



# DRESL

Diagnosi rinforzo di elementi strutturali in legno

## **Progetto di ricerca sulla diagnostica e il rinforzo di elementi e sistemi strutturali in legno e sviluppo di software di supporto denominato HyperDresl.**

Il progetto nasce dalla esigenza primaria di individuare per il legname e le strutture antiche una metodologia di indagine e di intervento il più possibile oggettiva ed efficace e, secondariamente, di contribuire alla costituzione di una banca dati di riferimento che permetta di considerare il legname “antico” alla stregua di quello “moderno”, ovvero un materiale da costruzione con una variabilità nota al quale possono essere associati valori delle caratteristiche prestazionali statisticamente affidabili.

Nel caso degli interventi sulle strutture di legno antiche è necessario tenere conto delle peculiarità che contraddistinguono il legno e che ne rendono l’approccio alla conservazione non immediatamente mutuabile da quello utilizzato per altri materiali da costruzione, prima fra tutte la sua ampia variabilità. L’esperienza dimostra infatti che ogni struttura lignea è diversa dalle altre, così come lo è ogni elemento all’interno della stessa struttura; per questo è indispensabile far precedere sempre la progettazione da un’indagine diagnostica accurata ed affidabile, in modo da avere riscontri oggettivi sulle caratteristiche prestazionali e sullo stato di conservazione di ogni elemento e limitare l’intervento allo stretto necessario.

Le attività svolte nel progetto hanno ben dimostrato che l’uso combinato di tecniche di indagine diagnostica basate su criteri scientifici e consolidate nella pratica con tecniche più avanzate è già ampiamente sperimentate su legname nuovo consente di ricavare in modo affidabile le informazioni qualitative e quantitative necessarie per eseguire una progettazione ottimale del futuro intervento.

Riguardo agli interventi, l’attenzione si è focalizzata soprattutto sulle fibre di carbonio, in forma di tessuto anziché di lamina come nelle applicazioni correnti, considerate le sue favorevoli proprietà meccaniche, la adattabilità alle superfici e la minima invasività, allo scopo di valutarne

l'applicabilità per il ripristino e il rinforzo di elementi strutturali in opera, con particolare riguardo agli elementi rotti a flessione e/o degradati per attacco da insetti xilofagi, circostanza questa che ricorre frequentemente nei casi reali. L'uso di questa tecnica consentirebbe infatti di evitare di smontare e sostituire l'elemento portante originario, con risparmi sui costi e il vantaggio di conservare l'autenticità dell'elemento stesso.

La sperimentazione svolta nell'ambito del progetto ha consentito inoltre di verificarne l'efficacia anche per il rinforzo di elementi non degradati ma particolarmente difettosi, caratterizzati perciò da livelli prestazionali bassi o insufficienti fino alla completa non idoneità, circostanza anche questa che ricorre sovente nelle strutture antiche e che spesso ne comporta la sostituzione.

Le prove eseguite hanno mostrato che l'applicazione di tessuto in fibre di carbonio per il rinforzo di travi antiche e degradate è concretamente fattibile anche su elementi con superficie irregolari, determinando un incremento sensibile sia della rigidità che della resistenza a flessione, e un buon comportamento "plastico" in fase di rottura. A tale scopo sono state utilizzate fibre di carbonio a più alta grammatura (1000 g/m<sup>2</sup>)

Anche la riparazione (ripristino) di elementi già rotti è possibile utilizzando in questo caso un doppio strato di tessuto. Le prove eseguite hanno evidenziato che il rinforzo non solo ripristina ma in qualche caso addirittura aumenta la capacità portante originaria e conferisce agli elementi una maggiore duttilità e rigidità.

Come strumento migliorativo del procedimento di indagine diagnostica è stato infine sviluppato e provato in campo un software applicativo di supporto, per il momento specificamente dedicato alle strutture semplici, la cui finalità principale è quella di raccogliere i dati in un unico contenitore (database) disponibile anche in remoto, aggiornabile e dotato della possibilità di eseguire in automatico calcoli di verifica strutturale, utili per valutare in prima istanza la eventuale necessità di rinforzi strutturali. Ulteriori vantaggi nell'uso del software sono quelli di facilitare ed accelerare la raccolta in situ dei dati (utile per la predisposizione dei rapporti di ispezione), la possibilità di creare una banca dati digitalizzata fruibile anche da terzi, facilitare la comunicazione tra le varie fasi del lavoro (dall'ispezione alla verifica strutturale, alla progettazione e realizzazione dell'intervento).

Il progetto, finanziato dalla Regione Toscana su fondi europei **POR FESR Toscana 2014-2020**, ha avuto la durata di due anni ed ha coinvolto partner del mondo imprenditoriale e della ricerca. In particolare hanno partecipato

in qualità di "soggetti beneficiari" il gruppo di imprese formato da:

**C-Six srl** – Azienda leader nella produzione di tessuti in fibra di carbonio, da sempre attenta a nuove applicazioni e sperimentazioni. Opera con successo da oltre 10 anni nel settore dei rinforzi strutturali grazie al sistema di rinforzo C-TEX ECO (tessuto in fibra in carbonio) + C-RESIN (Resina)

[www.c-six.it](http://www.c-six.it)

**LegnoDOC srl** – Grazie alla sua ventennale esperienza, è una delle più importanti aziende italiane nell'ambito dei servizi di diagnostica e consulenza nel settore della conservazione delle strutture lignee esistenti, soprattutto in ambito dei beni culturali. La società dispone di aggiornate

attrezzature per il controllo non distruttivo del legno in ambito strutturale ed è quindi in grado di affrontare ogni richiesta riguardante la caratterizzazione tecnologica e la valutazione dello stato di conservazione di elementi e strutture lignee, sia in opera che a terra.

[www.legnodoc.com](http://www.legnodoc.com)

**Impresa Aliberto Saccenti** – Impresa edile specializzata nella manutenzione ordinaria e straordinaria, nella ristrutturazione, nel consolidamento, nel recupero e nel restauro conservativo. Da oltre 60 anni opera sul patrimonio edilizio esistente, perseguendo una filosofia conservativa ed adottando tecniche riprese dalla tradizione accanto a sistemi e prodotti innovativi

e in qualità di “soggetti fornitori” di servizi:

**CNR-IBE - Istituto per la Bioeconomia (ex IVALSA)**, importante centro di ricerca italiano nel settore foresta-legno, riferimento praticamente unico a livello scientifico e tecnico per il settore del legno e dei prodotti derivati, nei suoi variegati e multiformi ambiti applicativi.

IBE ha progettato e condotto tutte le attività di sperimentazione relativamente a:

- caratterizzazione fisico-meccanica del legname antico
- valutazione di sistemi di rinforzo per elementi lignei
- verifica di profili resistografici e supporto allo sviluppo del software – HyperDresl

[www.ibe.cnr.it](http://www.ibe.cnr.it)

**Coopolis SPA**, azienda italiana leader nello sviluppo di software, specializzata nella fornitura di servizi e soluzioni di informatica ai più alti standard qualitativi e capace di valorizzare le proprie competenze, con propensione all'innovazione tecnologica.

Coopolis Spa ha condotto in particolare la seguente attività:

- creazione e sviluppo del software applicativo denominato “HyperDresl”.

[www.coopolis.it](http://www.coopolis.it)

Le attività sono state svolte sia presso le sedi dei fornitori sia presso le aziende stesse.

Il progetto ha rappresentato un ottimo esempio di sinergie tra partner aziendali e ricerca pubblica, in cui ciascuno ha contribuito con la propria esperienza nei rispettivi ambiti di attività, con suggerimenti, idee, materiali, attività operative, indirizzo, ad un proficuo scambio di esperienze e conoscenze che, oltre ai risultati del progetto, ha rappresentato uno dei principali valori aggiunti di questa esperienza collaborativa.

Note: Lo sviluppo del Progetto secondo gli standard del ‘Bando Innovazione B 2014- POR CreO FESR Toscana 2014-2020’ si è svolto con il supporto del soggetto esterno PIN S.c.r.l. [www.pin.unifi.it](http://www.pin.unifi.it)