di Veronica Mulinello

Continuità operativa programmazione coordinata

Felsinae Thesaurus, come è definito San Petronio nella lapide della cappella a lui dedicata, è il nome del progetto di restauro e delle iniziative che celebreranno il 350° anniversario del completamento della basilica (1663-2013).

Nel 2013 si celebrerà il 350° anniversario del completamento dell'edificazione della **basilica di San Petronio a Bologna**, avvenuto nel 1663. In vista di questa ricorrenza la Fabbriceria ha elaborato un progetto per concludere con **un programma unitario i lavori di restauro** che in questi anni, con la collaborazione delle Soprintendenze per i beni architettonici e per i beni artistici, del Ministero per i beni e le attività culturali e con il sostegno delle principali istituzioni cittadine, hanno interessato già molte parti del monumentale edificio.

Il progetto è stato denominato **Felsinae Thesaurus**, com'è definito San Petronio nell'iscrizione scolpita sulla lapide posta nella parete esterna della cappella a lui dedicata sulla via dell'Archiginnasio: «Pone lapidem Felsinae thesaurus», per sottolineare il legame tra la città e la sua basilica. Felsinae Thesaurus si configura

IL CANTIERE

Progettazione e direzione lavori: Cavina Terra Architetti; arch. Barbara Vecchi

Progettazione e direzione lavori strutturali: prof. ing. Raffaele Poluzzi

Rilievi: Factum Arte; Foart srl

Indagini preliminari: Opificio delle pietre dure di Firenze; dott. geol. Gian Carlo Grillini; Arcadia Ricerche srl; Icvbc-Cnr; Soing strutture e ambiente srl

Piano diagnostico conservativo: Opificio delle pietre dure di Firenze

Coordinamento per la sicurezza e responsabile dei lavori: ing. Coalberto Testa

Opere di restauro: Opificio delle pietre dure di Firenze; Brognara Gastone srl; Camillo Tarozzi; Laboratorio degli Angeli srl; Leonardo srl

Allestimento ponteggio: Consorzio Ponteggi srl

Noleggio ponteggio: Gramigna srl

Fornitura ponteggio: Layher

IL PROGRAMMA

Fase 1: restauro della facciata, parte superiore: paramento in laterizio (1 luglio 2010 / agosto 2011).
Fase 2: restauro della facciata, parte inferiore: paramento lapideo e complesso scultoreo e decorativo (ottobre 2010/settembre 2013).
Fase 3: restauro delle cappelle di S. Vincenzo Ferrer (VI), S. Rocco (VIII), S. Michele (IX), S. Rosalia-S. Barbara (X), del prospetto esterno di via dell'Archiginnasio e della controfacciata (ottobre 2011 / febbraio 2013).
Fase 4: restauro coperto della navata centrale (gennaio 2012 / settembre 2012).
Fase 5: restauro delle cappelle di S. Girolamo (XVII), S. Lorenzo (XVIII), della Croce (XIX), S. Ambrogio (XX) e del prospetto esterno di via De' Pignattari (marzo 2012 / settembre 2012).
Fase 6: restauro del fronte absidale di piazza Galvani (luglio 2012 / settembre 2013).

come un vero e proprio **progetto per la città** e si collega a un programma di iniziative che comprende mostre, conferenze, visite guidate e presentazioni multimediali dello stato di avanzamento dei lavori.

IL PROGRAMMA

Il progetto Felsinae Thesaurus ha individuato un programma straordinario di restauri per la conservazione della basilica di San Petronio, mirati a quelle parti colpite dal degrado di materiali e strutture, diverse per localizzazione, estensione e caratteri artistici e architettonici, ma assimilate dalla comune esigenza di **arrestare in tempo utile e con le più appropriate metodologie il naturale deperimento del monumento**. Il valore storico artistico delle opere interessate, le caratteristiche del progetto e l'estensione dei lavori previsti hanno consigliato il loro inquadramento in un **piano unitario** per la programmazione degli aspetti metodologici, organizzativi e finanziari.
La realizzazione dei restauri secondo una continuità operativa e una programmazione coordinata renderebbe possibile il loro completamento entro il 2013.

PRIMA FASE

Il restauro della facciata, nella parte superiore caratterizzata dal paramento in laterizio, è stato eseguito tra luglio 2010 e agosto 2011 ed ha contemplato la realizzazione del ponteggio e, a seguire, le indagini diagnostiche e i rilievi relativi alla parte superiore della facciata, volti alla conoscenza dello stato di conservazione e delle **caratteristiche morfologiche, materiche e strutturali** del paramento laterizio, dei coperti del timpano e dei contrafforti laterali, della croce in ferro e del finestrone. In particolare si sono svolte attività diagnostiche preliminari quali rilievi metrici e strumentali della facciata e della controfacciata; indagini non invasive con metodologia georadar; indagini non distruttive con tecnica video endoscopica; analisi mineralogico-petrografiche e granulometriche delle malte di allettamento, degli intonaci, dei laterizi e delle morfologie di degrado presenti nei paramenti murari esterni di facciata e analisi dello stato di degrado e conservativo dei laterizi della facciata.
Gli interventi conservativi delineati a seguito delle indagini preliminari e dei campioni eseguiti sono consistiti nella realizzazione di consolidamenti localizzati e del restauro e pulitura delle superfici in particolare il consolidamento delle murature ammalorate del pilastro di sommità sinistro, di murature lesionate ed elementi di sporto dei contrafforti. Il restauro è consistito nella cucitura delle discontinuità murarie, nel rinforzo strutturale delle tamponature degli occhi laterali e il ripristino della rete di protezione del finestrone. Anche il punto più alto della basilica è stato restaurato e consolidato, si tratta della croce in ferro e del suo basamento in arenaria e laterizio. È stata inoltre effettuata la verifica, il consolidamento e il ripristino dei laterizi ammalorati con successive stuccature del paramento stesso. Le superfici sono state poi trattate mediante pulitura e disinfestazione dagli attacchi biologici (alghe e licheni). In seguito è stato effettuato il restauro degli elementi in ferro, degli intonachini

SAN PETRONIO

Finestrone laterale.
Mazzanti Media

Navata centrale.
Mazzanti Media

Pilastro angolare.

MODULARITÀ DEL PONTEGGIO | RIPARTIZIONE DEI CARICHI LOCALIZZATI

L'allestimento del ponteggio sulla facciata della basilica di san Petronio a Bologna si è rivelato un intervento complesso e inusuale, che ha coinvolto tutto gli operatori, dalla progettazione alla realizzazione finale. Prima di affrontare la progettazione del ponteggio, si è effettuato **il rilievo della facciata** installando un laser scanner che, lavorando di notte, ha creato un modello tridimensionale della facciata con una precisione di 5 millimetri. Il rilievo, restituito vettorialmente con Autocad, ha mostrato un andamento assai variegato della facciata che non è un piano continuo, ma una serie di superfici variamente raccordate, non complanari né perfettamente verticali. Quasi subito è sorto un altro problema da risolvere: sotto il sagrato della basilica, infatti, si trovano due antiche gallerie, solo in parte accessibili e quindi la reale tenuta del sagrato doveva essere valutata con estrema cura. Per affrontare tutti questi problemi si è scelto di utilizzare il ponteggio **Multidirezionale Layher.** Le ragioni sono diverse: questo materiale ha una portata elevata, unita a una grande modularità che consente di progettare strutture poco intrusive grazie anche alla disponibilità di molti accessori speciali. La struttura risultante è intrinsecamente rigida, ma ha nel contempo una piccola elasticità nei singoli nodi, unita a un modulo di resistenza molto elevato. Questa caratteristica aiuta la struttura a reagire nel caso intervengano improvvisi carichi localizzati, che vengono automaticamente distribuiti tra i nodi vicini e una ripartizione dei carichi localizzati è essenziale quando si deve tener conto delle folate di vento in presenza di grandissimi teli scenografici, o di un improvviso, localizzato cedimento alla base. A questo proposito, la progettazione ha dovuto tener conto di diversi fattori: **la presenza delle gallerie che rende la portata del sagrato incerta; la necessità di realizzare i primi 24 metri in elevazione senza nessun ancoraggio alla parete di marmo, oggetto del restauro e di tenuta inconsistente.** Proseguendo in elevazione, la struttura doveva protendersi **a sbalzo per circa sei metri** e poi proseguire in altezza fino a 54 metri; qui gli ancoraggi erano possibili ma dovevano essere il meno invasivi possibile per non intralciare il restauro. Infine, l'intera struttura doveva essere rivestita con **un telo scenografico** della superficie di oltre 4mila metri quadri, e poiché la basilica svetta rispetto agli edifici circostanti gli sforzi provocati dal vento sarebbero stati assai rilevanti. All'altezza di 24 metri era prevista la realizzazione di un terrazzo **panoramico,** accessibile a turisti e visitatori e quindi occorrevano due scale comode e omologate per il pubblico, oltre a un ascensore, da utilizzare anche come montacarichi, il tutto doveva essere invisibile dall'esterno.

INTERVENTI AUSILIARI. Per affrontare e risolvere questi problemi, tenendo sempre la sicurezza come primo obiettivo, si è proceduto con una serie d'interventi innovativi. **Il sagrato è stato rivestito con uno strato di particolare poliuretano**, realizzato appositamente, che si comporta come la pasta di fissaggio di una dentiera: gli eventuali carichi puntiformi, pericolosi per le lastre di marmo sottostante, vengono così ripartiti su una «impronta» molto più larga, limitando il carico medio a un valore prudenzialmente accettabile. Al poliuretano è stata sovrapposta **una struttura di pannelli in legno e travi lamellari**, a più strati, su cui poggiano i montanti del ponteggio. Per i montanti più critici sono state previste particolari strutture ausiliarie «di soccorso» che interverrebbero per sorreggere il carico nel caso di un cedimento improvviso e localizzato del sagrato. La struttura è poi stata zavorrata **in maniera asimmetrica,** per imporre un momento di antiribaltamento durante la costruzione delle parti a sbalzo ed equilibrare ulteriormente i carichi sulle volte delle gallerie sottostanti. Raggiunta finalmente la facciata superiore, dopo aver superato uno sbalzo di 6 metri, gli **ancoraggi primari** sono stati realizzati utilizzando le buche pontaie lasciate nella facciata dai costruttori nel lontano 1600, realizzando ancoraggi per espansione. Ogni ancoraggio è stato testato, con una attrezzatura idraulica realizzata appositamente, per uno sforzo di 2.500 decanewton, e successivamente ricontrollato mensilmente, annotando i risultati di prova su di un apposito registro. Sono stati poi realizzati altri **ancoraggi «di soccorso»,** concordati con il responsabile strutturale della committenza prof. ing. **Poluzzi**, che ha seguito personalmente e quasi quotidianamente il montaggio della struttura.

IL TELO SCENOGRAFICO. Oltre 4mila metri quadri, con una **riproduzione fotografica della facciata** corretta prospetticamente e colorimetricamente, stampata su pvc microforato ad alta resistenza dovevano ricoprire il ponteggio. Se si considera che l'Amerigo Vespucci ha una superficie velica di 2600 metri quadri, ci si può fare un'idea degli sforzi indotti dal vento non solo sui bordi, ma su tutta la superficie; quindi dietro alle varie **sezioni del telo sono state saldate strisce di terzaroli in modo da ripartire gli sforzi di trazione** (molto forti, quando il vento è di bolina e corre parallelo alla facciata) portandoli sui singoli nodi del ponteggio retrostante, e da qui agli ancoraggi. Sono stati installati **anemometri digitali,** collegati all'impianto di allarme per segnalare progressivamente l'evolvere della situazione ed eventualmente ordinare, automaticamente, la successiva evacuazione dei visitatori e del personale presente sul ponteggio. **Una telecamera a infrarossi,** accessibile via internet, consentiva infine la sorveglianza continua del ponteggio.

IL PONTEGGIO visto dal suo interno e il retro del telo scenografico di oltre 4mila mq con una riproduzione fotografica della facciata.

LA STRUTTURA DEL PONTEGGIO è intrinsecamente rigida, ma ha nel contempo una piccola elasticità nei singoli nodi, unita a un modulo di resistenza molto elevato.

I PRIMI 24 METRI in elevazione sono stati realizzati senza nessun ancoraggio alla parete di marmo, oggetto del restauro e di tenuta inconsistente.

NELLA FACCIATA SUPERIORE, gli ancoraggi primari sono stati realizzati utilizzando le buche pontaie lasciate nella facciata dai costruttori nel 1600.

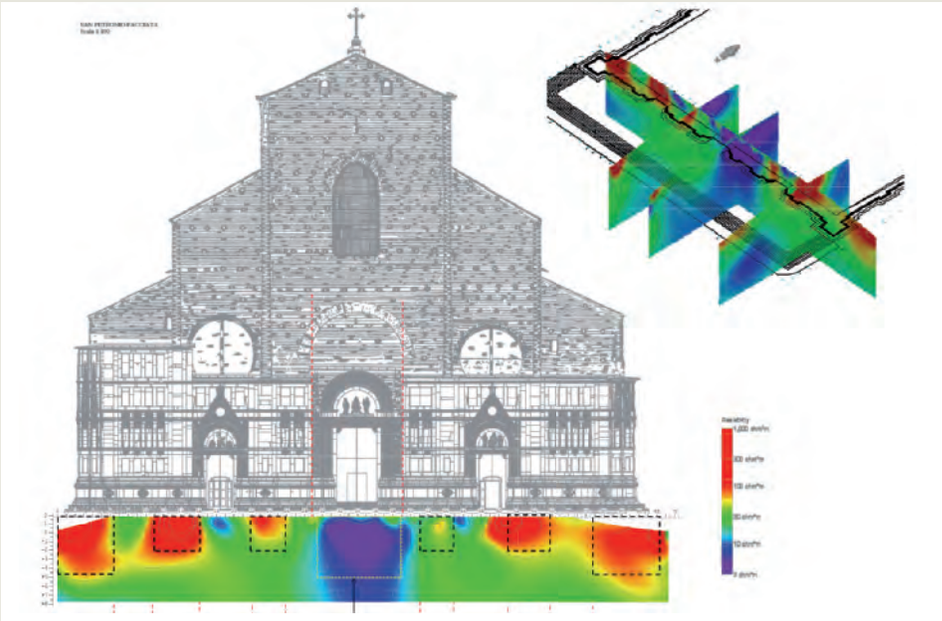
(cornicioni e controfacciata dei contrafforti), la posa di sistemi antivolatile e il trattamento del manto di copertura.

SECONDA FASE

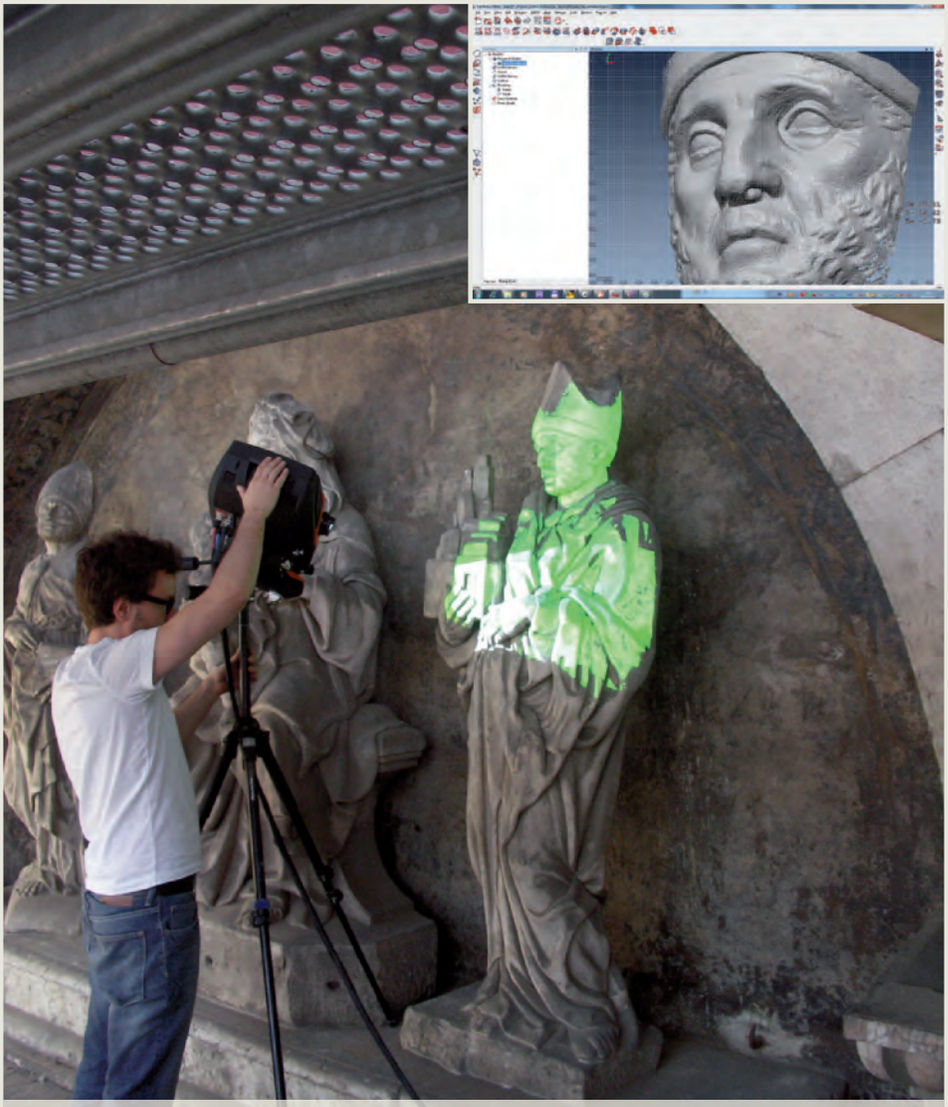
Il restauro della facciata nella parte inferiore caratterizzata dal paramento lapideo e sculture, ha avuto inizio nell'ottobre 2010, con la formulazione di un piano diagnostico e conoscitivo volto all'analisi dello stato di conservazione e delle caratteristiche morfologiche, materiche e strutturali del paramento lapideo e del sistema decorativo e scultoreo dei portali. Gli interventi conservativi, di consolidamento e pulitura dei materiali lapidei e delle sculture, delineati a seguito delle indagini preliminari e dei campioni esecutivi hanno avuto inizio nell'ottobre 2011. Qui si sono svolte le attività diagnostiche preliminari determinate alla caratterizzazione dei litotipi e delle malte attraverso lo studio mineralogico-petrografico dei materiali lapidei e lo studio mineralogico-petrografico e granulometrico delle malte. È stata analizzata la presenza di discontinuità, fessurazioni e soluzioni di continuità, la localizzazione di perni metallici e la caratterizzazione degli spessori delle lastre di rivestimento mediante **misure ultrasoniche «tomografie» piane** lungo sezioni orizzontali e verticali, si è svolto il **monitoraggio magnetometrico** mediante pacometro e un'**indagine geofisica** con metodo georadar. Lo studio dello stato di degrado e conservazione dei materiali lapidei è avvenuto mediante numerose analisi come osservazioni allo stereo microscopio, indagini stratigrafiche al microscopio ottico, spettrofotometria infrarossa in trasformata di Fourier (Ft-Ir); indagini al microscopio ottico elettronico a scansione (Sem-Eds); spettrometria ai raggi X in dispersione di energia; misure micro-drilling; analisi biologiche e microbiologiche; misure dell'assorbimento di acqua e misure colorimetriche. Sono inoltre stati realizzati rilievi fotogrammetrici, fotografici e 3D mediante scansione laser. La definizione delle metodologie d'intervento è avvenuta in seguito a prove di pulitura, consolidamento, stuccatura e protezione finale.

TERZA FASE

Il restauro del prospetto di via dell'Archiginnasio, di 4 cappelle e della controfacciata (attualmente in corso di realizzazione) intende affrontare all'interno dell'edificio, la controfacciata e le cappelle del lato sinistro della chiesa che ancora restano da restaurare: S. Vincenzo Ferrer (VI), S. Rocco (VIII), S. Michele (IX), S. Rosalia-S. Barbara (X) e, all'esterno, il corrispondente prospetto di via dell'Archiginnasio, estendendo il cantiere alle parti di facciata con-



ANALISI TOMOGRAFICA elettrica dell'area di fondazione della facciata.

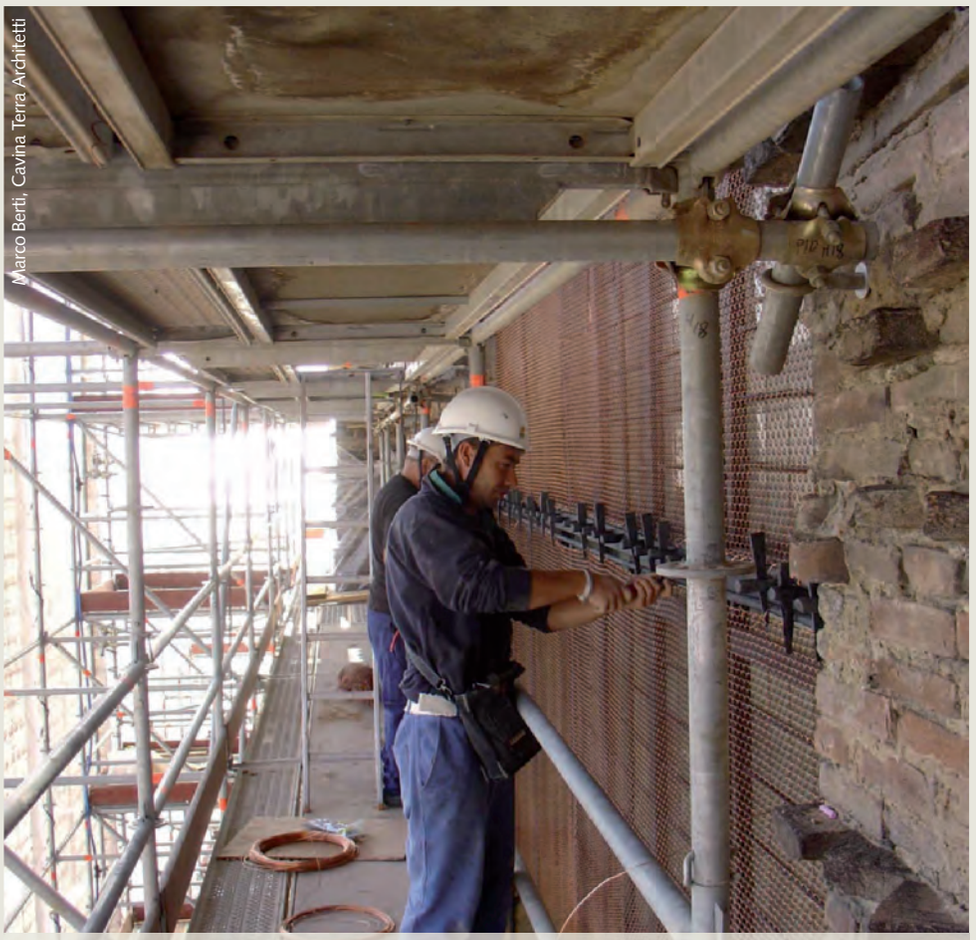


FASI DEL RILIEVO 3D della statua di S. Petronio, mediante scansione laser.

Cavina Terra Architetti

Cavina Terra Architetti

PROVE DI PULITURA delle superfici lapidee, prima della pulitura, consolidamento e protezione.


Marco Berti, Cavina Terra Architetti

RESTAURO DEL FINESTRONE. È stato effettuato il ripristino della rete di protezione.

tigue al fine di completare e uniformare quanto già realizzato nel corso d'interventi svolti in epoche e con modalità diverse.
Gli interventi, da attuare per zone funzionali in quattro lotti consecutivi riguarderanno, a seguito di indagini e campionature preliminari, i consolidamenti strutturali, il restauro delle superfici intonacate e tinteggiate, dei decori plastici e pittorici, dei paramenti laterizi e lapidei, delle vetrate, delle pavimentazioni e la manutenzione straordinaria del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

QUARTA FASE

Il restauro del coperto della navata centrale, ancora da realizzare, riguarda il manto di copertura e gli sporti laterali della navata centrale. Composto da **due falde rivestite da coppi in laterizio**, **con aggetti laterali su cornici di muratura privi di raccolta delle acque** in gronde e pluviali, l'estradosso del tetto della navata centrale risulta essere la parte della basilica di più difficile accessibilità per ogni verifica o intervento manutentivo.
Gli interventi sono complementari al restauro degli impalcati lignei dell'intradosso di copertura, già attuato in passato, e riguarderanno, in due lotti consecutivi, la costruzione del ponteggio di servizio da piazza Galvani e il restauro del manto di copertura e degli sporti, con l'inserimento di un presidio di sicurezza (linea di vita) per l'accesso e l'ordinaria manutenzione futura del manufatto.

QUINTA FASE

Il restauro del prospetto di via De' Pignattari e di quattro cappelle, ancora da realizzare, intende affrontare, all'interno della basilica, le cappelle del lato destro della chiesa che ancora restano da restaurare: S. Girolamo (XVII), S. Lorenzo (XVIII), della Croce (XIX), S. Ambrogio (XX) e, all'esterno, il corrispondente prospetto di via De' Pignattari, estendendo il cantiere alle parti di facciata contigue. Gli interventi, da attuare per zone funzionali verranno realizzati in tre lotti consecutivi.

SESTA FASE

Il restauro del fronte absidale di piazza Galvani), riguarderà il paramento del fronte absidale della basilica affacciata su piazza Galvani. L'intervento sarà rivolto al restauro della grande superficie muraria in laterizio a sviluppo poligonale, alle localizzate aree d'intonachino, agli inserti in pietra arenaria e ai finestroni. Il cantiere sarà sviluppato in 2 lotti consecutivi, a partire dal completamento del ponteggio già eretto per il restauro del coperto della navata centrale. ●

© RIPRODUZIONE RISERVATA