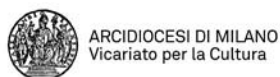


I promotori



Main sponsor



Restauro conservativo dell'Arco di Porta Romana 2008-2009

Relazione tecnica

Materiali e fenomeni di degrado

Il materiale maggiormente diffuso è il ceppo lombardo, nelle sue tre varietà: gentile, mezzano e rustico. Il suo stato di conservazione deriva proprio dalle caratteristiche disomogenee del materiale, particolarmente soggetto all'erosione da dilavamento, alla disgregazione e polverizzazione, soprattutto per la varietà gentile. Sempre quest'ultima presenta fenomeni di esfoliazione per le modanature particolarmente esposte alla pioggia battente ed ai venti. Tali fenomeni sono la causa della perdita di geometria delle modanature, delle lavorazioni superficiali e probabilmente delle mancanze e dilavamento delle pellicole pittoriche, attualmente leggibili come tracce sul fronte dell'Arco, fino all'altezza del fregio.

Nelle zone maggiormente protette o sottoquadro riscontriamo il fenomeno del deposito che da semplice deposito superficiale (causato da particolato atmosferico) si trasforma in deposito più compatto e spesso, fino a trasformarsi in crosta, con la presenza di gesso di neoformazione e di sali (presenti soprattutto nell'imbotte e sul retro del monumento). Il fenomeno è dovuto principalmente alle condizioni ambientali e all'elevato livello di inquinamento, causato principalmente dal traffico automobilistico; mentre, per quanto riguarda i sali è ipotizzabile anche un fenomeno di umidità, dovuta probabilmente ad una perdita nel sistema di smaltimento delle acque meteoriche o come infiltrazioni dall'alto.

Nelle zone direttamente adiacenti agli imbocchi dei pluviali, come i sottogronda, si riscontra in modo consistente la presenza di patina biologica e di vegetazione. La causa è la perdita di funzionalità dei pluviali per il cedimento del bocchettone di raccolta che espone direttamente il materiale lapideo all'acqua. La presenza puntuale di patina biologica è localizzata anche in alcuni incavi che per ubicazione e morfologia tendono a trattenere umidità.

Con il patrocinio di



www.milanoneicantieridellarte.it

Segreteria Tecnica:

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

Segreteria Organizzativa:

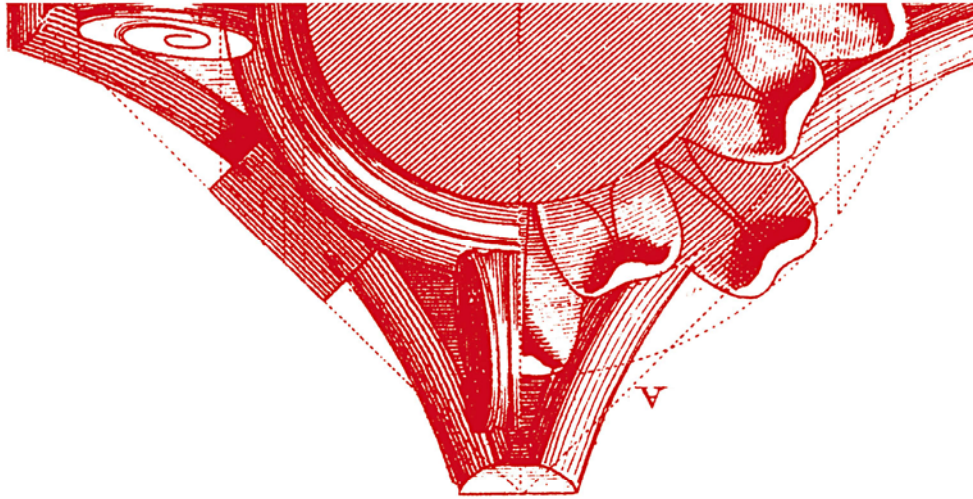
Assimpredil Ance

T 02.8812951

info@milanoneicantieridellarte.it



Milano nei cantieri dell'arte



I promotori



Main sponsor



Sponsor



Le lapidi in marmo di Candoglia, presenti sul retro e sul fronte dell'Arco presentano situazioni molto differenti, dal punto di vista dello stato di conservazione. Infatti, sulla lastra verso ovest si riscontra un deposito abbastanza superficiale nella parte alta e negli incavi delle incisioni, dove sono ancora presenti tracce di pellicola pittorica; mentre sull'iscrizione celebrativa verso est la superficie è disgregata e pulverulenta al tatto, con fenomeni di esfoliazione in zone circoscritte.

All'interno delle incisioni, prive di depositi superficiali, le tracce di pellicola pittorica sono limitate a qualche angolo di lettera. Alcune lastre sono interessate anche da un distacco parziale dal supporto, evidenziato dalla mancanza di complanarità. Proprio per questo fenomeno sono presenti degli elementi in ferro collocati negli angoli delle lastre, per il loro ulteriore fissaggio.

Le lastre in granito rosa sono in ottimo stato, ad eccezione della pellicola pittorica all'interno delle incisioni che presenta alcune mancanze.

Il tratto di muratura, aderente sul fianco sud, si presenta verso est con una forma a scarpa e cordolo in ceppo, leggermente rastremante sul lato sud ed una copertina sommitale.

I tre lati presentano una tessitura a filari regolari, anche se è leggibile il punto di ricucitura tra due tessiture murarie che si differenziano non tanto per i mattoni quanto per gli spessori della malta di allettamento. Il paramento murario presenta una stilatura dei giunti regolare ed omogenea, probabilmente oggetto dell'intervento di restauro già eseguito. Puntualmente si riscontrano fenomeni di erosione ed esfoliazione dei mattoni.

Il monumento presenta differenti malte di stuccatura, che si caratterizzano per cromia e aggregati. In pochi punti la malta assolve anche una funzione di rimodellazione della geometria (sul retro), quale integrazione di parti mancanti di modanature del cornicione e di rivestimento di piccole porzioni tra i conci dell'imbotte, al disotto dei quali è visibile un riempimento con pezzi di mattoni. Sempre verso il retro dell'Arco sono presenti mancanze, distacchi e presenza di sali.

Per quanto riguarda il rivestimento ad intonaco, costituito da ampi rappezzi di malta bastarda, a base di calce, si sono distinti sei differenti impasti, caratterizzati da aggregati e colore variabile tra il sabbia ed il grigio più o meno scuro. Gli intonaci non si presentano come strati di finitura ma sono paragonabili ad un corpo dell'intonaco di tipo rustico, non liscio e poroso.

Con il patrocinio di



www.milaneicantieridellarte.it

Segreteria Tecnica:

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

Segreteria Organizzativa:

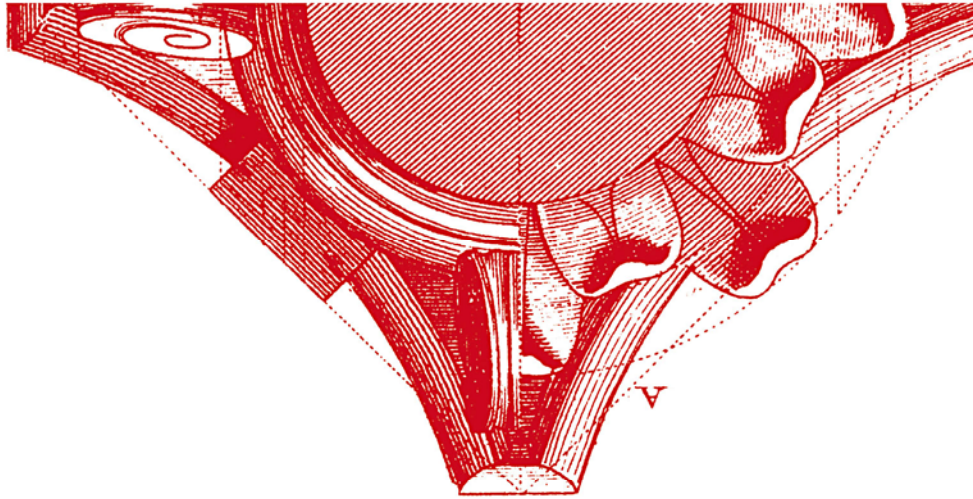
Assimpredil Ance

T 02.8812951

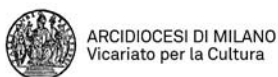
info@milaneicantieridellarte.it



Milano nei cantieri dell'arte



I promotori



Main sponsor



Sponsor



Sono presenti fenomeni diffusi di erosione, disgregazione, mancanze, distacchi tra strati, distacchi e rigonfiamenti rispetto al supporto murario. Sempre in corrispondenza delle aree d'innesto dei pluviali sono presenti patine biologiche e macchie di umidità; mentre nelle zone più protette si riscontrano depositi. Un fenomeno di microcavillatura interessa in modo generalizzato questo materiale.

I canali di gronda in calcestruzzo e soprattutto la copertura in manto bituminoso presentano una tinteggiatura finale color grigio e sono interessati da fessurazioni, mancanze, distacchi e presenza di vegetazione infestante, venutasi a creare proprio nelle soluzioni di continuità.

Sopra le cimase dei cornicioni dei portali modanati (sul fronte e sul retro) sono collocate delle copertine in piombo che presentano in modo puntuale ma diffuso fenomeni di distacco, rigonfiamento compresente a fessurazioni profonde. Al di sotto degli elementi si trova una patina biologica causata da umidità di infiltrazione. Un altro punto critico dell'elemento è il collegamento con il ceppo, soprattutto verso il fronte dell'Arco dove il materiale lapideo eroso crea un punto di passaggio all'umidità da infiltrazione.

I due battenti che costituiscono il portone in legno, sono fissati mediante ferramenta in ferro all'imbotte. Il materiale ligneo presenta fenomeni di degrado quali l'alterazione cromatica, in parte a causa della perdita di mordente o protettivo non pellicolante, il deposito superficiale; in aree circoscritte è rilevabile carie o marciume e, in modo diffuso, una degradazione differenziale che interessa la parte tenera del legno rispetto a quella più dura, creando un fenomeno che segue la struttura del legno incidendo secondo l'andamento delle fibre. Puntualmente ci sono mancanze che però non interessano l'intera sezione dell'elemento.

Non è stato possibile ispezionare i lati dei battenti verso l'imbotte in quanto risultano bloccate.

Tutti gli elementi metallici sono interessati da fenomeni di ossidazione e corrosione, a seconda della loro composizione. In particolare le catene, i ganci, i capichave, le grappe, i chiodi, presentano una corrosione superficiale.

Sulla superficie del materiale sono leggibili anche gli effetti dei trattamenti eseguiti nel corso del restauro della fine degli anni Ottanta: in particolare una maggior compattezza del materiale sul ceppo, dove le superfici non sono particolarmente erose.

Con il patrocinio di



www.milaneicantieridellarte.it

Segreteria Tecnica:

Istituto per i Navigli

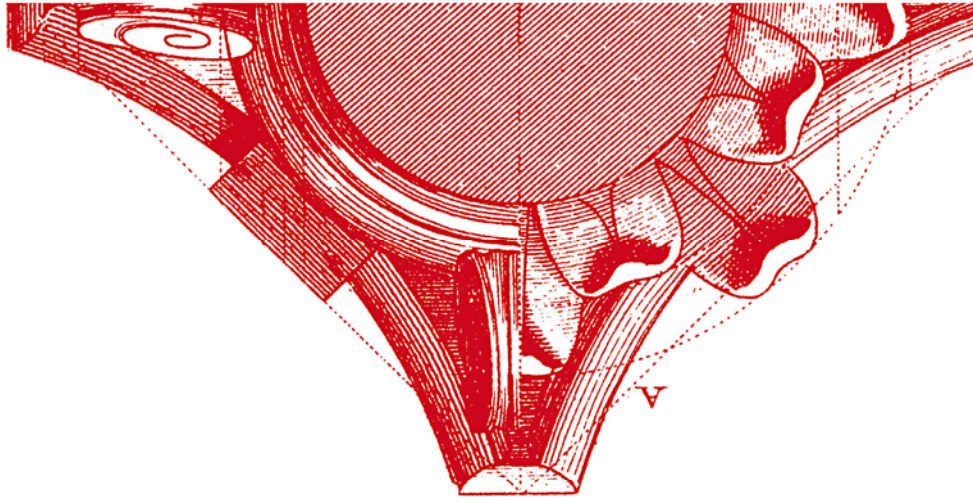
Associazione Amici dei Navigli

Segreteria Organizzativa:

Assimpredil Ance

T 02.8812951

info@milaneicantieridellarte.it



I promotori



Main sponsor



Sponsor



Sono presenti alterazione cromatica e colature sia sul ceppo che su alcuni intonaci di cui non si comprende la causa e che saranno oggetto di ulteriori indagini.

Intervento

L'intervento si è articolato secondo le tradizionali categorie d'intervento: operazioni preliminari, puliture, stuccature e sigillature, consolidamento dei materiali, opere di protezione, opere complementari. All'interno di queste categorie i singoli interventi sono stati relazionati ai differenti materiali presenti nel monumento: materiali lapidei naturali ed artificiali, materiali metallici e lignei, nonché alle relative patologie di degrado. Tutti gli interventi di restauro sono stati eseguiti da strutture operative con Sistema di Qualità certificato, dotato di SOA per la categoria di lavorazione OG2 e OS2.

Operazioni preliminari

Preconsolidamento delle superfici in ceppo, in marmo ed intonacate particolarmente degradate con applicazione di prodotto consolidante (esteri dell'acido silicico) della Rhodorsil - Rhone Poulenc RC70 non diluito, applicato a spruzzo, con uso di velature in carta giapponese, al fine di consentire le successive operazioni di pulitura.

Intervento sulla vegetazione

Pulitura puntuale ed asportazione di muschi, patine biologiche, ecc. con un trattamento a spruzzo di Preventol R80 (concentrato liquido di sali di ammonio quaternari) della CTS S.r.l., diluito in percentuale del 1-2.5%.

Puliture materiali lapidei

L'intervento di pulitura è stato eseguito a partire da una prima generale pulitura a secco effettuata mediante l'asportazione dei depositi superficiali incoerenti (polveri, terriccio, guano, ecc.) con aspiratori, spazzole, pennellesse.

Successivamente si è proceduto con un lavaggio con acqua nebulizzata, erogata a bassissima pressione, da appositi ugelli nebulizzatori posti a circa 30/40 cm dalla superficie, per un tempo medio di circa 30 minuti a ciclo, a seconda della natura chimica e dello spessore delle incrostazioni da

Con il patrocinio di



www.milanoneicantieridellarte.it

Segreteria Tecnica:

Istituto per i Navigli

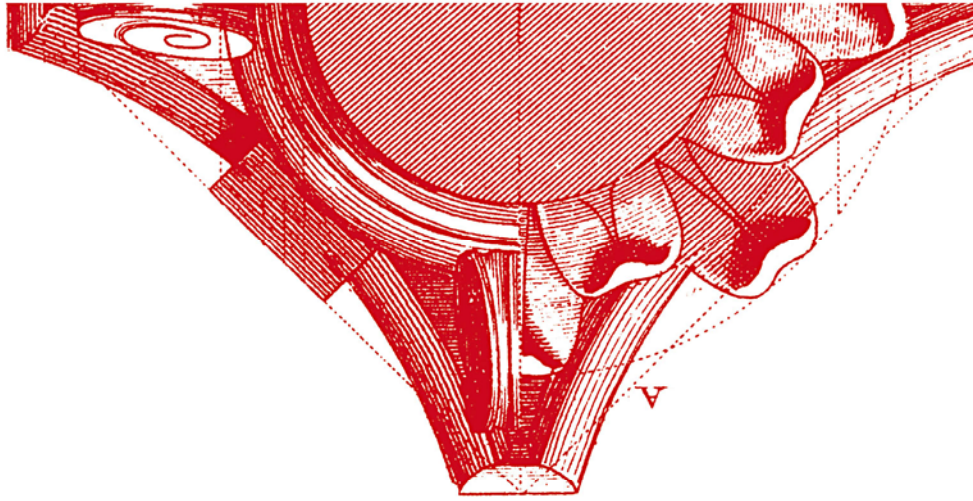
Associazione Amici dei Navigli

Segreteria Organizzativa:

Assimpredil Ance

T 02.8812951

info@milanoneicantieridellarte.it



I promotori



Main sponsor



Sponsor



rimuovere. Il lavaggio è stato integrato con una spazzolatura con spazzole morbide.

Le superfici sono state pulite ulteriormente mediante microaerabrasivatura ad umido delle superfici lapidee con utilizzo di getto pulitore graduabile e selettivo che sfrutta un vortice d'aria elicoidale a bassissima pressione, utilizzando carbonato di calcio Mikhart 130 della Provençale, pressione di esercizio: 0,5 bar alla macchina e distanza dell'ugello dal manufatto: 30/40 cm.

Nei casi di estrazione di sali solubili e asportazione o abbassamento delle macchie di ossidi di rame, ferro e di depositi particolarmente resistenti e non rimossi dalla pulitura ad acqua, si è proceduto ad impacchi a base di soluzioni o sospensioni acquose ad azione solvente e/o complessante, applicate con polpa di cellulosa a fibra media di 200 micron (Arbocell 200). L'intervento è stato eseguito con il seguente ciclo: preparazione della superficie mediante la rimozione di eventuali strati costituiti da cere o sostanze grasse, stesura dell'impasto per mezzo di spatole o pennelli e copertura con teli di polietilene ben aderenti alle superfici e sigillati ai bordi, rimozione e lavaggio terminale.

Nei casi di estrazione di sali solubili è stata utilizzata una soluzione di acqua demineralizzata, misurando la conducibilità elettrica dell'acqua raccolta prima e dopo il trattamento, ripetendo l'operazione fino al raggiungimento di un valore ritenuto accettabile, misurata con conduttimetro portatile TDS.

Per quanto riguarda il Marmo di Candoglia sul fronte dell'Arco si è passati da un valore di 684 μ s a un valore di 329 μ s fino all'ultimo ciclo di impacchi dove si è raggiunto un valore di 165 μ s, ritenuto accettabile. Invece per quanto riguarda l'incisione sul retro dell'Arco si è passati da un valore di 686 μ s a un valore di 141 μ s, valore raggiunto con soli due cicli di impacchi.

Per quanto riguarda il marmo di Candoglia l'intervento di estrazione dei sali ha previsto due applicazioni della durata di circa una settimana.

Per l'asportazione di croste nere, soprattutto presenti sulle parti orizzontali delle modanature, si è eseguito un impacco di carbonato di ammonio, in soluzione satura, con un tempo di contatto di circa 30 minuti. Invece per quanto riguarda gli ossidi di rame presenti sul ceppo si è proceduto con una soluzione semisatura di EDTA e un tempo di applicazione di circa 2 ore.

Con il patrocinio di



www.milaneicantieridellarte.it

Segreteria Tecnica:

Istituto per i Navigli

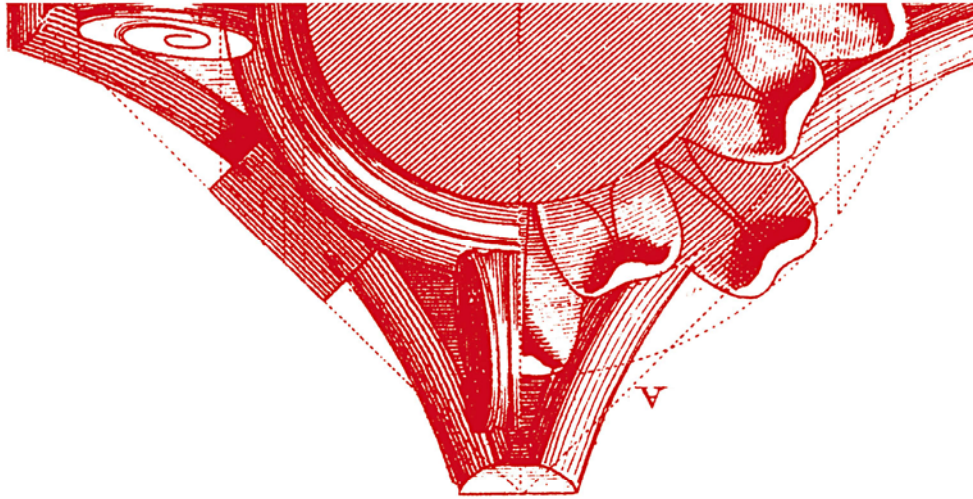
Associazione Amici dei Navigli

Segreteria Organizzativa:

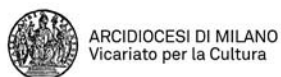
Assimpredil Ance

T 02.8812951

info@milaneicantieridellarte.it



I promotori



Main sponsor



Sponsor



Stucature e sigillature materiali lapidei

Le operazioni di stuccatura si sono prefisse lo scopo di andare a colmare le soluzioni di continuità presenti sulle superfici dei materiali lapidei in modo da ridurre la possibilità di infiltrazioni di acqua o delle soluzioni aggressive da essa veicolate, nonché evitare l'accumulo negli interstizi di polveri e di particellato atmosferico.

La stuccatura delle fessurazioni è stata preceduta dalla verifica delle stucature esistenti e dalla rimozione o abbassamento di quelle non idonee, per composizione o stato di conservazione, mediante l'utilizzo di microscalpelli, vibroincisori, bisturi, ecc..

Ai fini di una riconoscibilità dell'intervento si è utilizzato un unico formulato per la malta di sigillatura sul ceppo, costituito da:

Calce idraulica naturale Moretta di Fiume della Calceforte S.r.l.	1,5 parti
Sabbia Ticino vagliata	2 parti
Polvere di marmo nera della Ferrari Granulati Marmi s.a.s.	1 parte
Polvere di marmo gialla della Ferrari Granulati Marmi s.a.s.	0,5 parti
Polvere di marmo rossa della Ferrari Granulati Marmi s.a.s.	0,25 parti

In funzione di esigenze cromatiche puntuali è stata inserita della terra d'ombra naturale predispersa in quantità variabile per meglio avvicinare la tinta alle zone limitrofe.

Malte con colazioni differenti sono state invece impiegate per le sigillature delle lastre in marmo di Candoglia in modo da accordare cromaticamente il nuovo materiale rispetto agli elementi circostanti:

Formulato colore neutro

Calce idraulica naturale Moretta di Fiume della Calceforte S.r.l.	1 parte
Polvere di marmo gialla della Ferrari Granulati Marmi s.a.s.	1 parte
Polvere di marmo nera della Ferrari Granulati Marmi s.a.s.	1 parte

Formulato colore rosato

Calce idraulica naturale Moretta di Fiume della Calceforte S.r.l.	1 parte
Polvere di marmo gialla della Ferrari Granulati Marmi s.a.s.	1 parte
Polvere di marmo rossa della Ferrari Granulati Marmi s.a.s.	1 parte

Con il patrocinio di



www.milaneicantieridellarte.it

Segreteria Tecnica:

Istituto per i Navigli

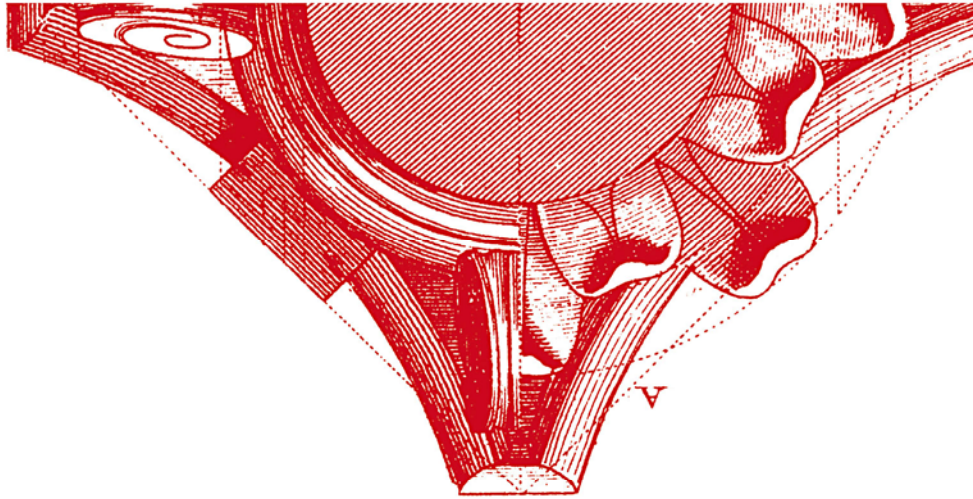
Associazione Amici dei Navigli

Segreteria Organizzativa:

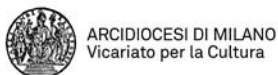
Assimpredil Ance

T 02.8812951

info@milaneicantieridellarte.it



I promotori



Main sponsor



Sponsor



Per la risarcitura e stilatura delle malte di allettamento mancanti, erose e/o precedentemente rimosse perché gravemente decoesionate o realizzate con materiali non idonei sulle murature in laterizio, si è utilizzato un impasto a base di calce idraulica naturale tipo “Moretta di fiume” della Calceforte, sabbia vagliata del Ticino, polveri di marmo (nero, rosso, giallo), seguendo i medesimi criteri utilizzati nell'intervento sulle Mura Spagnole.

Consolidamento materiali lapidei

I trattamenti di consolidamento corticale dei materiali lapidei naturali (ceppo, marmo di Candoglia) sono stati effettuati con lo scopo di ridare coesione ai materiali resi friabili o porosi dagli agenti del degrado, mediante l'impregnazione del materiale con un prodotto che, penetrando in profondità, migliora la coesione del materiale alterato e l'adesione fra questo ed il substrato sano.

Dai risultati finali delle misurazioni di assorbimento dell'acqua sul Ceppo (per capillarità con il metodo della spugnetta) e colorimetriche (caratterizzazione cromatica) sia sul Ceppo che sul marmo di Candoglia, si è proceduto con l'applicazione del prodotto consolidante della Rhodorsil - Rhone Poulenc RC70 (esteri dell'acido silicico), non ulteriormente diluito, applicato a spruzzo sul ceppo ed a pennello sul marmo di Candoglia, fino ad imbibizione.

Un intervento particolare di consolidamento ha interessato le lastre in marmo di Candoglia poste sul fronte dell'Arco: a partire da una verifica della stabilità degli elementi che compongono le epigrafi e verifica della funzionalità degli elementi di fissaggio esistenti. Ricordiamo che dai saggi di ispezione effettuati nella fase di diagnostica si è riscontrata una distanza tra lastre e muratura retrostante, in parte vuota, di circa 7 cm, con uno spessore della lastra di circa 6-7 cm.

L'intervento si pone come “consolidamento passivo”; infatti è stato eseguito mediante l'inserimento di nuovi puntuali fissaggi posti agli angoli delle lastre più sporgenti rispetto al piano verticale, per prevenire eventuali ulteriori fuori piombo delle lastre particolarmente soggette ai carichi di punta eccentrici. I nuovi elementi di fissaggio sono stati realizzati in acciaio inossidabile, con forma della testa a “Y” simile a quelli già pre-esistenti, collegati alla struttura muraria sottostante con barre della lunghezza di 33 cm e diametro di 1 cm,

Con il patrocinio di



www.milanoineicantieridellarte.it

Segreteria Tecnica:

Istituto per i Navigli

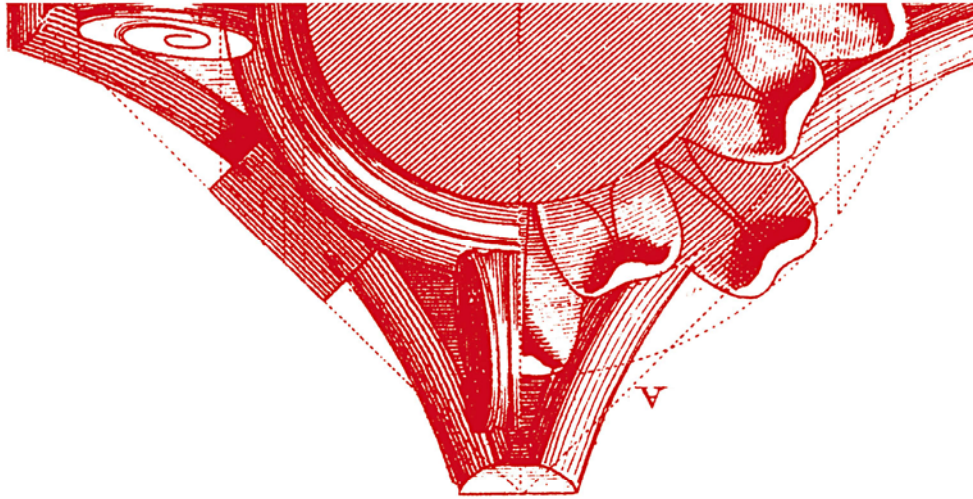
Associazione Amici dei Navigli

Segreteria Organizzativa:

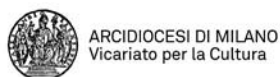
Assimpredil Ance

T 02.8812951

info@milanoineicantieridellarte.it



I promotori



Main sponsor



con finitura della testa in resina e polveri di marmo per mimetizzare il nuovo rispetto al materiale lapideo.

Opere di protezione

La protezione delle superfici dagli attacchi fisico-chimici degli agenti atmosferici e dalle sostanze aggressive che essi veicolano, oltre che dalle azioni di organismi animali e vegetali si è resa necessaria per le caratteristiche dei materiali (in particolare del ceppo) ma soprattutto per le condizioni di esposizione agli inquinanti dovuti al traffico veicolare di Piazza Medaglie D'Oro, particolarmente intenso.

L'intervento ha previsto l'applicazione del protettivo RC80 della Rhodia Chemie (miscela di silicato di etile e di poli-metil-silossano) che dai risultati finali delle misurazioni di verifica dei prodotti, risponde in modo migliore ai requisiti di efficacia, compatibilità, non nocività e non alterabilità della superficie. Il trattamento protettivo è stato applicato a spruzzo, a più riprese, fino ad imbibizione.

Per quanto riguarda la protezione delle parti sommitali dell'Arco, costituite da una copertura superiore, da una seconda copertura posta sul retro e da una copertina corrispondente al fregio, si è proceduto alla rimozione delle copertine in piombo, ove esistenti, e delle parti degradate sia in calcestruzzo che in materiale bituminoso.

La stratigrafia delle nuove coperture è la seguente:

- creazione del nuovo piano di posa con maltina di livellamento a base di calce idraulica naturale e sabbia vagliata
- tessuto non tessuto con fibra
- manto di copertura in piombo con nervature a protezione dei giunti, canale e gocciolatoio in zinco-titanio (Rheinzzink).

A differenza delle coperture di dimensioni maggiori, il manto della copertina in corrispondenza del fregio è stato realizzato in piombo con doppia aggraffatura, utilizzando lastre in zinco-titanio per la banda del sole e il gocciolatoio.

La funzionalità dei pluviali incassati è stata verificata mediante videoispezione mentre i pluviali esterni sono stati sostituiti con nuovi

Con il patrocinio di



www.milaneicantieridellarte.it

Segreteria Tecnica:

Istituto per i Navigli

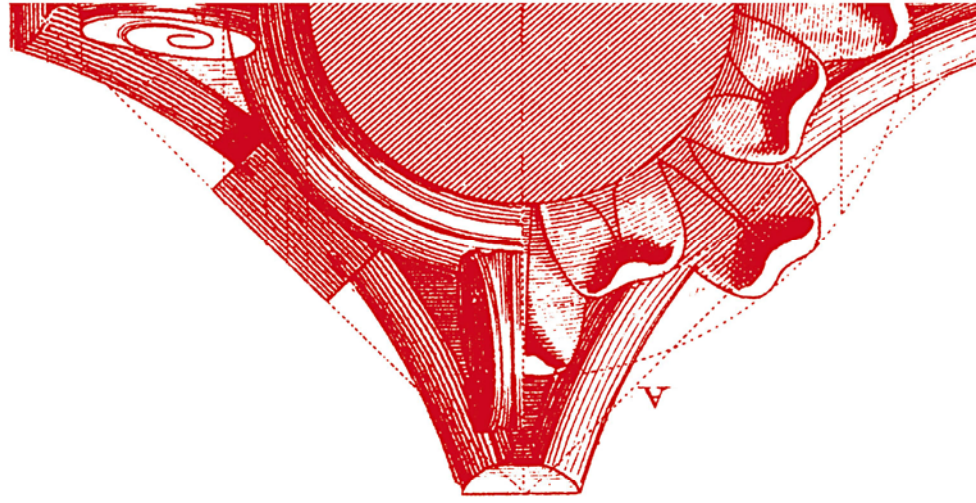
Associazione Amici dei Navigli

Segreteria Organizzativa:

Assimpredil Ance

T 02.8812951

info@milaneicantieridellarte.it



I promotori



Main sponsor



elementi sempre in zinco-titanio, prestando particolare attenzione agli imbocchi dei pluviali, punto critico rilevato durante la fase di progetto.

Intervento intonaci

Per quanto riguarda gli intonaci, a seguito della pulitura, precedentemente descritta, l'intervento si è articolato nelle operazioni di:

- consolidamento corticale con il medesimo prodotto utilizzato per i materiali lapidei;
- l'integrazione delle parti di intonaco mancanti o rimosse per il grave stato di decoesione riscontrato con una malta eseguita con 1 parte di calce idraulica naturale "Moretta di fiume" della Calceforte, 3 parti di sabbia vagliata del Ticino;
- successivo strato di "colletta lavata", stesa sull'intera superficie ad intonaco, con il seguente formulato:

Calce idraulica naturale Moretta di Fiume della Calceforte S.r.l.	2 parti
Sabbia vagliata del Ticino	2,5 parti
Polvere di marmo gialla della Ferrari Granulati Marmi s.a.s.	0,25 parti
Polvere di marmo nera della Ferrari Granulati Marmi s.a.s.	1,25 parti

In funzione di esigenze cromatiche puntuali è stata inserita della terra d'ombra naturale predisposta in quantità variabile per meglio avvicinare la tinta alle zone limitrofe.

- applicazione di tinta a "velatura" per raccordare cromaticamente le superfici intonacate;
- protezione finale mediante applicazione del medesimo prodotto impiegato sul materiale lapideo naturale.

Restauro portone in legno

Ricordiamo che il portone è costruito con la tecnica tradizionale della doppia pannellatura, costituito internamente da assi verticali ed esternamente da fasce orizzontali in legno di larice. Il manufatto si presentava in cattive condizioni di conservazione, soprattutto nella parte inferiore, consumata nello strato superficiale, fino a qualche millimetro di materiale, anche se la struttura interna era solida, mantenendo il funzionamento e con la ferramenta quasi tutta originale. A causa dei cali naturali del legno vi erano fessurazioni in corrispondenza delle giunzioni del tavolato interno e lacune

Con il patrocinio di



www.milaneicantieridellarte.it

Segreteria Tecnica:

Istituto per i Navigli

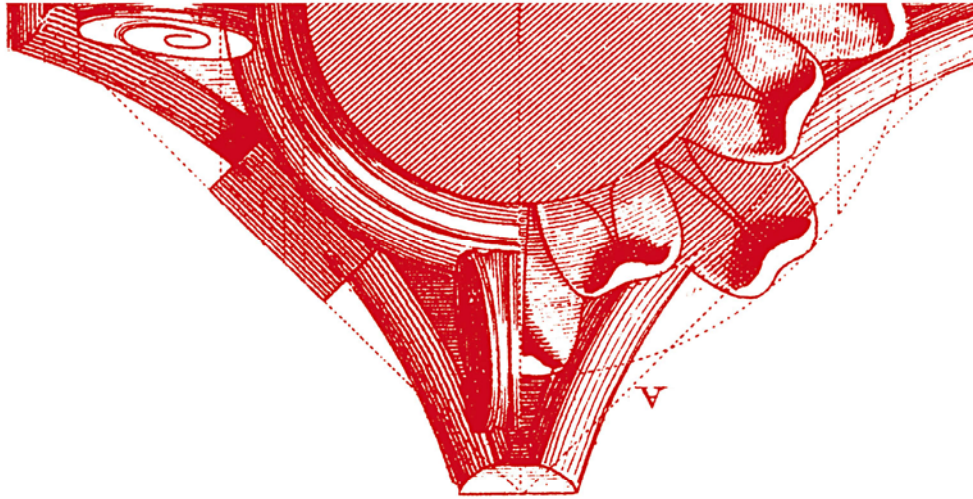
Associazione Amici dei Navigli

Segreteria Organizzativa:

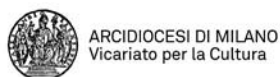
Assimpredil Ance

T 02.8812951

info@milaneicantieridellarte.it



I promotori



Main sponsor



nelle giunzioni esterne, consentendo l'assorbimento di acqua e di umidità e il proliferare di attacchi biologici.

L'intervento di conservazione si è articolato nelle seguenti fasi:

- rimozione dei depositi superficiali mediante pennelli, aspiratori e soffiatori con aria compressa;
- pulitura per la rimozione dei depositi più tenaci e coerenti mediante l'uso di sverniciatore a base di cloruro di metilene (Sverniciatore denso della Phase);
- integrazione delle parti lignee mancanti o delle fessurazioni o giunzioni con listelli di legno a misura, della medesima essenza (larice) dell'esistente e fissaggio delle parti sconnesse mediante acetato di polivinile disperso in acqua al 52% (Lariocoll D3M2522 della Ferchim) e/o fermature metalliche.
- trattamento disinfestante contro gli insetti silofagi con prodotti a base di permetrina al 4% in petrolio raffinato (Permetar in petrolio della Phase);
- ripristino della funzionalità e della geometria generale degli elementi;
- consolidamento del legno mediante resina bicomponente pigmentata con ossidi (Hardrock 427 della Phase) e stuccatura delle piccole lacune;
- trattamento finale mediante applicazione di prodotto fungicida, insetticida e antitermiti, solubile in acqua ragia minerale (Gori 22 della Djrur A/S) e verniciatura finale con tinta per legno a base di resina alchilica modificata, solubile in acqua ragia minerale (Gori 100 della Djrur A/S).

*Testo a cura di
Lorena Bauce e Rebecca Fant*

Con il patrocinio di



www.milanoneicantieridellarte.it

Segreteria Tecnica:

Istituto per i Navigli

Associazione Amici dei Navigli

Segreteria Organizzativa:

Assimpredil Ance

T 02.8812951

info@milanoneicantieridellarte.it