top-coats or self-sealers, thus allowing a great flexibility in use and good adhesion on different wood substrates. The performances of Acrilem® INT700 has been tested and compared with two competitors' products with similar characteristics, denominated COMP 1 and COMP 2. The three products have been formulated in clear and pigmented version as indicated in Table 2. For 2K formulations, 10% hardener based on hexamethylene diisocyanate (HDI) has been used.

The hardness of the clear coatings has been assessed with König pendulum method after 1 day and 7 days drying at ambient temperature. Pendulum hardness evaluates the hardness of a coating by measuring the stopping time of a pendulum oscillating on the coating. Therefore, the hardness is governed by the viscoelastic properties of the film. When the motion of the pendulum starts, the steel balls that rest on the coating's surface roll and put pressure onto it. The harder and less elastic the coating is, the less damping effect it will have on the pendulum and the longer the pendulum will continue to oscillate. Hence, a higher number of oscillations before stopping translates into higher coating hardness. As can be seen in Figure 1, the final hardness of Acrilem® INT700 is aligned with the best-in-class competitor product (COMP 1) while it is slightly better in early hardness development. A good early film hardness entails that a quick curing occurs leading to a faster stackability with benefits on coating line productivity.

The resistance of a film to solvents and staining liquids commonly used in a domestic environment is a key feature of the coating system because the chemical attack can cause swelling, discoloration, adhesion loss,

## CARATTERIZZAZIONE CHIMICO FISICA DEL NUOVO LEGANTE 1K/2K A BASE ACQUOSA

ICAP-SIRA ha messo a punto Acrilem® INT700, un nuovo copolimero acrilico da utilizzare per la formulazione di rivestimenti mono e bicomponenti per legno, dotato di eccellente durezza e resistenza chimica. Il nuovo legante è una resina acrilica a base acquosa contenente gruppi idrossilici nella catena polimerica che può essere reticolata a temperatura ambiente grazie a un catalizzatore contenente funzionalità isocianiche, fornendo un film con struttura tridimensionale. Le principali proprietà di Acrilem® INT700 sono rappresentate schematicamente in Tab. 1.

Il nuovo legante è adatto alla formulazione di vernici trasparenti pigmentate mono e bicomponenti, da applicare come fondi o finiture, permettendo così una grande flessibilità d'uso e un'ottima adesione su varie tipologie di legno. Le prestazioni di questo nuovo legante sono state analizzate e confrontate con due prodotti della concorrenza con caratteristiche simili, denominati COMP 1 e COMP 2. I tre prodotti sono stati formulati nella versione trasparente e pigmentata come indicato in Tab. 2. Per quanto riguarda le formulazioni 2K, è stato utilizzato un catalizzatore a base di esametilene

diisocianato (HDI) nella percentuale del 10%.

La durezza delle vernici trasparenti è stata valutata con il metodo del pendolo König dopo essiccazione per 1 giorno e 7 giorni a temperatura ambiente. Il test del pendolo valuta la durezza di un rivestimento misurando il tempo di arresto del pendolo che oscilla sul rivestimento stesso. Quindi, questa caratteristica è regolata dalle proprietà viscoelastiche del film. Quando inizia il movimento del pendolo, le sfere d'acciaio sulla superficie del rivestimento iniziano a ruotare esercitando pressione. Quanto più duro e meno elastico è il rivestimento, tanto minore è l'effetto di smorzamento esercitato sul pendolo e quindi più lunga sarà la sua oscillazione. Di conseguenza, un numero superiore di oscillazioni prima dell'arresto indica una maggiore durezza del rivestimento. Come si osserva in Fig. 1, la durezza finale di Acrilem® INT700 si allinea con quella del prodotto della concorrenza "best in class" (COMP 1), mentre esso si rivela leggermente migliore nello sviluppo della durezza iniziale. Una buona durezza iniziale implica che ha luogo una reticolazione veloce da cui deriva un accatastamento

Acrilem INT700	
Solids (%) Solidi	40
pH	7
Tg (°C)	47
MFFT (°C)	45
OH (mg KOH/Kg)	60
Viscosity (mPas) Viscosità (mPas)	<1000

Tab. 1 - Typical properties of Acrilem® INT700  
Proprietà tipiche di Acrilem® INT700

Step 1 Fase 1		Mix 1-3 Miscela 1-3
1	Binder Legante	680
2	Polyethylene wax Cera Polietilenica	25
3	Defoamer Antischiuma	5
Step 2 Fase 2		Disperse 4 Dispersione 4
4	Silica Silice	10
Step 3 Fase 3		Premix 5-8 and add slowly Premiscela 5-8 e aggiungere lentamente
5	Coalescent Coalescente	60
6	Wetting agent Bagnante	5
7	Surface Additive Additivo Superficiale	3
8	Rheology Modifier Modificatore Reologico	6
Step 4 Fase 4		Letdown with 9-10 Impasto con 9-10
9	Water Acqua	205
10	Biocide Biocida	1
		<b>Total Totale</b>
		<b>1000</b>

Step 1 Fase 1		Mix 1-3 Miscela 1-3
1	Binder Legante	547
2	Polyethylene wax Cera Polietilenica	18
3	Defoamer Antischiuma	4
Step 2 Fase 2		Disperse 4 Dispersione 4
4	Silica Silice	7
Step 3 Fase 3		Premix 5-8 and add slowly Premiscela 5-8 e aggiungere lentamente
5	Coalescent Coalescente	44
6	Wetting agent Bagnante	4
7	Surface Additive Additivo Superficiale	2
8	Rheology Modifier Modificatore Reologico	4
Step 4 Fase 4		Letdown with 9-11 Impasto con 9-11
9	Water Acqua	89
10	Biocide Biocida	1
11	White pigmented paste Pasta pigmentata di bianco	280
		<b>Total Totale</b>
		<b>1000</b>

**Tab. 2 - Formulation of clear (left) and pigmented (right) paint. For 2K formulation, 10% of a water soluble HDI polyisocyanate has been added**  
**Formulazione di una vernice trasparente (a sinistra) e pittura pigmentata (a destra). Per la formulazione bicomponente, è stato**  
**aggiunto un 10% di poliisocianato a base di HDI**

gloss reduction, blistering etc which can ultimately lead to the deterioration of performance and, eventually, failure under the given condition. Chemical resistance was evaluated as a spot test where the chemical saturates a filter paper which is then covered with a watch glass to prevent evaporation. The chemical resistance of the 1K and 2K clear and pigmented coatings is shown in Figure 2. Among the different chemicals available for testing, a selection of six chemicals have been chosen relevant to coatings that would be applied to furniture, namely acetone, ethanol 48%, water and ammonia 10% for clear coatings and acetone, ethanol 48%, red wine and coffee for pigmented coatings. As expected, the coating resistance to staining is higher in 2K formulations rather than in 1K ones thanks to urethane links creating an effective barrier

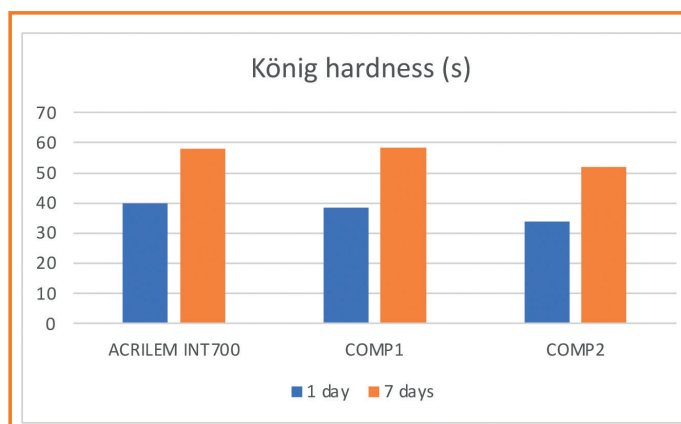
*più veloce con vantaggi per la produttività della linea di verniciatura.*

*La resistenza di un film alle macchie e ai solventi comunemente utilizzati in ambiente domestico rappresenta una caratteristica chiave del sistema di rivestimento perché l'attacco chimico può causare rigonfiamento, perdita del colore, perdita di adesione, riduzione della brillantezza, formazione di bollicine e altri difetti che possono determinare il deterioramento della prestazione fino alla totale degradazione in certe condizioni operative. La resistenza chimica è stata valutata con un test ad hoc in cui l'agente chimico satura un filtro di carta che viene poi coperto per prevenire l'evaporazione. La resistenza chimica del rivestimento trasparente e pigmentato mono e bicomponente è presentata in Fig. 2. Fra i vari agenti chimici disponibili per eseguire il*

toward chemicals. Results with Acrilem® INT700 for 2K formulations are aligned with the best competitor product (COMP 1), with a slightly better resistance toward coffee. On the other hand, the binder shows the best performance in 1K formulations surpassing competitors' products for ammonia in clear version and wine and acetone for pigmented version.

This represents a clear benefit of Acrilem® INT700

because it allows to obtain satisfactory chemical durability also in 1K version eliminating the need of mixing and possible paint leftovers due to limited product pot-life. The good performances of the product, particularly in terms of chemical resistance, enable to extend the life of the coated surface thus concurring to upgrade the sustainability profile of the product.



**Fig. 1 König hardness of the clear coatings, 100 µm wet on glass, drying 23°C, 50% RH**

**Durezza König delle vernici trasparenti, 100 µm umido su vetro, essiccazione a 23° C, 50% umidità relativa**

test, è stata selezionata una serie di sei sostanze, specifiche per rivestimenti che sarebbero stati applicati su mobili, rispettivamente acetone, etanolo 48%, acqua e ammoniaca 10% per vernici trasparenti e acetone, etanolo 48%, vino rosso e caffè per i prodotti pigmentati.

Come previsto, la resistenza ai liquidi freddi è risultata superiore nelle formulazioni 2K rispetto a quelle 1K, grazie ai legami uretanici che creano una barriera efficace

contro le sostanze chimiche. I risultati relativi ad Acrilem® INT700 con le formulazioni 2K si allineano a quelli del miglior prodotto della concorrenza (COMP 1), presentando una resistenza leggermente superiore al caffè. Il legante, invece, presenta la prestazione migliore nelle formulazioni 1K superando quella dei prodotti della concorrenza per quanto riguarda l'ammoniaca nella variante trasparente



**Fig. 2 Chemical resistance of clear and pigmented coatings, 1K (top) and 2K (bottom) versions**  
**Resistenza chimica dei rivestimenti trasparenti e pigmentati, varianti 1K (in alto) e 2K (in basso)**

Beside the high chemical resistance, this new binder offers excellent wet and dry adhesion on different wood substrates like Oak, Cherry, Maple etc as well as on glass and ceramics, thus making this product suitable for different applications and final uses. Other key advantages of this product are the excellent film transparency and good resistance to yellowing which prevents discoloration of the coated surface under light exposure.

#### NEW POLYMER ARCHITECTURE COMBINING PERFORMANCE AND VERSATILITY

In this work, a new OH functionalized acrylic polymer for the formulation of 1K and 2K wood coatings has been presented. The peculiar polymer architecture allows to obtain coatings with equal or even better chemical resistance than market benchmarks, especially in 1K version. The high flexibility of formulation, the excellent adhesion to different wood substrates and the possibility to tune the chemical and physical film properties via addition of a polyisocyanate crosslinker makes Acrilem® INT700 suitable for different end uses in furniture industry. Hence, this new polymer represents the best option for waterborne wood coatings when performance and versatility matter.

e il vino e l'acetone nella variante pigmentata. Quanto affermato dimostra l'evidente vantaggio di Acrilem® INT700 in quanto consente di ottenere una buona resistenza chimica anche nella variante monocomponente, rimuovendo la necessità di preparazione della miscela e i possibili residui di pittura per via del pot life limitato.

La buona prestazione, in particolare in termini di resistenza chimica, permette di estendere la vita della superficie verniciata, concorrendo così a migliorare il profilo della sostenibilità del prodotto.

Oltre all'alta resistenza chimica, questo nuovo legante offre un'eccellente adesione

su differenti substrati di legno come la quercia, il ciliegio, l'acero e altri, oltre che su vetro e ceramica, tale da rendere questo prodotto idoneo a varie applicazioni e utilizzi finali. Altri vantaggi importanti sono l'eccellente trasparenza del film e l'ottima resistenza all'ingiallimento, evitando perdita di colore della superficie quando esposta alla luce.

#### NUOVA STRUTTURA DEL POLIMERO CHE UNISCE LA PRESTAZIONE ALLA VERSATILITÀ

In questo studio è stato presentato un nuovo polimero acrilico funzionalizzato OH per la formulazione di rivestimenti mono e bicomponenti per legno. La particolare struttura del polimero permette di ottenere rivestimenti dotati della stessa o di una superiore resistenza agli agenti chimici rispetto ai prodotti di riferimento del mercato, specialmente nella variante monocomponente. L'elevata flessibilità della formulazione, l'eccellente adesione su differenti substrati oltre alla possibilità di adattare le proprietà chimico-fisiche del film, mediante aggiunta di un poliisocianato rendono Acrilem® INT700 adatto a differenti utilizzi finali nell'industria del mobile. Di conseguenza, questo nuovo polimero rappresenta la migliore scelta possibile per rivestimenti a base acquosa per legno nei casi in cui la prestazione e la versatilità siano caratteristiche irrinunciabili.