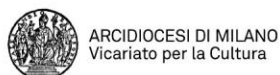


I promotori



Main sponsor



## Interventi urgenti di recupero della copertura in legno della Ex Chiesa di San Carpoforo

### Relazione Tecnica

#### Lo stato di fatto

L'ex-chiesa di San Carpoforo è situata a Milano in "zona Brera" (via M. Formentini N. 12) all'interno di un complesso di particolare pregio architettonico, risalente al XVII secolo, acquisito dall'Amministrazione Comunale per acquisto nel 1864.

Lo stabile, nel dicembre '93, è stato concesso in uso gratuito per 19 anni all'Accademia di Belle Arti di Brera, che lo ha adibito a sede dei corsi di decorazione, restauro ed arte sacra contemporanea.

La completa assenza nel corso degli anni di radicali interventi di tipo conservativo, mirati al recupero funzionale dell'edificio ha però determinato un significativo stato di degrado, manifestatosi con particolare enfasi sulla copertura in legno e coppi.

Le molteplici infiltrazioni d'acqua dal tetto, infatti, hanno provocato il progressivo deterioramento nel tempo delle strutture portanti lignee, nonché evidenti danni alle murature ed agli intonaci sottostanti.

Già nel giugno '99 si è intervenuti per eliminare una situazione di evidente rischio, riscontrata a seguito del cedimento verticale lungo il monaco di una capriata in legno, la cui staffa centrale si era pericolosamente abbassata fino a premere "in chiave" la sottostante volta in mattoni.

Tale manufatto, così sollecitato, aveva conseguentemente modificato l'assetto statico originario con la formazione di un evidente carico concentrato, che scaricava direttamente sulla volta il peso "in colmo" della copertura.

Nonostante tale intervento, consistito appunto nello svincolare la volta sottostante dal carico del tetto, permaneva comunque una condizione di generale pericolo, sostanzialmente derivante:

Con il patrocinio di



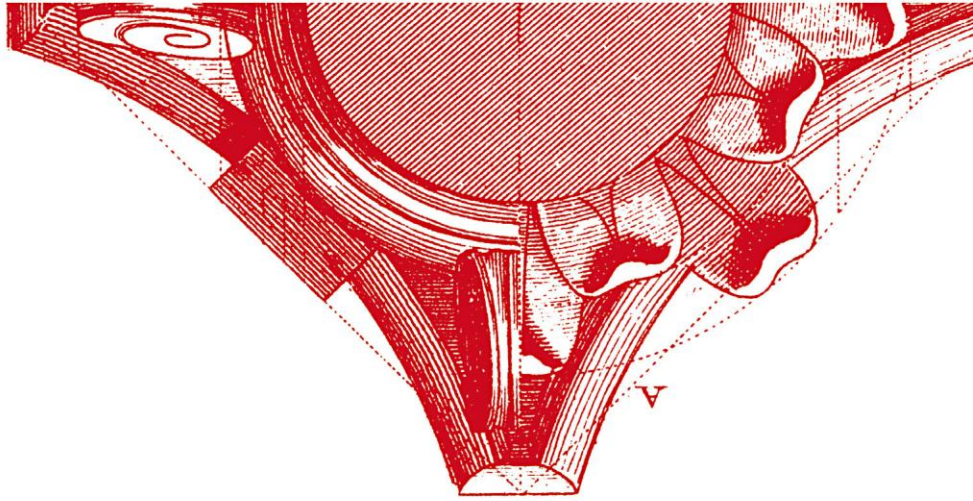
[www.milaneicantieridellarte.it](http://www.milaneicantieridellarte.it)

**Segreteria Tecnica:**

Istituto per i Navigli  
Associazione Amici dei Navigli

**Segreteria Organizzativa:**

Assimpredil Ance  
T 02.8812951  
[info@milaneicantieridellarte.it](mailto:info@milaneicantieridellarte.it)



I promotori



Associazione delle imprese  
edili e complementari  
delle province di Milano,  
Lodi, Monza e Brianza



CAMERA DI  
COMMERCIO  
MILANO



MINISTERO  
PER I BENI E  
LE ATTIVITÀ  
CULTURALI



ARCIDIOCESI DI MILANO  
Vicariato per la Cultura

Main sponsor



Sponsor



- dalle distorsioni di alcune capriate lignee con rotazione “fuori piombo” del monaco centrale e conseguente deformazione della struttura sul piano orizzontale,
- dall'ulteriore scivolamento verticale di alcune capriate nella zona d'innesto dei due puntoni con il monaco,
- dal cedimento di alcune capriate con evidenti deformazioni e lesioni fessurative anche di diverse travi lignee,
- dalla rottura di un puntone in legno di una capriata,
- dal degrado di alcune catene lignee in prossimità dell'appoggio della capriata alla muratura,
- dal deterioramento dell'orditura primaria, secondaria e dei listelli porta coppi in legno, a causa delle continue infiltrazioni d'acqua dalla copertura, con formazione di evidenti fenomeni di marcescenza delle strutture lignee,
- dalla sconnessione dei coppi del tetto, scivolamento e rottura degli stessi, con formazione di brecce passanti nel manto di copertura e conseguente percolazione ed infiltrazione di acqua piovana all'interno nel sottotetto.

La situazione è andata progressivamente peggiorando a tal punto che in data 02/11/1999 l'ufficio tecnico del Comune di Milano dichiarava l'inagibilità dell'immobile per l'evidente rischio di cedimento strutturale delle capriate lignee del tetto.

### Il progetto

Considerata quindi:

- la situazione di non agibilità degli spazi interni dell'ex-chiesa, a causa della quale le lezioni dell'Accademia sono state trasferite presso la Sede principale di via Brera, con evidenti disagi per sovraffollamenti dei corsi e carenza di aule,
- il peggioramento complessivo dello stato di degrado del tetto e dei fenomeni di marcescenza degli elementi lignei,
- la necessità di interventi urgenti e mirati al fine di escludere ulteriori cedimenti strutturali delle orditure lignee della copertura e dannose infiltrazioni di acqua meteorica,

Con il patrocinio di



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

**Segreteria Tecnica:**

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

**Segreteria Organizzativa:**

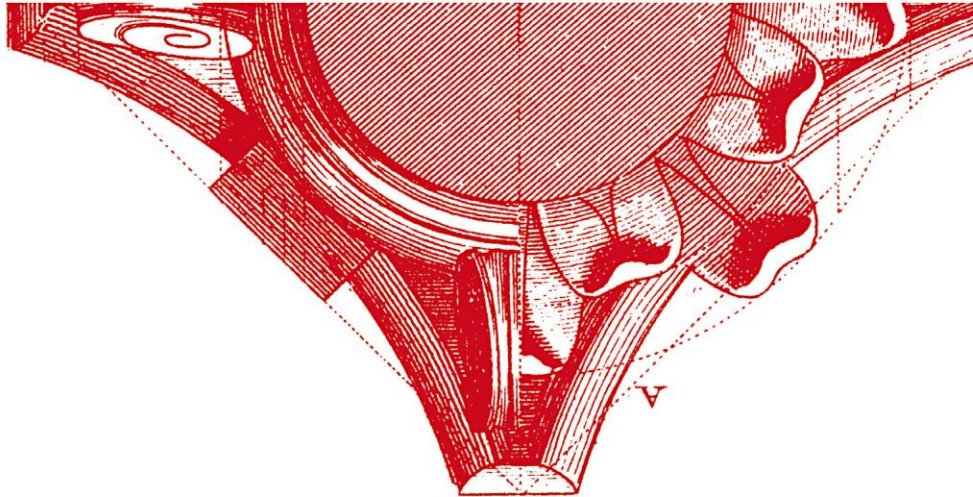
Assimpredil Ance

T 02.8812951

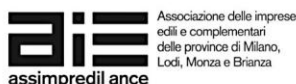
[info@milaneicantieridellarte.it](mailto:info@milaneicantieridellarte.it)



## Milano nei cantieri dell'arte



I promotori



Associazione delle imprese  
edili e complementari  
delle province di Milano,  
Lodi, Monza e Brianza



CAMERA DI  
COMMERCIO  
MILANO



MINISTERO  
PER I BENI E  
LE ATTIVITÀ  
CULTURALI

Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio di Milano



ARCIDIOCESI DI MILANO  
Vicariato per la Cultura

Main sponsor



Sponsor



Consorzio per la Qualità e la Sicurezza dei Servizi

l'ufficio tecnico del Comune di Milano si è immediatamente attivato con la redazione nel settembre 2000 di un progetto preliminare, successivamente approvato oltre che dalla Civica Amministrazione, anche dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici di Milano (essendo l'immobile vincolato), finalizzato alla immediata messa in sicurezza dell'intera copertura mediante opere strutturali di rifacimento del tetto e ricorso completa di coppi.

Tali opere risultavano pertanto indispensabili al fine di evitare rischi di pericolosi cedimenti strutturali del tetto con conseguente danneggiamento irrimediabile delle volte ed archi sottostanti, realizzati in cotto.

Stante l'urgenza e la criticità del caso, tale progetto di massima prevedeva la sostituzione completa di tutte le capriate lignee con una struttura identica per tipologia e forma e la sistemazione definitiva della copertura e relative strutture portanti in legno, in modo tale da escludere ulteriori cedimenti e preservare allo stesso tempo il sottostante soffitto in cotto a volte ed archi dell'ex chiesa.

Durante i successivi dettagliati sopralluoghi e rilievi, condotti nel corso dell'anno 2001, per verificare l'effettiva consistenza statica delle strutture lignee, al fine della redazione del progetto esecutivo, si sono effettivamente osservati vari sintomi di degrado, che interessavano le zone di giunzione degli elementi strutturali delle capriate, in particolare:

- il giunto puntone/catena,
- il giunto puntone/monaco,
- il giunto centrale di collegamento delle due metà della catena.

Inoltre, i puntoni apparivano inflessi sotto l'azione di forti carichi concentrati, trasmessi direttamente dall'orditura primaria soprastante.

Nel corso di tali puntuali visite in situ si è potuto riscontrare e rilevare direttamente sulle capriate lignee i segni di un precedente intervento estremamente invasivo di rinforzo strutturale dei giunti puntone/catena e puntone/monaco, risultato eseguito negli anni '50.

Tale intervento era caratterizzato dall'introduzione di pesanti "cuffie" metalliche, oramai ampiamente ossidate, direttamente applicate agli elementi lignei della capriata attraverso barre filettate passanti, il cui effetto statico lasciava comunque a desiderare visto l'attuale stato deformativo delle capriate.

Con il patrocinio di



2015  
1 MAGGIO - 31 OTTOBRE 2015 MILANO-ITALIA  
FEEDING THE PLANET. ENERGY FOR LIFE  
NOURRIR LA PLANÈTE. ENERGIE POUR LA VIE  
NUTRIRE IL PIANETA. ENERGIA PER LA VITA

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

**Segreteria Tecnica:**

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

**Segreteria Organizzativa:**

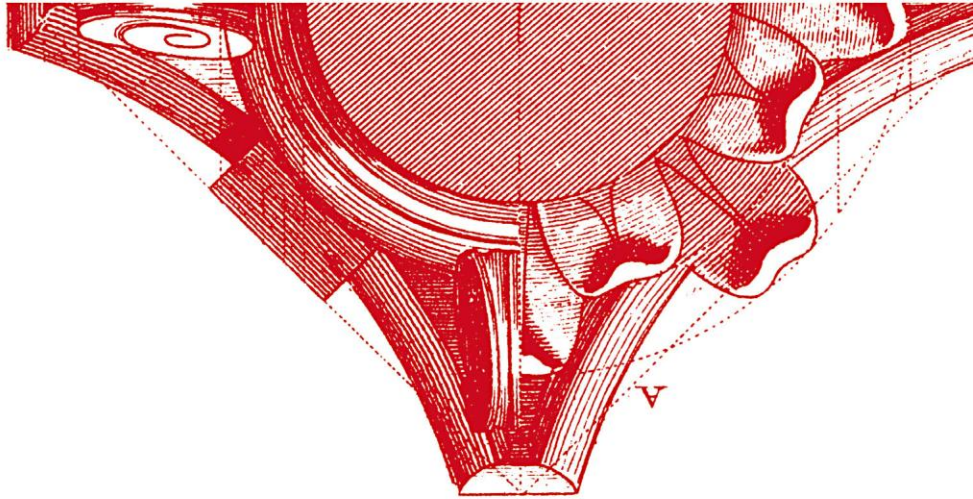
Assimpredil Ance

T 02.8812951

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



## Milano nei cantieri dell'arte



I promotori



Associazione delle imprese  
edili e complementari  
delle province di Milano,  
Lodi, Monza e Brianza



CAMERA DI  
COMMERCIO  
MILANO



MINISTERO  
PER I BENI E  
LE ATTIVITÀ  
CULTURALI



ARCIDIOCESI DI MILANO  
Vicariato per la Cultura

Main sponsor



Sponsor



CQOP SOA  
Consorzio per la Qualità e la Sicurezza

Inoltre il contatto diretto ferro-legno, senza interposizione di elementi sacrificali in legno, aveva provocato fenomeni locali di marcescenza.

Da un punto di vista geometrico, alcune capriate risultavano visivamente coricate su un fianco e presentavano il monaco disassato rispetto ai puntoni.

Infine erano rilevabili segni di divaricamento dei puntoni a seguito dello scorrimento rispetto alla catena e segnali di sofferenza di quest'ultimo elemento strutturale, in corrispondenza del nodo centrale di collegamento delle due metà.

Oltre al riscontro di tipo statico degli elementi strutturali lignei, si è proceduto ad una puntuale analisi materica dello stato di conservazione dei legni in modo tale da definire con maggior precisione l'effettivo livello di degrado delle capriate e valutare l'eventuale possibilità di adottare soluzioni progettuali più conservative rispetto alla sostituzione completa.

Tale indagine, condotta nel 2001 dall'Arch. Francesco Augelli, esperto di legno, ha sostanzialmente confermato lo stato di degrado degli elementi lignei, comunque ad un livello tale da non giustificare la completa sostituzione.

L'analisi materica non ha infatti evidenziato la presenza di infezioni e infestazioni attive nella grossa orditura lignea e nelle capriate in larice, che anzi presentavano una qualità del legname generalmente di classe elevata. Confortati quindi da tali risultanze si è potuto conseguentemente optare per un intervento di tipo conservativo in sede di redazione del progetto esecutivo, molto più leggero e meno invasivo del precedente.

Il nuovo progetto così definito, redatto nel 2001 secondo le indicazioni tecniche del Prof. Lorenzo Jurina del Politecnico di Milano, e riapprovato dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici di Milano, prevedeva due tipologie di consolidamento previa rimozione delle "cuffie metalliche" di collegamento dei giunti: puntone/catena e puntone/monaco.

➤ Fase 1 – consolidamento "locale"

Il primo intervento di tipo locale ha riguardato il ripristino dei giunti delle capriate, mediante l'inserimento di zeppe in legno e barre filettate passanti e l'integrazione con tradizionali fettonature in legno di alcune zone delle capriate, che presentavano lacune dovute a inneschi d'incendio.

➤ Fase 2 – consolidamento "globale"

Con il patrocinio di



2015  
1 MAGGIO - 31 OTTOBRE 2015 MILANO-ITALIA  
FEEDING THE PLANET. ENERGY FOR LIFE  
NOURRIR LA PLANÈTE. ENERGIE POUR LA VIE  
NUTRIRE IL PIANETA. ENERGIA PER LA VITA

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

**Segreteria Tecnica:**

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

**Segreteria Organizzativa:**

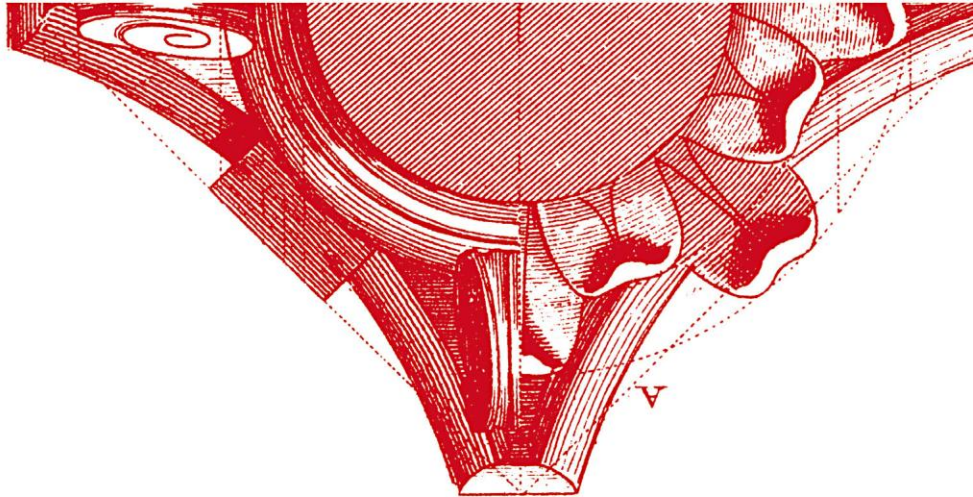
Assimpredil Ance

T 02.8812951

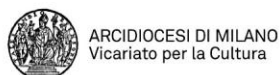
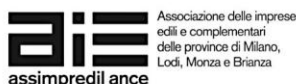
[info@milaneicantieridellarte.it](mailto:info@milaneicantieridellarte.it)



## Milano nei cantieri dell'arte



I promotori



Main sponsor



Sponsor



La seconda fase di tipo globale ha mirato a fornire alle capriate lignee un nuovo meccanismo statico, parallelo a quello originario, mediante l'uso di tre tiranti in acciaio inox, applicate a supporto della catena e dei puntoni.

La prima fune, semplicemente applicata in modo parallelo alla catena in legno della capriata, agisce in collaborazione con questa.

Le altre due funi, simmetriche rispetto alla mezzera della capriata, svolgono tre funzioni statiche:

1. in primo luogo legano tra loro il puntone inclinato e la catena lignea nel giunto in prossimità dell'appoggio alla muratura in mattoni a vista,
2. in secondo luogo legano tra loro i due puntoni ed il monaco nel giunto al colmo della capriata, stringendoli l'uno contro l'altro,
3. in terzo luogo (il più importante) forniscono un sostegno ai puntoni inflessi proprio nel punto intermedio al di sotto delle pesanti terzere del tetto, mediante l'introduzione di due nuovi pilastri verticali in legno, forzati dal basso verso l'alto.

I tre tiranti così realizzati sono costituiti ciascun da un anello chiuso, regolabile in lunghezza e tesabile con specifici tenditori.

Ciò consente di risolvere, senza elementi invasivi le connessioni con la struttura esistente, limitandosi a posizionare il cavo esternamente alla capriata sulle due fiancate ed appoggiandolo "a cavallo" di questa in soli quattro punti, con tavolette in legno di ripartizione dei carichi.

Ultimate le fasi di consolidamento strutturale, precedentemente descritte (interventi locali e globali), il progetto prevedeva la sistemazione definitiva della copertura mediante la sostituzione delle tegole lesionate con coppi anticati, previa rimozione e rifacimento dell'intera orditura secondaria lignea (travetti e listelli), lesionata in modo irrimediabile.

I nuovi coppi sono stati così posizionati sulle sottostanti lastre di onduline ecologica, fissate ai travetti, al fine migliorare la coibentazione del tetto.

Per evitare poi lo scivolamento dei coppi e di conseguenza la possibilità di infiltrazioni di acqua meteorica, tali elementi di copertura sono stati vincolati tra loro mediante specifici ganci di connessione in rame; per ultimo si è dato poi corso al rifacimento dei canali di gronda, dei pluviali e delle scossaline e converse in rame.

A completamento dell'intervento sulle strutture lignee si è proceduto ad uno specifico trattamento di tutti gli elementi lignei con impregnante antimuffa

Con il patrocinio di



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

**Segreteria Tecnica:**

Istituto per i Navigli

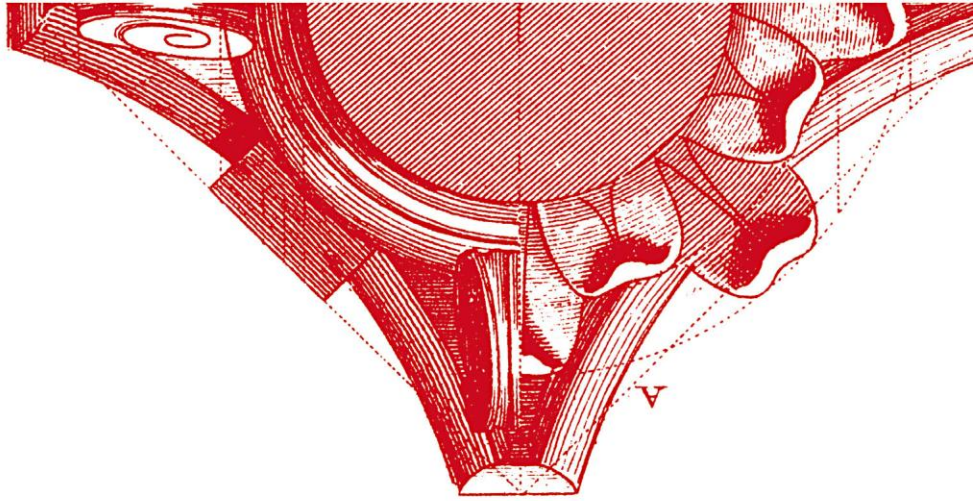
Associazione Amici dei Navigli

**Segreteria Organizzativa:**

Assimpredil Ance

T 02.8812951

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



I promotori



Main sponsor



traspirante, al fine di preservare nel tempo la qualità del legname, evitando il rischio di infezioni e infestazioni invasive (funghi, insetti xilofagi, ecc.) e la formazione di marcescenze o altri fenomeni aggressivi.

Le pareti perimetrali in muratura del sottotetto sono state restaurate mediante intervento “cuci-scuci” con ripristino omogeneo dell’originario manufatto lesionato mediante mattoni pieni e sigillatura dei giunti in malta. Tale intervento è stato eseguito a piccoli tratti successivi con demolizione in breccia, taglio delle vecchie murature ed ammorsamento tra i nuovi ed i vecchi corsi di mattoni.

I serramenti, ubicati lungo le pareti verticali nel sottotetto sono stati revisionati ed i vetri rotti sostituiti, mentre le aperture di aerazione ivi presenti sono state conservate con l’installazione di apposita rete di protezione anti-piccioni.

L’intervento oltre ad aver risolto i problemi statici, che lo avevano reso necessario, è risultato anche sufficiente gradevole e decisamente economico e veloce.

Infatti, a lavori ultimati, a parità di durata (140 gg.), tale intervento di tipo conservativo è costato €. 272.974,02.= (I.V.A. al 10% compresa) contro l’importo di €. 374.584,47.= (I.V.A. al 10% compresa), previsto per il precedente progetto di sostituzione radicale delle capriate.

*Testo a cura di Ambrogio Carenzi*

**Prodotti/prodotti chimici utilizzati**

Fase di intervento	Sostanza chimica o prodotto	Nome commerciale	Produttore/Rivenditore	Scheda tecnica/ sicurezza allegata
Consolidamento capriate	Rondelloni in acciaio inox	Elementi realizzati ad hoc	Nuova G.F. Inox	No

Con il patrocinio di



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

**Segreteria Tecnica:**

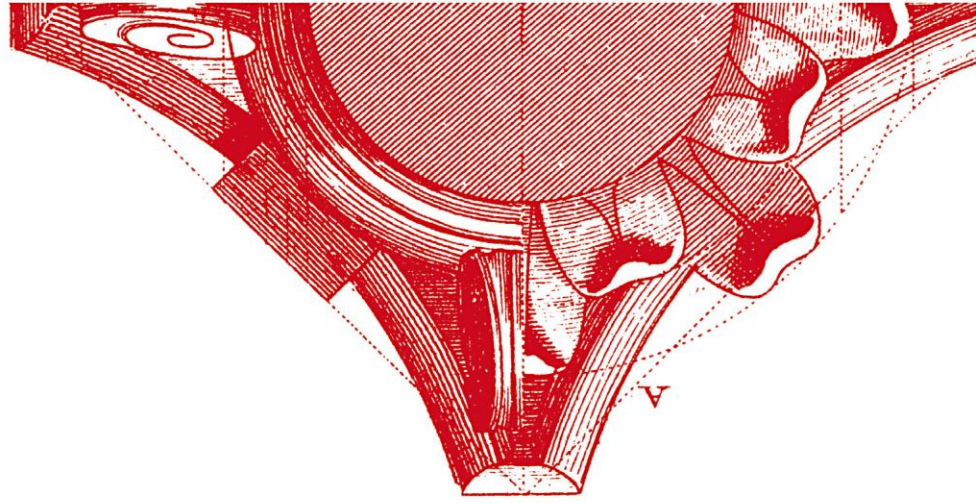
Istituto per i Navigli  
Associazione Amici dei Navigli

**Segreteria Organizzativa:**

Assimpredil Ance  
T 02.8812951  
[info@milanoneicantieridellarte.it](mailto:info@milanoneicantieridellarte.it)



# Milano nei cantieri dell'arte



I promotori



Associazione delle imprese  
edili e complementari  
delle province di Milano,  
Lodi, Monza e Brianza



CAMERA DI  
COMMERCIO  
MILANO



MINISTERO  
PER I BENI E  
LE ATTIVITÀ  
CULTURALI



ARCIDIOCESI DI MILANO  
Vicariato per la Cultura

Main sponsor



Sponsor



CQOP SOA  
Consorzio Nazionale per la Qualità e la Sicurezza

Protezione elementi lignei	Antitarlo	Xilamon	Revol Italiana	Si
Protezione elementi lignei	Impregnante ecologico	Linfa	Solas Vernici Naturali	Si
Consolidamento murature	Malta di calce idraulica	Siligras	Gras Calce	Si
Coperture	Tegole a canale	Classico	San marco Laterizi	Si
Illuminazione	Corpi illuminanti	Vari	Elettrica di Scorrano	Si
Rinforzo nodi lignei	Barra in vetroresina	Maperod g	MAPEI	Si
Rinforzo nodi lignei	Resina epossidica	Mapewood paste 140	MAPEI	Si

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)