

RESTAURO DEL FAMEDIO DEL CIMITERO MONUMENTALE DI BERGAMO

Prof. Ing. Lorenzo Jurina
Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Strutturale – www.jurina.it
Arch. Marcello Sita
Libero professionista, Bergamo

Sommario

Il progetto di restauro e consolidamento del Famedio del Cimitero Monumentale di Bergamo ha affrontato diversi temi: il problema strutturale, legato alle numerose fessurazioni presenti, il problema tecnologico dello smaltimento delle acque piovane e della impermeabilizzazione, il problema della conservazione dei materiali lapidei di superficie. Una dettagliata diagnosi preventiva e l'analisi dei difetti riscontrati nel progetto originario ha consentito un accurato intervento di restauro conservativo.

Abstract

The project for the restoration of a part of the Monumental Cemetery of Bergamo deals with three different aspects: structural design, technological and durability problems, material surface analysis and treatment. Preventive diagnostic surveys and a close analysis of primal design mistakes offered efficient data in order to prepare an useful project of restoration and structural strengthening.

1. Questioni preliminari

L'oggetto dell'incarico prevedeva: la verifica delle infiltrazioni provenienti dalla copertura; il restauro del paramento murario interno ed esterno dell'edificio; il risarcimento delle murature portanti. Si segnalava anche la necessità di adeguare gli impianti elettrici interni alla normativa vigente e di garantire la valorizzazione degli spazi e delle strutture esistenti mediante uno studio di illuminazione.

La predisposizione preliminare di un apparato di indagini conoscitive ha rappresentato il supporto necessario per una determinazione esaustiva dello stato di consistenza dell'edificio e per oggettivare il rilievo delle condizioni di degrado riconoscendone le cause.¹ Ha inoltre favorito l'individuazione dei metodi di intervento più adeguati alle caratteristiche di un edificio di cui si è rivelata una non comune logica costruttiva dettata da una vicenda progettuale tanto significativa quanto innovativa.

Nel 1896 la decisione del Consiglio Comunale di Bergamo di accorpere in una sola struttura i tre campisanti allora esistenti in città avvia una vicenda concorsuale che infine riconoscerà alla proposta elaborata dall'architetto milanese Ernesto Pirovano la risposta più adatta a qualificare in senso monumentale la conclusione del viale di accesso dalla città, grazie all'imponenza della soluzione del corpo d'ingresso sovrastato dal Famedio e allo stile solenne e originale, lodato perché non riconducibile a un'epoca precisa della storia. L'edificio risultava concepito come una sorta di abbraccio che accoglie il visitatore per poi dilatarsi con andamento concavo attorno ad un'ampia scalea. Questa conduce al piano superiore, dove svettano tre cappelle, le laterali destinate ai pittori e ai musicisti e la centrale alle celebrazioni civiche, che sono collegate da colonnati elevati al di sopra di un alto stilobate. L'imponente struttura, che si eleva per circa trenta metri, è realizzata in muratura portante e rivestita in Ceppo lombardo nelle varietà rustico, mezzano e, limitatamente ai gruppi scultorei, ai parapetti ed alle decorazioni, nella varietà gentile.

Incaricato della realizzazione del progetto nell'aprile 1900 Ernesto Pirovano è però affiancato da un funzionario dell'Amministrazione, l'Ingegnere Manighetti, destinato non solo a seguire una Direzione Tecnica che l'architetto, residente a Milano, non avrebbe potuto assolvere quotidianamente, ma a garantire l'economicità delle scelte. Il suo contributo si tradurrà anche nell'attenzione verso l'impiego

¹ L'apparato di indagini conoscitive di corredo al progetto prevedeva: una ricostruzione delle vicende storiche dell'edificio, finalizzata a conoscere le condizioni in cui si svolse la sua costruzione e le sue trasformazioni; un'indagine geotecnica, per verificare le caratteristiche del terreno di fondazione; una rappresentazione e interpretazione del quadro fessurativo che interessa tutto il complesso; il rilievo del degrado, come doppio ordine di schedatura, differenziata per: strutture, cioè parti dell'edificio aventi autonomo funzionamento e comportamento costitutivo (tale livello di schedatura consente di indicare il rischio di tipo statico e tecnologico cui i manufatti sono soggetti); elementi, cioè le componenti architettoniche e decorative, suddivise per tipi di materiali, che compongono le strutture (tale livello della schedatura fornisce il monitoraggio puntuale del degrado delle superfici); le indagini per la determinazione chimico – fisica della composizione e del degrado dei materiali lapidei e degli intonaci, effettuate dal centro "Gino Bozza" del Politecnico di Milano.

di tecniche e materiali innovati nei confronti dei quali si nutrono le più positive aspettative. Significativa, al proposito, la decisione di modificare il sistema di copertura degli edifici a colonnato in curva nella grande esedra centrale *“deficiente e punto consigliabile dal lato statico eseguendo gli architravi in putrelle di ferro e cemento armato, anziché archi in cotto e tetto in larice e tegole piane come previsto da Pirovano”*. Analoga ispirazione detta poi la scelta di modificare la copertura delle tre edicole sostituendo alla volta a padiglione una volta a generatrici paraboliche, ed al cotto un getto armato di cemento portland per assicurare la stabilità dell’opera colla indeformabilità della volta; sostituendo inoltre al ceppo gettate di pietra artificiale ad imitazione della pietra naturale per un migliore collegamento ed una maggiore impermeabilità.

La discordanza di talune motivazioni, la lunghezza dei tempi di realizzazione e l’inevitabile succedersi di differenti protagonisti alla progettazione, è quindi l’origine di quei ripensamenti e di quelle modifiche che infine si sono tradotte nella complessità dell’attuale edificio rivelandosi oggi come i suoi aspetti più caratterizzanti.

Degrado ed interventi.

Ai fini della redazione del progetto di conservazione le fenomenologie di degrado sono state ricondotte a tre categorie distinte ma correlate: il degrado strutturale, il degrado tecnologico; il degrado materico.

2. Ambito strutturale

2.1 Rilievo

Il fenomeno fessurativo si è rivelato esteso interessando: le volte in mattoni del piano terra; le volte in mattoni della galleria dello stilobate; il paramento esterno in ceppo; gli architravi e le volte del colonnato al primo piano.

2.2 Lesioni delle volte in mattoni del piano terra

Le lesioni delle volte ribassate in muratura di mattoni del piano terra riguardavano principalmente tre zone: le campate intorno al corpo centrale (n° 1, 2 e 3 in fig.1) e quelle adiacenti al basamento dei due corpi laterali dalla parte del fronte esterno (n°4 e 5 in fig.1)

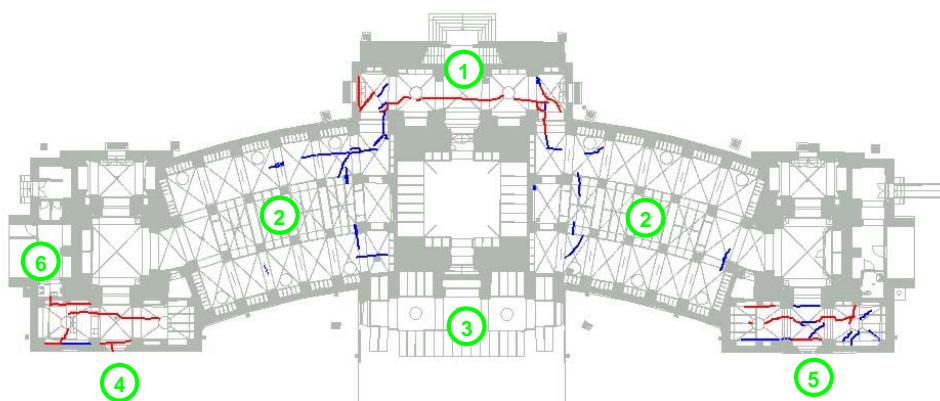


Fig. 1 – Pianta del piano terra del corpo d’ingresso del Cimitero Monumentale di Bergamo. Le fessure fino ai 3 mm di spessore sono evidenziate in blu; le fessure sopra i 3 mm in rosso.



Fig. 2 – Lesione continua attraverso le volte e gli archi di sostegno.

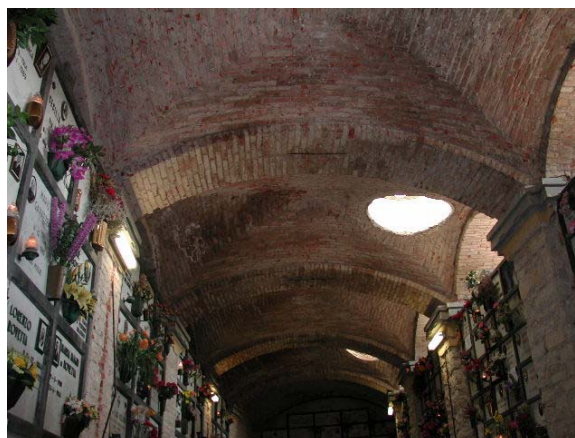


Fig. 3 – Le volte delle ali laterali sono armate con catene metalliche estradosali, che affiorano dalla muratura in chiave.

2.3 Lesioni nelle volte in muratura della galleria dello stilobate

La galleria che si trova al di sotto del piano dello stilobate è coperta da una volta a botte ribassata sostenuta dagli archi di scarico impostati sui piloni in muratura che sorreggono il colonnato (fig. 4).

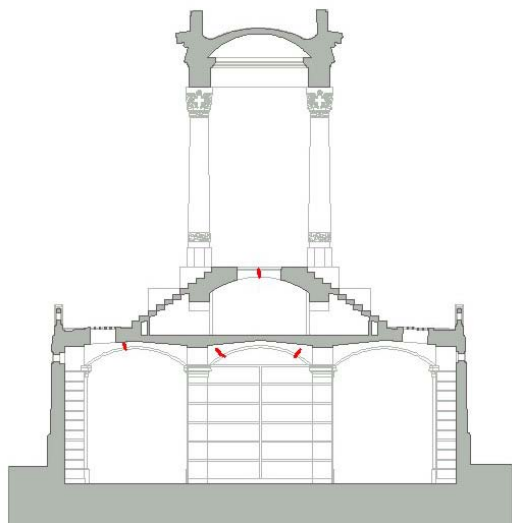


Fig. 4 – Sezione del colonnato: quadro fessurativo, in rosso le fessure superiori a 3 mm.

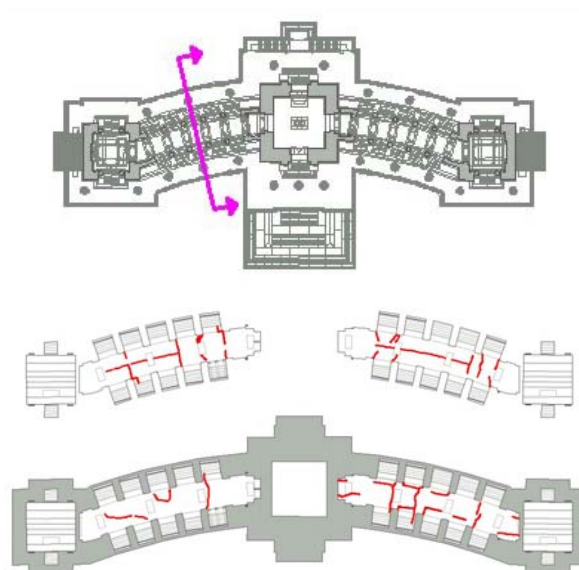


Fig. 5 – Proiezione della volta e pianta della galleria dello stilobate: quadro fessurativo.

Presentavano delle lesioni importanti le sole volte della campata centrale, sia al piano terra che nella galleria dello stilobate. Nella pianta dello stilobate e nella proiezione del soffitto voltato (fig. 5) sono ben evidenti le lesioni delle volte in mattoni ai due livelli. Essenzialmente di due tipologie a ciascuna poteva essere associata una causa specifica ipotizzando per le lesioni che attraversavano longitudinalmente il colonnato il cedimento delle imposte in seguito alla spinta laterale della volta stessa. Per quanto riguarda le lesioni che tagliavano trasversalmente la volta, si ipotizzavano cedimenti differenziali del colonnato a livello delle fondazioni dovuti alla sproporzione delle masse tra i corpi centrale e laterali e il colonnato che li collega.

2.4 Lesioni del paramento esterno in ceppo

Il fenomeno fessurativo interessava anche il paramento esterno; le lastre di ceppo non solo si presentavano fessurate secondo il tipico andamento a “gradoni” che segue la tessitura del paramento, ma direttamente fratturate. Il paramento esterno era inoltre caratterizzato dalla presenza diffusa, maggiormente nel prospetto sud rispetto a quello nord, di fessure nel basamento.

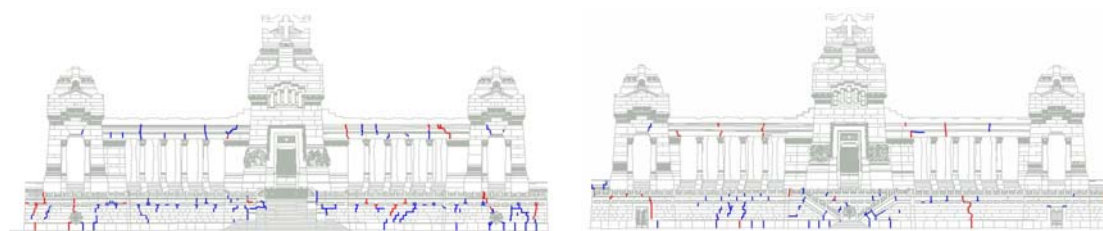


Fig. 6 – Prospetto sud (esterno) e nord (interno): quadro fessurativo, in blu le fessure inferiori a 3 mm, in rosso quelle superiori

2.5 Lesioni degli architravi e sulle volte del colonnato al primo piano

Il colonnato al primo piano presentava lesioni diffuse sulla trabeazione. Lesioni di spessore maggiore si ritrovavano in corrispondenza delle campate adiacenti alle cappelle centrale e laterali.

Le lesioni, già oggetto di precedenti interventi, avevano andamento prevalentemente verticali e interessavano sia gli architravi, costituiti da un unico blocco di ceppo, sia il fregio soprastante.

Ciascuna campata del colonnato al primo piano è coperta da una piccola volta a vela in muratura di mattoni. Analogamente a quanto succede per la trabeazione, le volte prossime alle cappelle centrale e laterali presentavano delle lesioni all'intradosso evidentemente correlate alle lesioni degli architravi.



Fig. 7 – Scorcio del prospetto nord: rinforzo di una architrave fratturata mediante applicazione di fasce di ferro.

La correlazione delle manifestazioni fessurative ha permesso di riconoscere nell'assestamento differenziale dei corpi massivi la causa del complesso quadro fessurativo che presenta l'edificio.

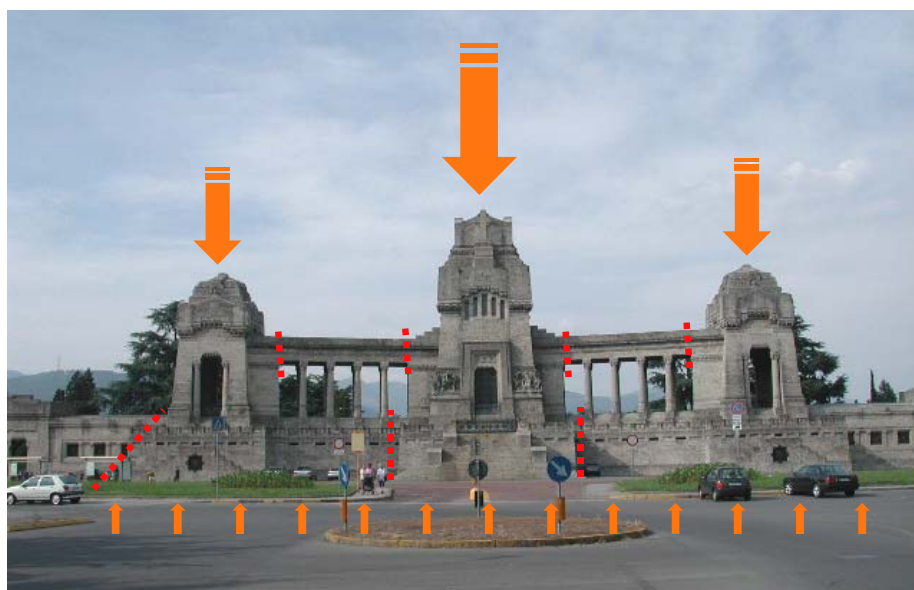


Fig. 8 – Schema del tipo di cedimento ipotizzato nella struttura. con il tratteggio rosso sono indicate le zone in cui sono state riscontrate le principali lesioni.

2.6 Intervento

Il progetto è quindi intervenuto con le seguenti modalità:

- sui dissesti al piano terreno al fine di ridurre la spinta sulle murature perimetrali, con la posa di 38 catene in corrispondenza degli archi di imposta delle volte.
- sulle trabeazioni dei colonnati con la realizzazione di cuciture realizzate con barre di acciaio inox aventi la duplice funzione di distribuire uniformemente il carico della copertura sulle colonne e di riconnettere le porzioni di trabeazioni fratturate



Fig. 9 – Particolare della fase di inghisaggio della barra filettata nella muratura



Fig. 10 – la catena al termine della posa

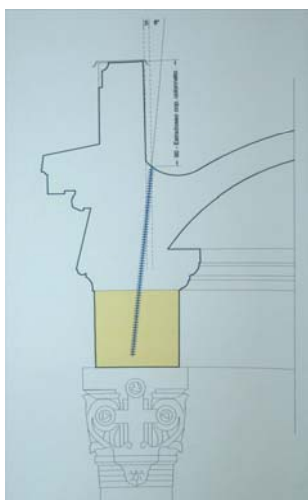
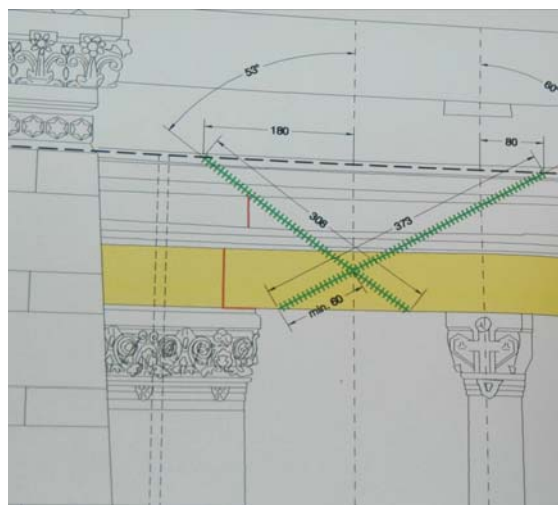


Fig. 11 – posizionamento delle cuciture - **Fig. 12** – prospetto nord sezione trasversale della trabeazione



- sulle fratturazioni delle volte in laterizio dei vani sepolcrali dello stilobate con l'inserimento di tiranti armati e con la realizzazione, all'estradosso, di una cappa leggermente armata con sovrapposta guaina isolante. Lo smontaggio e la successiva ricollocazione della pavimentazione si è imposta per ridurre il fenomeno delle infiltrazioni d'acqua che non solo comprometteva la staticità della struttura, ma permetteva all'acqua che proveniva dal pavimento superiore di infiltrarsi e percolare lungo le pareti imbibendo fortemente la muratura e diffondersi così alle volte ed ai pilastri del piano terreno.

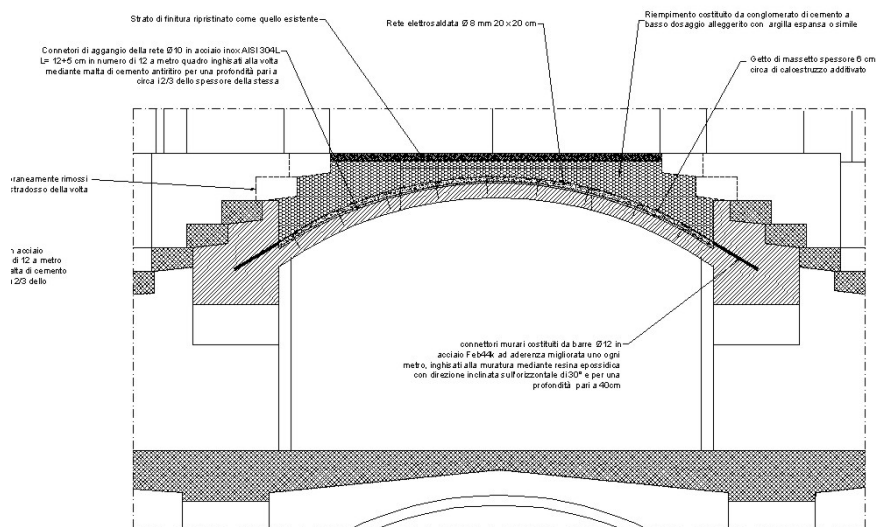


Fig. 13 – Intervento di consolidamento della volta della galleria dello stilobate con la realizzazione di tiranti e cappa armati

3. Ambito tecnologico

3.1 Rilievo

Il rilievo dei fenomeni di degrado ha evidenziato alcuni aspetti di inefficienza delle tecniche costruttive con cui l'edificio è stato concepito e realizzato. I brevi accenni ad una vicenda progettuale lunga e complessa hanno documentato tanto le scelte innovative, i cui esiti, a fini della durabilità, erano però ancora sconosciuti, che quelle economiche, la cui bassa qualità ha spesso compromesso l'efficienza dell'edificio. Si collocano in questa prospettiva, ad esempio, la mancanza di una membrana isolante al di sotto dei blocchi di calcestruzzo e di ceppo che formano la sommità delle edicole o la mancanza di malta di allettamento dei blocchi del paramento lapideo.

Ma soprattutto il sistema di smaltimento delle acque, originariamente realizzato con tubature di gres, risultava privo dei necessari pozzetti di verifica non consentendo né un'agevole ispezione né le ordinarie e necessarie operazioni di manutenzione. Ai saggi di ispezioni le colonne di scarico si sono rivelate non solo ostruite ma largamente deteriorate quando non del tutto inefficienti ed insufficienti alla loro funzione. Soprattutto nell'edicola centrale il sistema risultava totalmente incapace di raccogliere e convogliare le acque con esiti di forte infiltrazione d'acqua agevolata tanto dalla natura del materiale che dalla sua posa.

Nella storia di un edificio moderno che non ha subito radicali trasformazioni si contavano quindi frequenti interventi manutentivi volti ad impedire le infiltrazioni acquose.

3.2 Intervento

Una revisione globale del sistema di convogliamento e scarico delle acque è risultato quindi l'aspetto determinante per migliorare le prestazioni dell'edificio in termini di durata nel tempo. L'intervento, basato su una metodologia non distruttiva, ha provveduto, ove possibile, alla liberazione delle colonne di scarico ostruite ed alla successiva realizzazione di una camicia interna realizzata con l'ausilio di resine termoidurenti, altrimenti, dove non si è potuto operare con tale metodo, alla sostituzione, con nuove tubazioni in PVC pesante, delle colonne irrimediabilmente compromesse.

Lamine di piombo sono infine state posizionate lungo tutti i coronamenti del fasedio con l'obiettivo di limitarne l'assorbimento d'acqua che risulta ora convogliata verso un sistema di scarico infine ripristinato e modificato nelle sue parti più compromesse. (figg. 14,15,16)



Fig. 14 - Stilobate: scossaline in piombo



Fig. 15 - Edicola Est: scossaline in piombo



Fig. 16 - Edicola est: al termina delle operazioni

4. Ambito materico

4.1 Degrado

La struttura clastica del ceppo, formata cioè da frammenti di roccia e da cristalli singoli di dimensioni piuttosto ridotte, cementati da cristalli di calcite di precipitazione chimica, favorisce la presenza di una porosità interstiziale con valori mediamente elevati e spesso variabili da un elemento all'altro. Le acque meteoriche penetrando nella porosità aperta esercitano infatti un'azione solvente in rapporto ai cristalli di calcite del cemento da cui deriva non solo un aumento della porosità aperta, ma la caduta dei clasti non più trattenuti dal cemento calcitico. Lo sviluppo del fenomeno è generalmente favorito dalla lavorazione manuale del materiale e dalle fessurazioni che essa produce. (fig. 17,18,19,20)

La naturale fragilità del materiale all'aggressione dell'acqua è qui però risultata aggravata da una posa indifferente alle diverse varietà granulometriche e dall'assenza di copertura sulle parti sommitali, favorendo il libero scorrimento dell'acqua lungo superfici lapidee così porose. L'analisi dello stato di degrado del paramento ha quindi evidenziato diffusi fenomeni di erosione con conseguente fessurazione e scagliature del paramento. Nelle zone estranee all'erosione diretta e tuttavia soggette a bagnatura da parte delle acque meteoriche si sono create inoltre le condizioni per la formazione di croste nere, un fenomeno più evidente nelle parti decorative in aggetto. Lo scorrimento delle acque ha quindi favorito la crescita di organismi vegetali e l'alto valore di porosità della pietra ha permesso la crescita di piante superiori.

Infiltrazioni di acqua erano inoltre presenti lungo i giunti o lungo le fessure con formazione di croste. Risultavano degradate, perché distaccate, le numerose stuccature e sigillature, realizzate con malte cementizie più o meno raffinate, precedentemente messe in atto per ovviare alla porosità del materiale.

4.2 Intervento

Si è intervenuto sul materiale pulendolo dalle croste e dai fenomeni di colonizzazione biologica, liberandolo dalle numerose scaglie e verificando la funzionalità delle numerose sigillature.

Ma soprattutto si è intervenuto sulle cause di degrado, per bloccarne o ridurne l'azione aggressiva, progettando un rivestimento delle coperture ed un convogliamento delle acque meteoriche. Per questo la posa di scossaline in piombo si è rivelato il metodo di manutenzione tanto ordinario quanto efficiente per contrastare il ristagno della acqua sulle superfici lapidee e le conseguenti forme di degrado.

Più complessa la scelta operata per le superfici intonacate presenti nell'edicola centrale e caratterizzate da un apparato decorativo molto degradato. Alla preventiva riadesione dell'intonaco distaccato dalla muratura è seguito un trattamento di pulitura, consolidamento e protezione delle parti decorate cui si è aggiunta, per ripristinarne l'integrità visiva di insieme, l'integrazione delle lacune più estese.



Fig. 17



Fig. 18



Fig. 19

Degrado dei paramenti in ceppo dovuto alla elevata porosità del materiale e favorito dalla assenza di copertura nelle parti sommitali.



Fig. 20

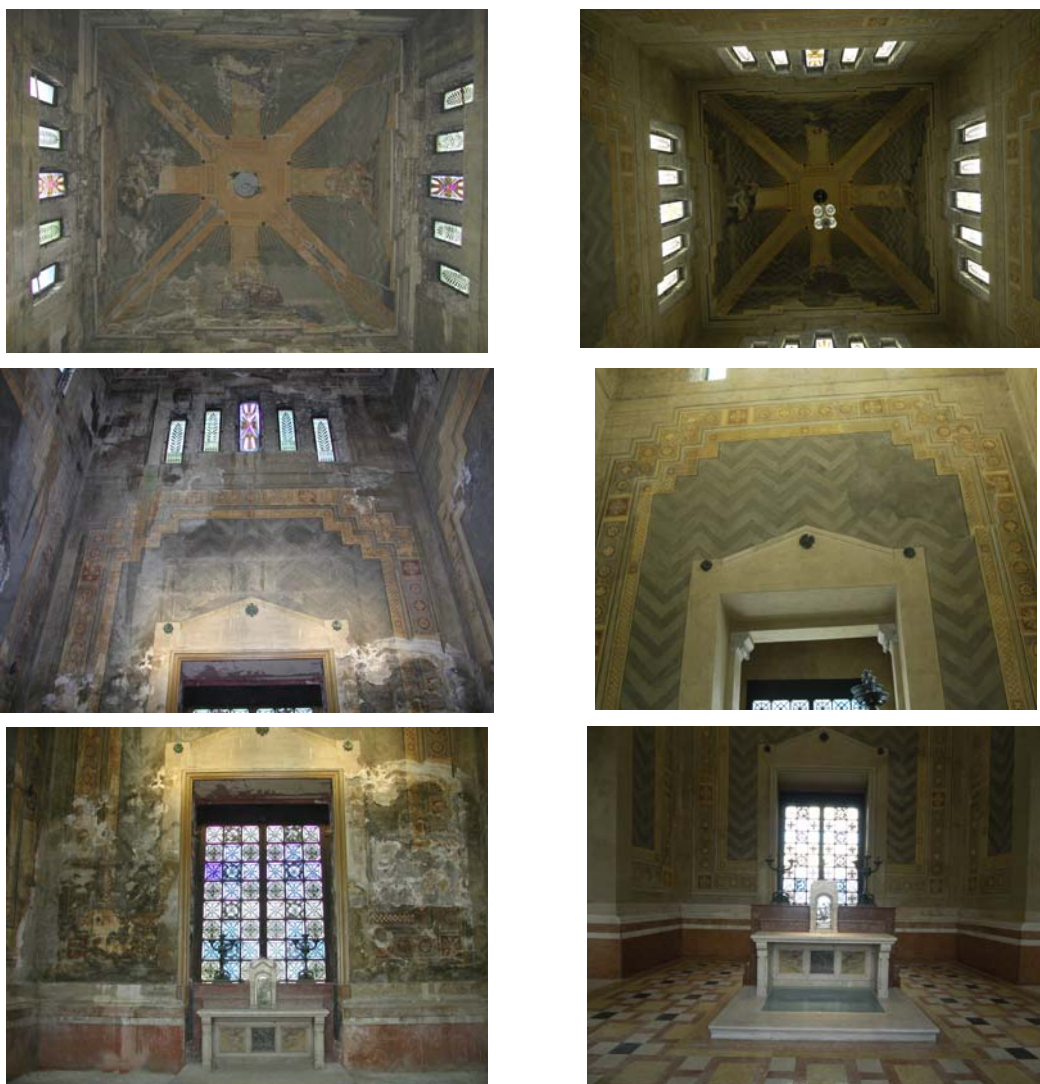


Fig. 21,22,23,24,25,26 - Edicola centrale particolare delle pareti decorate, prima e dopo gli interventi di restauro.

Restauro del famedio del cimitero monumentale di Bergamo
anno di realizzazione: 2001-2005

Progettisti:

Prof. Ing. Lorenzo Jurina

Arch. Marcello Sita, Arch. Efrem Bresciani, Arch. Paolo Drago, Arch. Stefano Longhi †

Responsabile del Procedimento: Arch. Massimo Locatelli

Direttore dei Lavori: Arch. Marcello Sita

Direttore dei Lavori delle opere strutturali: Prof. Ing. Lorenzo Jurina

Direttori operativi: Arch. Efrem Bresciani Arch. Paolo Drago, Arch. Andrea Pandolfi

Ispettori di Cantiere: Arch. Stefania Donadoni, Geom. Pierangelo Dolci

Responsabile dei Lavori: (D.Lgs. 494/96): Arch. Massimo Locatelli

Coordinatore in fase di Progettazione ed Esecuzione: (D.Lgs. 494/96): Arch. Marcello Sita

Collaudatore in corso d'opera: Ing. Ezio Goggia

Direttore tecnico dell'impresa: Arch. Emanuela Morigi

Direttore di Cantiere: Geom. Fabio Bruni

Capo Cantiere: Sig. Michele Borali

Impresa appaltatrice: CONSORZIO RAVENNATE

Impresa esecutrice: COEDIL S.R.L. – Milano

Imprese subappaltatrici: RC Restauro Conservativo di Arch. Elena Tosi e Daniele Dedomizio