Authors/Autori
Aina Pérez, Tessa Faulks and Marc Comí
VITO





VITO's LEGACY: leading Europe's shift to BPA free epoxy coatings

Il progetto LEGACY di VITO: la grande transizione in Europa ai rivestimenti epossidici privi di BPA

The coatings industry is entering a decisive moment, driven by the need to replace bisphenol-based epoxy systems without compromising performance. For decades, BPA-based resins have been the backbone of protective coatings in construction and industrial environments, valued for their durability, chemical resistance and mechanical strength. Yet their environmental and health impacts, combined with tightening European regulations, are pushing manufacturers to seek safer and more sustainable alternatives. In this context, VITO has emerged as a leading European reference for BPA-free epoxy solutions, demonstrating that renewable chemistry can deliver the same reliability as traditional systems while opening the door to new material innovations.

At the heart of the work is lignin, one of the most abundant renewable aromatic resources on the planet. Produced in large volumes as a byproduct of the pulp and biorefinery sectors, lignin is typically burned for energy despite its rich chemical potential.

VITO's research infrastructure, including its pilot-scale depolymerisation facilities, enables lignin to be transformed into smaller, reactive aromatic molecules. Through glycidylation, these molecules become epoxy-functional building blocks capable of replacing bisphenol derivatives in resin formulations. This approach creates a fully bio-based, BPA-free epoxy platform that can be tuned to meet the performance requirements of modern coatings.

What makes this development particularly relevant for the coatings sector is the versatility of the resulting materials. Lignin-based epoxy resins can be formulated with different co-epoxides and curing agents, allowing manufacturers to adjust viscosity, curing behaviour, crosslink density and surface properties.

This means that the final performance is not fixed by the

L'industria produttrice di rivestimenti sta entrando in un periodo decisivo, guidato dalla necessità di sostituire i sistemi epossidici a base di bisfenolo senza comprometterne la prestazione. Da decenni le resine a base di BPA rappresentano la spina dorsale dei rivestimenti protettivi negli ambiti delle costruzioni e industriali, valutati per la loro durabilità, resistenza chimica e tenacità meccanica. Eppure, il loro impatto sulla salute e sull'ambiente, insieme all'inasprimento delle normative Europee, stanno spingendo i produttori a cercare alternative più sicure e più sostenibili. In questo contesto VITO si è fatto strada come importante punto di riferimento europeo per le soluzioni epossidiche prive di BPA dimostrando che i processi chimici rinnovabili possono offrire la stessa affidabilità dei sistemi tradizionali aprendo le porte ad importanti innovazioni sui materiali.

Al centro del lavoro vi è la lignina, una delle risorse aromatiche rinnovabili più abbondanti sul pianeta. Prodotta in grandi volumi come scarti del legno e dei settori di bioraffineria, la lignina viene bruciata tipicamente per produrre energia nonostante il suo ricco potenziale chimico. All'Istituto di Ricerca VITO, compreso il suo impianto pilota per la depolimerizzazione, i ricercatori trasformano la lignina in molecole aromatiche più piccole e reattive attraverso la glicidilazione. Queste molecole diventano dei blocchi strutturali epossi-funzionali in grado di sostituire i derivati del bisfenolo in formulazioni della resina. Questo approccio crea una piattaforma di epossidiche bio, esenti da BPA che può essere adattata per soddisfare i requisiti prestazionali dei moderni rivestimenti.

Ciò che rende questo sviluppo particolarmente importante per il settore dei rivestimenti è la versatilità dei materiali risultanti. Le resine epossidiche a base di lignina possono essere formulate con diverse co-epossidiche e agenti reticolanti, consentendo ai produttori di regolare la viscosità, la risposta all'indurimento, la densità di reticolazione e proprietà superficiali. Ciò significa che la prestazione finale non è legata esclu-



Fig. 1 - VITO's lignin valorization route: converting polymeric lignin into more soluble, reactive building blocks using reductive catalytic depolymerization process on unique continuous pilot reactors

Percorso di valorizzazione della lignina VITO: conversione della lignina polimerica in blocchi strutturali più solubili e reattivi adottando il processo di depolimerizzazione catalitica riduttiva su reattori pilota

raw material itself but shaped by formulation design, just as in conventional epoxy chemistry. In practice, the company has shown that these bio based systems can be applied on metal, concrete and wood substrates using standard industrial equipment. The resulting films are uniform, defect-free and visually comparable to traditional epoxies, with strong adhesion, high thermal stability and robust chemical resistance. For manufacturers, this demonstrates that sustainability does not require sacrificing performance or changing existing application processes.

A key element of the approach is the integration of Safe and Sustainable by Design principles. Each formulation undergoes eco-toxicological assessment and life cycle considerations to ensure that the materials developed are not only high performing but also aligned with future regulatory expectations. This combination of technical excellence and responsible innovation gives companies confidence that the solutions they adopt will remain viable in a rapidly evolving regulatory landscape. It also positions VITO as a trusted partner for industries seeking to transition away from hazardous substances while maintaining product quality and market competitiveness.

The official conclusion of the LEGACY project marked an important milestone in this journey. Supported by NextGenerationEU through the Belgium Builds Back Circular programme, as part of the National Plan for Recovery and Resilience, the project aimed to provide safer alternatives to substances of concern and accelerate

sivamente alla materia prima stessa ma piuttosto alla formulazione chimica, come nella chimica epossidica convenzionale. Nella pratica, l'istituto ha dimostrato che questi sistemi bio possono essere applicati su substrati di metallo, calcestruzzo e legno utilizzando attrezzature industriali standard. I film risultanti sono uniformi, esenti da difetti e visivamente comparabili alle epossidiche tradizionali con una forte adesione, alta stabilità termica e resistenza chimica. Per i produttori, ciò dimostra che la sostenibilità non richiede una prestazione di sacrificio o di modificare i processi applicativi.

Un elemento chiave dell'approccio è l'integrazione dei principi Safe and Sustainable by Design. Ogni formulazione viene sottoposta ad una valutazione eco-tossicologica e a considerazioni del ciclo di vita per garantire che i materiali sviluppati non siano soltanto di alta prestazione, ma anche allineati alle aspettative normative del futuro. Questa combinazione di eccellenza tecnica e di innovazione responsabile dà alle società garanzia che le soluzioni adottate rimarranno valide in un panorama legislativo in rapida evoluzione. Ciò pone VITO in una posizione di partner di fiducia per quelle industrie che tendono ad abbandonare le sostanze pericolose mantenendo la qualità del prodotto e la competitività del mercato.

La conclusione ufficiale del progetto LEGACY segna un'importante tappa del percorso. Supportato da NextGenerationEU mediante il programma Belgium Builds Back Circular, come parte del Piano Nazionale per il recupero e resilienza, LEGACY mira a fornire le alternative più sicure alle sostanze a rischio e ad accelerare l'adozione di materiali circolari in

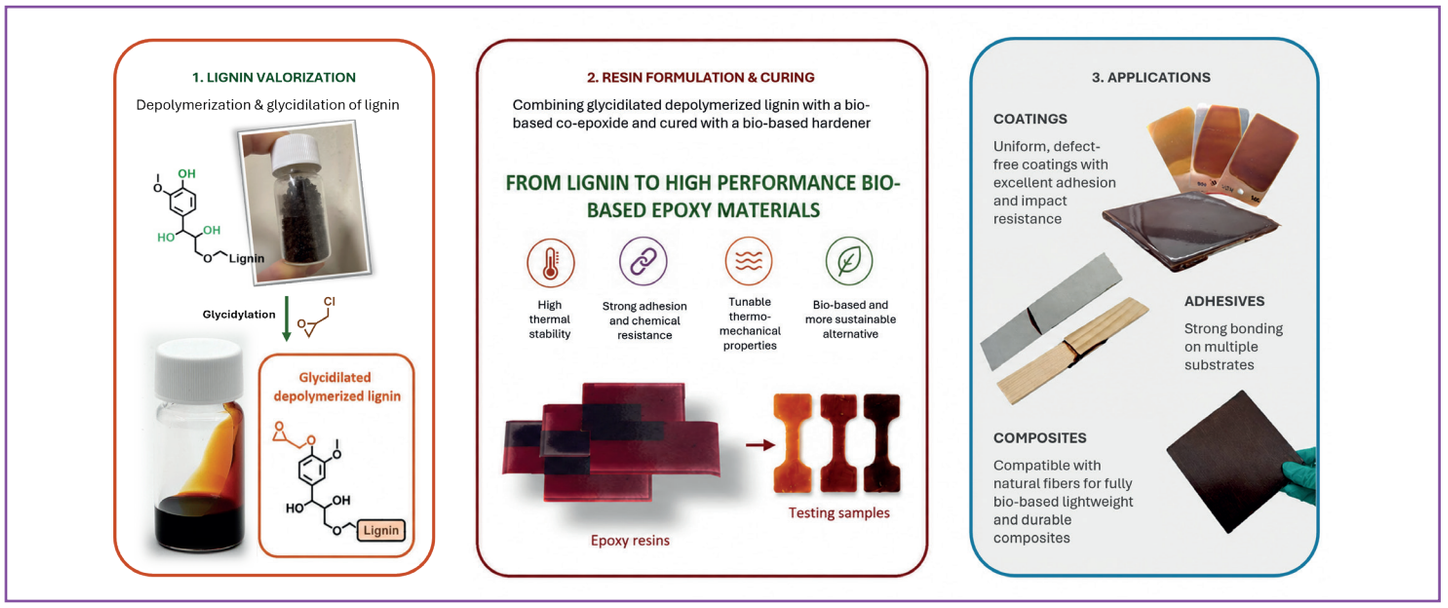


Fig. 2 - Lignin derived epoxy precursors formulated into high performance bio based resins for use in coatings, adhesives, and composites

I precursori epossidici derivati dalla lignina formulati nelle resine bio di alta prestazione per l'utilizzo nei rivestimenti, adesivi e compositi

the adoption of circular materials in industry. Through this initiative, the Belgium Institution validated the scalability and industrial relevance of lignin-based epoxy coatings, confirming that bio-based alternatives can match the functional requirements of BPA-based systems. The project's outcomes strengthened VITO's position as a European leader in BPA-free epoxy innovation and demonstrated that renewable feedstocks can be successfully integrated into high performance coating technologies. Although the project has ended, the momentum it created continues to grow, and VITO is now actively supporting companies interested in adopting or co-developing these new materials.

In parallel to the work on coatings, the research center has also demonstrated that lignin-based epoxy systems perform strongly in adhesives and composite applications. Bonding tests on metal, concrete and wood assemblies show cohesive and durable performance, while composite matrices based on lignin-derived epoxies offer lightweight and robust structures compatible with natural fibres such as flax and hemp. These results highlight the broader potential of lignin-based epoxies beyond coatings, offering companies additional pathways to integrate safer and more sustainable materials into their product portfolios.

VITO welcomes collaboration to explore these opportunities and to accelerate the transition toward circular, high performance materials that meet the demands of tomorrow's markets.

ambito industriale. Grazie a questa iniziativa, l'Organizzazione belga ha convalidato la scalabilità e la rilevanza industriale dei rivestimenti epossidici a base di lignina confermando che le alternative bio possono eguagliare i requisiti funzionali dei sistemi a base di BPA. Questi esiti del progetto hanno rafforzato la posizione di VITO come leader europeo dell'innovazione per la produzione di epossidiche esenti da BPA dimostrando che le materie prime rinnovabili possono essere integrate con successo nelle tecnologie dei rivestimenti di alta prestazione. Sebbene il progetto sia terminato, lo slancio che ha creato continua a crescere e VITO sta sostenendo le società interessate all'utilizzo o al co-sviluppo di questi nuovi materiali.

In parallelo al lavoro svolto sui rivestimenti, il centro di ricerca ha anche dimostrato che i sistemi epossidici a base di lignina offrono prestazioni valide nelle applicazioni di adesivi e compositi. I test di adesione su assemblaggi di metallo, calcestruzzo e legno mostrano una prestazione coesiva e durevole nel tempo, mentre le matrici in composito a base di epossidiche derivate dalla lignina danno strutture resistenti e dal peso ridotto, compatibili con fibre naturali come il lino e la canapa. Questi risultati mettono in luce il grande potenziale delle epossidiche a base di lignina andando oltre i rivestimenti, offrendo alle aziende nuove soluzioni per integrare materiali più sicuri e più sostenibili nei loro portafogli prodotti. VITO è disponibile a nuove collaborazioni nel settore per esplorare al meglio queste opportunità e accelerare la transizione verso materiali circolari e di alta prestazione che soddisfano le richieste dei mercati del domani.