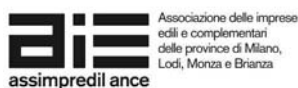


I promotori



Main sponsor



Sponsor tecnici



Con il patrocinio di



## Il terzo lotto di interventi a Palazzo Reale

### Relazione Tecnica

#### Il terzo lotto di interventi

Il cantiere del terzo e ultimo lotto lavori di Palazzo Reale è stato senza dubbio un processo di recupero edilizio di grande complessità. La peculiarità e la delicatezza dei lavori da eseguire, l'estensione e la parcellizzazione delle aree di lavoro e la molteplicità dei temi, organizzativi, logistici e di gestione, ne hanno fatto una commessa unica ed esemplare. La gestione di un moderno cantiere di recupero e restauro consiste infatti nell'organizzare e tenere sotto controllo non solo la corretta esecuzione delle opere, ma anche lo stato di avanzamento dei lavori in relazione ai tempi di esecuzione, oltre a risolvere una molteplicità di variabili, spesso a priori imprevedibili.

L'aspetto meramente operativo è collegato indissolubilmente all'organizzazione degli spazi di lavoro e di conseguenza agli aspetti legati alla sicurezza e salute dei lavoratori del cantiere, oltre che degli utenti che usufruiscono degli spazi attigui alle aree di intervento.

Tra le molteplici difficoltà di gestione della commessa vi è stato senza dubbio il dover coniugare, all'interno degli stessi spazi o nelle immediate adiacenze, l'esecuzione dei lavori e le normali attività museali ed espositive del Palazzo.

I percorsi di affluenza, la delimitazione fisica degli spazi aperti al pubblico rispetto a quelli per gli addetti ai lavori, l'organizzazione interna del cantiere, la definizione di rigide procedure durante l'esecuzione delle opere hanno rappresentato vincoli severi e oggetto di coordinamento continuo tra gli addetti ai lavori.

Palazzo Reale, oltre ad essere uno degli edifici di maggior pregio della città, è da sempre il polo espositivo di riferimento a Milano per i cittadini e per i turisti che desiderano visitare importanti mostre temporanee di livello internazionale.

La ristrutturazione del terzo lotto di Palazzo Reale è iniziata nel luglio 2003 ed ultimata nell'aprile 2009, in ritardo rispetto alle previsioni iniziali, a

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

**Segreteria Tecnica:**

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

**Segreteria Organizzativa:**

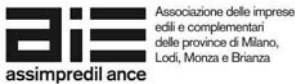
Assimpredil Ance

T 02.8812951

[info@milaneicantieridellarte.it](mailto:info@milaneicantieridellarte.it)



I promotori



Main sponsor



Sponsor tecnici



causa di imprevisti intercorsi durante l'esecuzione delle opere e di mutate esigenze che hanno portato alla predisposizione di alcune varianti in corso d'opera, seppur contenendo la spesa nell'ambito del quadro economico iniziale della commessa.

I lavori hanno interessato il restauro delle sale dette dell'Appartamento di Riserva, il completamento del percorso espositivo del Palazzo con il rinnovo di ampi spazi adibiti alle Grandi Mostre e delle sale oggi facenti parte del CIMAC (Civico Museo di Arte Contemporanea) e della sua biblioteca documentale. E' stata altresì recuperata l'intera area Est del Palazzo, i cui locali riccamente decorati da marmorini a parete e dipinti murali a plafone sono ora adibiti ad uffici di Rappresentanza. Nella stessa area trova spazio la nuova sala conferenze da 200 posti, oltre ad uffici, sale riunioni, archivi e depositi di opere. Il restauro ha infine interessato tutte le superfici di facciata esterne e dei cortili interni dell'edificio.

#### I restauri delle sale decorate

Le sale del Palazzo che hanno conservato pregevoli apparati decorativi sono collocate in buona parte nel piano nobile (piano primo), sebbene alcuni locli siano state irrimediabilmente distrutti dai bombardamenti del 1943. Sono inoltre presenti decorazioni a finto marmo, direttamente eseguite su supporto in parete ad orditura lignea e incannucciato, al piano secondo ammezzato, soprastante le sale dette dell'Appartamento di Riserva. Nell'ala est del Palazzo sono state rinvenute inoltre, ai piani primo e secondo, volte e pareti riccamente decorate.

Il terzo lotto lavori ha interessato il restauro di tutte le sale sopra menzionate, eccezion fatta per le sale reali del piano nobile e della sala delle Cariatidi.

In particolare, nell'area sud-est del Palazzo, sono state interamente recuperate tutte le superfici delle undici sale dell'"Appartamento di Riserva" del piano primo. Le sale sono state oggetto di scrupoloso restauro dei decori a parete (finto marmo) ed dei dipinti a plafone realizzati a secco su base di gesso e legante proteico, su supporto costituito da struttura voltata in legno ed incannucciato, finito a intonaco a calce.

In base agli studi documentali e alle indagini stratigrafiche in campo sono stati individuati gli interventi di restauro più appropriati.

Con il patrocinio di



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

**Segreteria Tecnica:**

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

**Segreteria Organizzativa:**

Assimpredil Ance

T 02.8812951

[info@milanoneicantieridellarte.it](mailto:info@milanoneicantieridellarte.it)



# Milano nei cantieri dell'arte

## I promotori



## Main sponsor



## Sponsor tecnici



L'intervento sulle sale è stato completato con il recupero integrale di pregiati pavimenti in legno ad intarsio ed in seminato alla veneziana, nonché con il restauro degli ornati delle parti lignee. In alcune sale, rivestite in origine da tappezzerie a damasco dell'epoca, degradate e non più recuperabili, si è provveduto alla catalogazione dei frammenti originari e alla successiva riproposizione dei tessuti su disegno del campione conservato.

### Il recupero e la formazione di nuovi spazi espositivi e di rappresentanza

Al piano primo è stata ultimata la ristrutturazione degli spazi espositivi destinati alle Grandi Mostre, con la sistemazione dei locali posti ad est del corpo di fabbrica, intervento che consente ora di completare il percorso circolare espositivo e di realizzare contemporaneamente più eventi e mostre di livello internazionale.

Al secondo piano, sono stati rinnovati oltre 2000 metri quadrati destinati ad ospitare il CIMAC, costituiti da ampi spazi espositivi a doppia altezza, oltre ad una sala lettura e annessa biblioteca di consultazione della documentazione cartacea.

Oltre a tali spazi sono stati recuperati locali al piano terreno, piano primo ammezzato e piano interrato quali depositi ed archivi a servizio delle attività museali.

Al piano secondo è stata realizzata la nuova sala conferenze da 200 posti, con hall di ingresso, spazi per il servizio stampa e terrazzo per accogliere manifestazioni, convegni, presentazioni, eventi culturali. L'affollamento di pubblico ha implicato una particolare attenzione alle normative antincendio, con l'adeguamento ed integrazione dei collegamenti verticali mediante la formazione di nuove scale di emergenza a servizio dei locali.

### Il restauro delle superfici di facciata

Le origini dell'edificio risalgono al periodo gotico, quando Azzone Visconti tra il 1330 ed il 1336 trasformò l'antico Broletto in dimora ducale. Trasferita nel 1412 la residenza ducale al castello di Porta Giovia (oggi Castello Sforzesco) la fabbrica viscontea decadde. Restano oggi dell'impianto originario soltanto alcune eleganti bifore e cornici in cotto, prospettanti la via Rastrelli e gli archi ogivali nella corte del corpo di fabbrica orientale. L'edificio subì nel corso dei secoli successivi una serie

## Con il patrocinio di



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

**Segreteria Tecnica:**

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

**Segreteria Organizzativa:**

Assimpredil Ance

T 02.8812951

[info@milaneicantieridellarte.it](mailto:info@milaneicantieridellarte.it)



# Milano nei cantieri dell'arte

## I promotori



## Main sponsor



## Sponsor tecnici



di rimaneggiamenti. Sede dei governatori spagnoli prima ed austriaci dopo, verso la fine del Settecento fu ristrutturato ad opera dell'Architetto Giuseppe Piermarini che, per incarico di Maria Teresa d'Austria, ne curò un radicale intervento in stile neoclassico. Il Piermarini fece, tra l'altro, demolire tutta l'ala nord del Palazzo riducendo la corte a piazzetta aperta, adattando l'ala ovest con sette finestre come la est, dando l'impronta neoclassica attuale al prospetto principale dell'Edificio.

Il progetto di restauro delle facciate del Palazzo Reale si è posto come obiettivo il recupero dei prospetti progettati dal Piermarini che presentavano un preoccupante stato di degrado delle componenti lapidee in arenaria, granito rosa e ceppo lombardo, oltre ad un generalizzato degrado e annerimento delle superfici. Tale intervento ha coinvolto tutte le superfici esterne dell'immobile, oggetto nel tempo di ripetute sovrammissioni e ricoloriture degli intonaci ed è stato eseguito nel pieno rispetto delle stratificazioni storiche e della conservazione dei materiali pervenuti fino ad oggi. Dal momento che il colore intenso giallo ocra delle superfici degli sfondati del prospetto principale e degli altri fronti ad intonaco delle facciate del palazzo ad inizio lavori non rispondevano a quanto progettato dal Piermarini e poiché i numerosi saggi effettuati sulle pareti non hanno permesso di risalire ai colori originari dati agli elementi di fondo, in corso d'opera è stata valutata, di concerto con la Soprintendenza BB.AA., la finitura ed il tono cromatico che più riprendesse l'impostazione dell'originario progetto neoclassico. Il rinnovamento della finitura superficiale e della coloritura è quindi da considerare come aggiunta critica e integrativa dell'opera architettonica, operata sulla scorta della documentazione e delle testimonianze reperite, con particolare riferimento alle scelte ricorrenti nel periodo piermariniano. In tale ottica si è deciso infine di riprodurre sulla facciata principale l'aspetto della zoccolatura di base a fasce orizzontali in spessore, a guisa dell'esistente portale di ingresso in granito rosa, sulla scorta della testimonianza fornita dalle incisioni di Ferdinando Cassina datate 1844, reperite presso gli archivi storici.

*Testo a cura di Maurizio Pecile*

Con il patrocinio di



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

**Segreteria Tecnica:**

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

**Segreteria Organizzativa:**

Assimpredil Ance

T 02.8812951

[info@milanoneicantieridellarte.it](mailto:info@milanoneicantieridellarte.it)



I promotori



Main sponsor



Sponsor tecnici



## Le opere strutturali

L'organismo strutturale che caratterizza i vari corpi di fabbrica di cui si compone Palazzo Reale si presenta complesso e variegato a testimonianza della lunga storia vissuta dall'edificio che ne ha determinato una costante evoluzione nel corso dei secoli con rimaneggiamenti, rifacimenti e ricostruzioni successive.

Gli ultimi interventi di grande impatto ed estensione risalgono alla seconda metà del settecento con la ristrutturazione operata dal Piermarini che ha conferito al palazzo lo stile e la conformazione attuali, agli anni '30 del ventesimo secolo quando fu realizzato l'Arengario, ed all'immediato secondo dopoguerra quando vi furono estesi interventi del Genio Civile per riparare i danni prodotti dai bombardamenti.

Numerosissimi sono comunque stati gli interventi di più modesta entità che si sono succeduti nel tempo senza soluzione di continuità.

La lunga storia del Palazzo ha fatto sì che anche dal punto di vista strutturale le tipologie presenti siano dunque molto varie a testimonianza della evoluzione delle tecniche di costruzione negli ultimi secoli: il Palazzo rappresenta un vero compendio di storia delle costruzioni che arriva fino ai nostri giorni.

Tutte queste tipologie sono presenti nel terzo lotto lavori, esteso per circa 10.000 mq suddivisi tra tutti i piani del palazzo, dall'interrato al terzo, ma che riguardava principalmente i piani superiori comprendendo in particolare circa metà del primo e la totalità del secondo e del terzo.

Mentre le strutture verticali sono principalmente costituite da murature laterizie portanti, gli orizzontamenti presentano notevole variabilità tipologica: si trovano infatti molte strutture laterizie voltate a semplice e doppia curvatura (volte ad ogiva, a botte e a padiglione, queste ultime generalmente dotate di frenelli tra i quali in alcuni casi erano ordite voltine secondarie, e di dimensioni in pianta fino a 11x11 m e spessore della zona sommitale di 12 cm), solai in legno a singola e doppia orditura, solai in profilati di acciaio e voltini in laterizio o tavelloni, solai in laterocemento e strutture in c.a. anche di grande luce (come per esempio le capriate di copertura di molte parti del Palazzo realizzate negli anni '40-'50, che raggiungono i 15 m di luce, sostenendo sia la copertura che l'impalcato di sottotetto), nonché numerose volte centinate e strutture piane in legno di sostegno dei controsoffitti decorati ed affrescati.

Con il patrocinio di



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

**Segreteria Tecnica:**

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

**Segreteria Organizzativa:**

Assimpredil Ance

T 02.8812951

[info@milanoneicantieridellarte.it](mailto:info@milanoneicantieridellarte.it)



# Milano nei cantieri dell'arte

## I promotori



## Main sponsor



## Sponsor tecnici



Il progetto di ristrutturazione ha reso quindi necessario l'intervento, per varie motivazioni, su tutte queste tipologie strutturali.

Lo studio dello stato di fatto che portasse ad un'adeguata conoscenza dell'organismo strutturale in tutti i suoi elementi è stato fondamentale premessa alla progettazione affinché fosse possibile operare le scelte più idonee caso per caso.

E' stata pertanto eseguita una diffusa campagna di indagini atte a individuare e classificare le tipologie delle strutture esistenti, riscontrare il loro stato di conservazione, le loro dimensioni geometriche, l'esistenza di modifiche o rimaneggiamenti intervenuti successivamente alla costruzione originaria, la presenza di danneggiamenti, di sofferenza o di carenze statiche, determinare le caratteristiche meccaniche dei materiali ed eventuali fenomeni di ammaloramento o degrado fisico-chimico che ne avessero alterate le caratteristiche originarie.

Al momento dell'esecuzione delle indagini, la maggior parte dei locali interessati era utilizzato o presentava elementi costruttivi o di finitura di elevato pregio architettonico, pertanto queste sono state condotte impiegando metodi non distruttivi e non invasivi, ottenendo comunque risultati affidabili.

Sono stati principalmente eseguiti rilievi endoscopici, integrati dove richiesto da piccole demolizioni localizzate con rilievi ed esami visivi diretti, prove soniche, martinetti piatti singoli e doppi, nonché prelievo di campioni da sottoporre a prove di laboratorio.

Dove lo stato o le caratteristiche dei luoghi non consentiva neppure l'utilizzo dell'endoscopio, le rilevazioni sono state eseguite con l'impiego del georadar e della termografia.

I rilievi geometrici delle volte sono stati eseguiti mediante profilatore laser. In alcuni rari casi, ove le strutture risultavano a vista, è stato possibile eseguire dei rilievi diretti.

Sulla scorta dei rilievi e delle indagini si è quindi proceduto con la verifica statica analitica completa, anche impiegando moderni codici agli elementi finiti, che ha fornito le indicazioni conclusive per la progettazione.

Gli interventi strutturali previsti in progetto sono stati essenzialmente volti a soddisfare le nuove esigenze in termini di destinazioni d'uso dei locali del Palazzo considerando la consistenza ed il grado di conservazione e di efficienza statica degli elementi strutturali esistenti anche in rapporto alle richieste prestazionali e di offerta di sicurezza previste dalla normativa di riferimento.

## Con il patrocinio di



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

**Segreteria Tecnica:**

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

**Segreteria Organizzativa:**

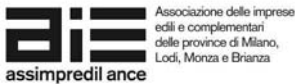
Assimpredil Ance

T 02.8812951

[info@milanoneicantieridellarte.it](mailto:info@milanoneicantieridellarte.it)



#### I promotori



#### Main sponsor



#### Sponsor tecnici



#### Con il patrocinio di



Essi possono pertanto essere divisi in tre categorie principali.

inserimento puntuale di singole opere, principalmente nuove scale e ascensori, necessarie per garantire la fruibilità dei locali nonché gli standard di sicurezza richiesti dalle normative vigenti.

Sostituzione completa di elementi strutturali, principalmente solai in profilati di acciaio e tavelloni o solai in laterocemento realizzati nell'immediato secondo dopoguerra che non presentavano caratteristiche statiche soddisfacenti né si prestavano ad un intervento di rinforzo economico ed efficiente.

Risanamento, consolidamento e rinforzo di volte laterizie, solai in c.a. o in legno, porzioni di murature portanti, opere varie in c.a., che, nello stato in cui si trovavano, anche a causa del degrado dei materiali, non presentavano caratteristiche statiche conformi a quanto richiesto dalla normativa per le destinazioni d'uso previste e che pertanto a questa dovevano venire adeguate.

Risanamento, consolidamento e rinforzo di volte laterizie, di volte centinate in legno e di solai in legno che, pur presentando danneggiamenti, ammaloramenti o carenze statiche, per le particolari caratteristiche di pregio architettonico richiedevano di essere conservate, ma con garanzia di miglioramento delle loro condizioni di sicurezza statica e di durabilità.

#### Criteri e scelte del progetto strutturale

La progettazione è stata ispirata a semplici ma fondamentali criteri:

- rispetto della statica globale e locale dell' esistente
- contenimento dell' impatto degli interventi previsti sull' esistente
- impiego di materiali fisicamente e chimicamente compatibili con l' esistente
- nei riguardi degli elementi strutturali di interesse storico scelta di tipologie di intervento reversibili, ovvero che consentissero la possibilità del ripristino delle condizioni preesistenti
- attenzione alla durabilità delle opere sia di nuova costruzione che esistenti
- tipologie strutturali compatibili con i vincoli operativi posti dalla preesistenza
- definizione delle fasi esecutive in rapporto ai vincoli operativi posti dall' esistente affinché l' esecuzione dei lavori potesse procedere senza intoppi

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

**Segreteria Tecnica:**

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

**Segreteria Organizzativa:**

Assimpredil Ance

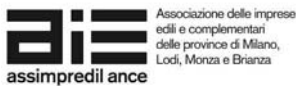
T 02.8812951

[info@milaneicantieridellarte.it](mailto:info@milaneicantieridellarte.it)



# Milano nei cantieri dell'arte

## I promotori



## Main sponsor



## Sponsor tecnici



Per tali motivi, per molti dei nuovi elementi strutturali (sia di nuova introduzione che in sostituzione di analoghi esistenti) si è optato per l'impiego dell'acciaio che, per le sue caratteristiche, ben si adatta ad interventi sull'esistente.

Consente infatti di realizzare elementi di ridotte dimensioni e peso contenuto nei confronti delle prestazioni che possono offrire con indubbi vantaggi anche sulla statica globale, rendendo possibile non aumentare il livello di sollecitazione nelle murature esistenti, che in alcuni casi sono anzi state sgravate, prefabbricare le strutture in officina in parti di ridotte dimensioni e peso che possono poi essere assemblate direttamente in opera impiegando attrezzature ed opere provvisorie nonch  sistemi di connessione all'esistente di modesto impatto, smontare gli elementi strutturali con semplicit  lasciando tracce ridotte nella preesistenza.

Tutti i nuovi solai sono stati pertanto costruiti in struttura mista acciaio-calcestruzzo con travi in acciaio assemblate in opera mediante giunti bullonati, sovrastante lamiera grecata e getto di completamento reso collaborante con le travi mediante connettori in acciaio.

Alcuni altri esempi rappresentativi dell'utilizzo dell'acciaio, sono costituiti dalla scala denominata "J" di altezza pari ad oltre 15 m e posta all'interno di un cavedio interamente occupato dalla stessa e della trave-parete nel cortile denominato "7".

A causa dei ridottissimi spazi di accesso all'area oltre che per la necessit  di sfruttare al massimo lo spazio utile disponibile, la scala "J"   stata progettata con colonna centrale cava in lamiera irrigidita alla quale sono collegate a sbalzo le rampe ed i pianerottoli anch'essi realizzati con il medesimo criterio.

La scala   stata realizzata in conci completi preassemblati in officina con innesto a baionetta che sono successivamente stati montati l'uno sull'altro direttamente nel cavedio calandoli dal lucernario sovrastante impiegando la sola gru di cantiere.

La trave-parete del cortile "7" di luce pari ad oltre 16 m ed altezza 4 m circa svolge la triplice funzione di presidio di sicurezza per un ballatoio a sbalzo in pietra, e di sostegno della impennata di serramento posta all'estremit  dello stesso e della copertura:   progettata con schema statico di trave Vierendel formata da tubi quadrati e rettangolari di piccole dimensioni (100x100 e 200x100 mm) in tre conci prefabbricati assemblati in opera impiegando una gru semovente di dimensioni ridotte, tali da potere transitare attraverso il piccolo passo carraio di accesso al cortile.

## Con il patrocinio di



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

**Segreteria Tecnica:**

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

**Segreteria Organizzativa:**

Assimpredil Ance

T 02.8812951

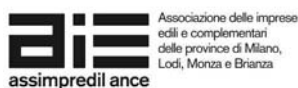
[info@milanoneicantieridellarte.it](mailto:info@milanoneicantieridellarte.it)





# Milano nei cantieri dell'arte

## I promotori



## Main sponsor



## Sponsor tecnici



Per il risanamento, il consolidamento ed il rinforzo degli elementi strutturali esistenti, stante la loro grande varietà, sono invece state impiegate tipologie di intervento differenti, le più indicate caso per caso.

Le strutture in c.a., realizzate prevalentemente negli anni '50 e '60, sono state rinforzate operando con metodi ormai considerati tradizionali in quanto ben noti e consolidati nella pratica corrente: asportazione del calcestruzzo di copriferro in fase di distacco o carbonatato, spazzolatura delle barre di armatura ossidate e trattamento con passivante, ricostruzione del copriferro con specifiche malte tixotropiche ad alta resistenza ed alto potere di adesione al supporto e, quando necessario, integrazione dell'armatura mediante incollaggio con resine epossidiche di lamine di acciaio.

Nel caso di alcune capriate in c.a. di copertura di grande luce, per sopperire alla carenza di armatura della briglia inferiore si è fatto ricorso alla precompressione con barre esterne.

Alcuni solai in legno ed alcune volte in mattoni di minore pregio costruttivo sono anch'esse state rinforzate con una soletta collaborante in calcestruzzo o betoncino solidarizzata alle travi in legno o alla muratura mediante connettori in acciaio fissati con resine epossidiche.

Si è comunque posta attenzione a che i sali contenuti nel calcestruzzo non percolassero durante la fase di getto nella muratura provvedendo ad impregnarla con una soluzione idrorepellente a base di silano.

Per molte strutture in legno, in particolare per le volte centinate affrescare, per le strutture piane di sostegno dei soffitti decorati e per alcuni solai, si è invece proceduto con un vero e proprio restauro conservativo sostituendo o integrando gli elementi costruttivi esistenti deficitari, ammalorati o danneggiati impiegando esclusivamente materiali analoghi a quelli originari.

In altre circostanze, in cui si rendeva necessario un intervento di consolidamento, ma le caratteristiche di pregio storico-architettonico richiedevano la conservazione delle strutture esistenti e/o quando lo stato di fatto costituiva un forte vincolo all'operatività di cantiere, si è fatto ricorso a materiali di più recente introduzione ed impiego in edilizia che ben si prestano ad interventi di consolidamento di strutture antiche.

Numerose volte di notevole pregio architettonico sia per la tipologia costruttiva che per i decori che recano all'intradosso sono state consolidate quindi impiegando fasce di tessuto di fibra di carbonio

## Con il patrocinio di



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

**Segreteria Tecnica:**

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

**Segreteria Organizzativa:**

Assimpredil Ance

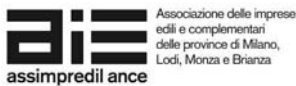
T 02.8812951

[info@milaneicantieridellarte.it](mailto:info@milaneicantieridellarte.it)



# Milano nei cantieri dell'arte

## I promotori



CAMERA DI  
COMMERCIO  
MILANO



MINISTERO  
PER I BENI E  
LE ATTIVITÀ  
CULTURALI



ARCIDIOCESI DI MILANO  
Vicariato per la Cultura

## Main sponsor



## Sponsor tecnici



impregnato in opera ed ancorate alle estremità mediante connettori in fibra di vetro fissati alle murature perimetrali con resina epossidica.

La preparazione del piano di posa del tessuto è avvenuta impiegando malta di calce, chimicamente compatibile con la struttura laterizia delle volte, con elevate caratteristiche meccaniche, per la cui scelta sono state eseguite prove di strappo comparative tra vari prodotti.

Tale tecnica, ormai suffragata da numerosi studi e sperimentazioni, è poco invasiva, mantiene la struttura originaria integra, ne preserva la capacità di traspirazione, non implica la presenza di sali, presenta buone caratteristiche di rimovibilità del rinforzo e consente di ottenere buoni risultati in termini statici con un deciso miglioramento del comportamento della struttura allo stato limite ultimo.

Nel caso dei I solai in legno al secondo piano ammezzato lato via Pecorari si è scelto invece di eseguire il rinforzo impiegando malte epossidiche e pultrusi in fibra di vetro.

Le travi principali di questi solai, a doppia orditura di luce superiore ai nove metri, risultavano staticamente decisamente carenti e notevolmente deformate a causa degli eccessivi sovraccarichi sostenuti ed il piano dell'impalcato era molto irregolare (differenze di quota pari a 19 cm).

Alle travi sono però sospesi i controsoffitti affrescati del sottostante "Appartamento di riserva", mentre gli ambienti sono suddivisi da tramezzature di tipologia costruttiva storicamente molto interessante oltre che riccamente decorati.

Potendo quindi operare solo dall'alto e dovendo conservare sia le strutture principali originarie che gli elementi architettonici di pregio descritti, si è optato per l'impiego di materiali leggeri e maneggevoli che consentissero nel contempo di ottenere i richiesti risultati in termini di incremento di resistenza e rigidità delle strutture.

Rimossi l'assito ed i travetti, sospesi i tramezzi mediante elementi strutturali provvisori, revisionati i telai in legno di sostegno dei controsoffitti, l'estradosso delle travi è stato risagomato impiegando malta epossidica dotata di alta adesività al supporto, alta resistenza e modulo elastico simile a quello del legno; gli strati di malta epossidica sono stati alternati a piatti in pultruso di fibra di vetro.

Infine, ove necessario, al disopra delle travi così risagomate ed irrobustite sono stati disposti degli elementi ad I in pultruso di fibra di vetro, resi collaboranti mediante incollaggio e connettori in fibra di vetro, ottenendo

## Con il patrocinio di



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

**Segreteria Tecnica:**

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

**Segreteria Organizzativa:**

Assimpredil Ance

T 02.8812951

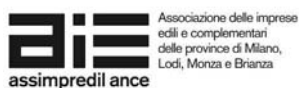
[info@milaneicantieridellarte.it](mailto:info@milaneicantieridellarte.it)



# Milano nei cantieri dell'arte

## I promotori

---



## Main sponsor

---



## Sponsor tecnici

---



una sezione composta dotata delle richieste caratteristiche di resistenza e rigidità.

Infine sono stati montati i nuovi travetti ed un nuovo assito mentre venivano smontate le strutture provvisorie.

La procedura operativa ed i materiali impiegati hanno consentito di perseguire il triplice obiettivo di conservare gli elementi originari sopperendo alle loro carenze e conferendo loro più idonee caratteristiche di resistenza, rigidità e durabilità.

*Testo a cura di Andrea Sala*

## Con il patrocinio di



---

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

**Segreteria Tecnica:**

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

---

**Segreteria Organizzativa:**

Assimpredil Ance

T 02.8812951

[info@milanoneicantieridellarte.it](mailto:info@milanoneicantieridellarte.it)