



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE CHIMICHE

SCUOLA DI DOTTORATO DI RICERCA IN STUDIO E
CONSERVAZIONE DEI BENI ARCHEOLOGICI E ARCHITETTONICI

INDIRIZZO DI SCIENZE E TECNOLOGIE PER I BENI
ARCHEOLOGICI E ARCHITETTONICI

XXI CICLO

**STUDIO E RILIEVI PER LA CONOSCENZA E IL
RESTAURO DELLA GRANDE VETRATA DELLA
CHIESA DI SAN GIOVANNI E PAOLO A VENEZIA**

Direttore della Scuola: Ch.ma Prof.ssa Elena Francesca Ghedini

Supervisore: Ch.mo Prof. Renzo Bertoncetto

Dottorando: Stefano Voltolina

INTRODUZIONE

“Grandioso finestrone archiacuto a comparti, con magnifica vetrata quattrocentesca, dai meravigliosi smalti colorati. Sebbene molto restaurata, è una delle opere più insigni uscite dalle fornaci muranesi”. Questa descrizione, fornita dal Lorenzetti [1], inquadra perfettamente le caratteristiche della Grande Vetrata della Chiesa dei SS. Giovanni e Paolo e, soprattutto, considera tutte le entità materiche che vanno a costituire questa opera d'arte, unica per la sua maestosità a Venezia. Le entità distinte sono la cornice lapidea in cui è inserita la vetrata, la vetrata in sé (costituita da ben 66 antelli) e le grisaglie, utilizzate per decorare le tessere vitree. Ogni antello, ancora, è un mosaico di tessere vitree, legate insieme da righelli di piombo saldati l'uno all'altro con stagno fuso. Dello stucco garantisce la perfetta adesione tra vetro e piombo, mentre viti, bulloni e barre di sostegno (vincolate alla tramatura plumbea con filetti di rame) assicurano l'antello al telaio.

Come si può notare, nelle vetrate il vetro è solo il più visibile degli elementi costitutivi e, nel considerare la conservazione di un'opera d'arte di questo tipo, bisogna fare molta attenzione a non relegare in secondo piano quelle che sono le componenti più nascoste ma non meno importanti.

Il lavoro svolto in questi tre anni di dottorato è dunque partito proprio con la identificazione e la caratterizzazione dei sistemi costruttivi tecnologici e decorativi propri dell'opera vetrata e con la definizione delle tematiche connesse alla loro conservazione.

Riguardo questo ultimo aspetto è stato molto utile lo studio della documentazione relativa agli interventi di restauro eseguiti nel corso dei secoli sulla Grande Vetrata: se infatti è importante conoscere gli ideatori e gli esecutori che hanno dato vita ad un'opera, non è da meno lo studiare le problematiche davanti alle quali si sono trovati i diversi restauratori e l'evoluzione delle metodologie di intervento nel tempo.

I rilievi sulla vetrata in opera sono quindi stati condotti considerando sempre tutte le entità materiche presenti e le loro interazioni reciproche.

Il percorso conoscitivo si è concluso con il prelievo e l'analisi in laboratorio di un antello della vetrata. Questa operazione è stata condotta insieme ad un funzionario della Soprintendenza per i Beni Ambientali e Paesaggistici di Venezia e Laguna e ad esperti restauratori di vetrate ed ha costituito un importante momento di confronto e di apprendimento. La combinazione delle competenze relative alle problematiche di

conservazione, alle tecnologie di intervento ed alla natura intima dei materiali hanno dato la possibilità di caratterizzare compiutamente lo stato di conservazione dell'antello in esame e di fornire quindi tutti gli strumenti necessari per la progettazione di un corretto intervento di restauro.

Capitolo 1: INQUADRAMENTO STORICO

La chiesa domenicana dei Santi Giovanni e Paolo, conosciuta a Venezia anche con il nome di San Zanipolo, è stata fondata verso la metà del XIII secolo. La costruzione della chiesa è avvenuta per tappe ed è stata conclusa solo due secoli più tardi [1].

Secondo quella che probabilmente è una leggenda trascritta da Flaminio Corner, i frati domenicani giunsero nell'attuale campo di San Giovanni e Paolo già nel 1217 dove lo stesso San Domenico ottenne per loro un piccolo oratorio, detto allora di S Daniele. Appresso a questo oratorio il Padre dell'Ordine dei Predicatori avrebbe poi fatto costruire un piccolo monastero. La leggenda prosegue con un episodio che ha come protagonista il Doge Jacopo Tiepolo, il quale una notte, nel 1226, avrebbe sognato *“l'oratorio e la vicina piazza di San Daniele piena di odorosi fiori con alcune bianche colombe, che portando croci d'oro su le lor fronti, andavano volando per que' fiori, mentre due angeli discesi dal cielo profumavano con turiboli d'oro quel sito. Mentre egli ciò osserva udì una voce che disse: questo è il luogo, che scelsi a' miei Predicatori”*. Il giorno seguente il Doge avrebbe narrato la visione al Senato veneziano il quale decretò di donare *“quaranta passi di nuovo sito a' Religiosi per ingrandimento del lor monastero”*. Da qui sarebbe cominciata la costruzione della chiesa *“sotto il titolo di Maria Vergine e de' Santi Martiri Giovanni e Paolo; di che ne fu poi fatto solenne istromento nell'anno 1234”* [2].

Quella riportata fin qui è quasi sicuramente una leggenda in quanto nell'atto di donazione ufficiale, emanato nel giugno del 1234 dall'allora Doge Jacopo Tiepolo (il quale peraltro venne nominato Doge nel 1229, tre anni dopo gli episodi del fantomatico sogno), di un tratto di terreno situato tra Santa Maria Formosa e Santa Marina, in favore dei Padri Predicatori. Nello stesso atto di donazione vi è anche un riferimento alla situazione del territorio donato che si presentava ancora in parte sommerso (*petiam terrae aqua superlabente*), il che fa supporre che in quella zona non potessero esservi né l'oratorio né il monastero [1, 2].

In quegli anni inoltre i domenicani erano sì presenti a Venezia, ma avevano sede presso la chiesa di San Martino, come è provato dal diploma autografo di Papa Gregorio IX, conferito al priore dei frati di Santa Maria dell'Ordine dei Cistercensi, il 24 aprile 1229, nel quale il priore della chiesa di San Martino di Venezia dell'ordine dei Predicatori e

suoi colleghi, sono designati come visitatori delle chiese di Ceneda, Feltre, Belluno, Concordia e diocesi relative [1, 2].

La costruzione della chiesa ha quindi avuto inizio dopo il 1234. Una bolla di Papa Innocenzo IV del luglio 1246, nella quale si promettono indulgenze spirituali a chi con elemosine avesse agevolato la edificazione della chiesa, proverebbe che in quell'anno la sua erezione era prossima. La prima testimonianza dell'avvenuto inizio dei lavori e la possibilità di collocarli intorno alla metà del XIII secolo si può ricavare dal testamento del Doge Ranieri Zeno (1268), nel quale vi è un lascito per l'ornamento della porta maggiore e per l'edificazione di un campanile. Infine, nel 1293, sintomo di una raggiunta efficienza nella costruzione della chiesa, avviene la prima convocazione del Capitolo generale dell'Ordine [1].

Alla fine del XIII secolo, dunque, la fabbrica duecentesca, dedicata ai Santi Giovanni e Paolo, avrebbe dovuto essere compiuta. Di questa si ignorano ora i limiti e non è consentito stabilire obiettivamente se i lavori compiuti nel corso del XIV secolo siano stati iniziati *ex novo*, sopprimendo l'edificio precedente, oppure abbiano continuato e portato a termine con maggiore efficienza di mezzi, ricavati da lasciti ed elargizioni, una costruzione già impostata sulle attuali misure perimetrali [1].

Non è possibile datare con certezza l'apertura del cantiere trecentesco, tuttavia si può presumere che fosse già avviato nel 1343, quando ai frati domenicani venivano concesse le pietre di risulta dei lavori del nuovo palazzo Ducale. Nel 1368 il transetto era completato, ad attestarlo è una iscrizione fatta incidere dal priore veneziano Jacopo Rossi nell'arco trasversale della navata sinistra, posto a ridosso dell'organo: “1368. *Tempore Prioratus Fratris Jacobi Rubei De Venetiis factum fuit hoc opus*” [3].

Nel 1390 un decreto del Maggior Consiglio, destinò all'avanzamento dell'edificazione della chiesa diecimila ducati provenienti da un lascito del Procuratore di San Marco Niccolò Lion. Nel 1392 veniva destinato al tempio dei Santi Giovanni e Paolo anche un lascito di Marco Dolfìn [2].

La chiesa venne infine consacrata il 12 Novembre 1430 da Antonio Corrarò dell'Ordine dei predicatori, vescovo di Ceneda [2].



Fig. 1.1: Campo SS. Giovanni e Paolo oggi

Alla fine del XV secolo iniziò la realizzazione della Grande Vetrata della chiesa dei SS. Giovanni e Paolo, posta nella parete di fondo del transetto di destra. La vetrata, per le dimensioni, il livello tecnico e la qualità artistica che la caratterizzano, costituisce un *unicum* a Venezia. L'opera è inserita in una struttura lapidea di forma ogivale di carattere gotico fiorito e misura 17,40 metri in altezza e 6,90 metri in larghezza. Il Lorenzetti nella sua guida storico – artistica della città di Venezia la definisce come *“grandioso finestrone archiacuto a comparti, con magnifica vetrata quattrocentesca, dai meravigliosi smalti colorati. Sebbene alquanto restaurata è una delle opere più insigni uscite dalle fornaci muranesi”* [4].

La Grande Vetrata è costituita da 66 antelli e organizzata in 35 figure. Alla sommità della finestra è posto un quadrilobo, di dimensioni maggiori rispetto a tutti gli altri presenti nell'opera, raffigurante Dio, circondato da cherubini, con la colomba dello Spirito Santo (1). Ai lati della figura di Dio in due quadrilobi tagliati dalla struttura della finestra sono raffigurati la Luna (2) e il Sole (3). Sotto, agli estremi destro e sinistro, in due quadrilobi ancora tagliati dalla cuspide della finestra, troviamo le figure dell'Annunciazione: l'Angelo (4) e la Vergine (7). Tra questi sono poste in due quadrilobi le mezze figure dei profeti Mosè (5) e David (6). Scendendo ancora vi sono quattro cuspidi decorate con putti, delfini, un tritone ed una sirena (8, 9, 10, 11), sotto a queste quattro fasce con un volto/maschera al centro di un festone vegetale (12, 13, 14, 15) e poi la fila dei quattro pannelli che decorano la quadrifora alta raffiguranti San Paolo (16), la Vergine col Bambino (17), il Battista (18) e San Pietro (19), compresi in

strutture architettoniche a definizione prospettica. Quadrifora alta e quadrifora bassa sono separate da due ordini di quadrilobi: i quattro quadrilobi superiori racchiudono i simboli degli evangelisti, nell'ordine l'Aquila (20), il Leone (21), il Toro (22) e l'Angelo Matteo (23), mentre nei quadrilobi inferiori sono rappresentati i quattro Dottori della Chiesa Occidentale: Sant'Ambrogio (24), San Gregorio Magno (25), San Girolamo (26) e Sant'Agostino (27). Nelle cuspidi della quadrifora bassa sono raffigurati quattro santi domenicani, nell'ordine San Vincenzo Ferreri (28), San Domenico (29), San Pietro Martire (30) e San Tommaso D'Aquino (31), mentre nei pannelli sottostanti si trovano San Teodoro (32), due santi guerrieri (33 e 34) e San Giorgio (35), a figura intera su sfondo di paesaggio [1, 5].



Fig. 1.2: Immagine della Grande Vetrata e legenda per la numerazione degli antelli

Secondo la lettura di Augusto Gentili, la vetrata è organizzata secondo un percorso verticale: l'elevazione a Dio per mezzo del sacrificio di Cristo, annunciata, confermata e diffusa nelle diverse epoche dalla Parola. Il messaggio che la vetrata vuole comunicare è dunque il sacrificio di Cristo per la salvezza degli uomini. Non si ricorre ad un riferimento esplicito come potrebbe essere la crocifissione ma basta l'intensa malinconia degli sguardi tra la Vergine ed il Bambino insieme alla presenza

dichiarativa-esplicativa di Giovanni Battista che regge un cartiglio recante la scritta “*Ecce Agnus Dei*”, a cui si sa far seguito “*Qui Tollit Peccata Mundi*”, annuncio di redenzione al fedele, ma annuncio di sofferenza e morte al Cristo infante. Vi è inoltre l’ulteriore indicazione fornita dalle immagini delle cuspidi della quadrifora alta, dove ritroviamo un repertorio di immagini proprio della scultura funebre romana, “*metafore coerentissime del metamorfico processo di raffinamento ed elevazione dell’anima fino all’esito escatologico, al funebre passaggio che è promessa di gloria nella resurrezione*” [6].

L’attribuzione della paternità dell’opera è un problema ancora aperto: in questa sede si darà solo lettura delle varie ipotesi attributive avanzate nel corso dei secoli.

Il primo a citare la vetrata è C. Ridolfi nel 1648, che indica Bartolomeo Vivarini come l’artista che avrebbe fornito i cartoni per la vetrata nel 1473. Questa opinione sarà ripresa nel 1733 da A. M. Zanetti. Il quale ritiene che la data del 1473 proposta dal Ridolfi sia stata suggerita per la somiglianza con le tavole di Bartolomeo ancora conservate presso la chiesa di San Zanipolo.

Il Moschini nel 1815 nota la firma Hyeronimus Mocetus nel cartellino inserito nel pannello 32 e, ricordando l’attribuzione del Ridolfi, deduce che il Mocetto tradusse i cartoni di Bartolomeo Vivarini. Aggiunge poi di aver letto in un imprecisato manoscritto che il finestrone sarebbe stato eseguito nel 1510 dal muranese Giannantonio da Lodi sul disegno di Bartolomeo Vivarini.

Nel 1859 il Lazari indica Marino Barovier che avrebbe operato su cartoni del Mocetto.

Barclay Baron, nel 1910 attribuisce le figure rappresentate nella quadrifora alta a due mani distinte: le tre figure di destra al Licinio e il S. Paolo ad un artista più alto, che potrebbe essere il Mocetto anche se non lo nomina. La parte inferiore, inoltre, sarebbe autografa di quest’ultimo.

Al Baron va il merito di aver preso in considerazione le pesanti differenze di dimensioni e tecnica di esecuzione presenti tra il S. Paolo e le altre tre figure rappresentate nella quadrifora alta .

Il Testi, nel 1915, attribuisce al Vivarini l’ordine superiore e al Mocetto l’ordine inferiore [5, 7].

Il Marchini (1958) attribuisce al Vivarini il S. Paolo e avanza l’ipotesi, mai fino allora formulata, dell’intervento di Cima da Conegliano per le altre figure dell’ordine superiore. Tutto l’ordine inferiore, invece, spetterebbe al Mocetto [8].

S. Romano, invece, tra le figure rappresentate nella quadrifora alta, riconosce il San Pietro come la figura più direttamente legata ai modi di Bartolomeo Vivarini. Secondo la studiosa l'intera quadrifora è di chiara ispirazione vivariniana nella rappresentazione e nella disposizione delle figure, ma sembra inserirsi in un periodo successivo a quello del 1473 indicato in precedenza, un periodo in cui ormai gli esempi vivariniani sono acquisiti e la "pala" è diventata un genere. Il particolare del drappo gettato sulla catena dell'arco dietro alle figure, inoltre, fa pensare ad Antonello da Messina, il quale arriva a Venezia solo nel 1475. Questa parte dell'opera sarebbe dunque collocabile negli anni attorno al 1490, in cui Bartolomeo è ormai vecchio e nella bottega comincia a delinearsi la figura di Alvise, a cui fanno pensare i volti e l'espressione patetica della Vergine e del Battista [9].

L. Puppi nel 1982 identifica il manoscritto citato dal Moschini come la Cronaca della Chiesa e del Convento dei Reverendi Padri Predicatori dei SS. Giovanni e Paolo di Venezia compilata intorno alla metà del XVIII secolo su atti capitolari e vari documenti originali dal reverendo padre dell'ordine Rocco Curti e conservata attualmente presso la Biblioteca Bertoliana a Vicenza. Il Curti, nella serie di pittori che lavorarono in chiesa, cita il Vivarini come colui che avrebbe prestato i cartoni per l'esecuzione della vetrata, mentre cita Giannantonio da Lodi come colui che avrebbe trasposto in vetro i disegni di Bartolomeo Vivarini. A riprova del fatto che Giannantonio da Lodi avrebbe operato sulla vetrata il Puppi cita un verbale della riunione del consiglio dei frati del 25 settembre 1510 in cui si delibera di pagare Giannantonio da Lodi, visto il suo stato di indigenza, per il lavoro compiuto sulla grande finestra vitrea, ma allo stesso tempo si precisa che tale pagamento verrà effettuato solo a saldo di quanto fino a quel momento era stato compiuto. Secondo il Puppi la parte inferiore sarebbe stata ultimata nel 1515 quando Giorgio Emo, procuratore dei frati predicatori, *fa far il relogio e compir la finestra granda*.

Le vicende finali della vetrata sarebbero secondo il Puppi legate agli sviluppi delle vicende di Cambrai: la chiesa dei SS. Giovanni e Paolo assumerebbe infatti in quegli anni, per opera del procuratore Emo, il ruolo di pantheon della Serenissima. Nella chiesa si trovano le tombe di alcuni dei più famosi condottieri cameracensi periti nel corso di quella guerra: Niccolò Orsini, Leonardo da Prato e Dionigi Naldi, *equites e miles* come i quattro santi guerrieri. Le figure dei quattro santi guerrieri sarebbero secondo il Puppi una incursione nel percorso filologico della vetrata e legherebbero lo

svolgimento della allegoria domenicana (la parola di Dio che scende in terra attraverso i Padri Predicatori) al nuovo ruolo di mausoleo previsto per la chiesa dei SS. Giovanni e Paolo [10, 11]. In quest'ottica, per l'esecuzione della parte finale della vetrata, torna il nome del Mocetto che troviamo legato alle vicende di Cambrai anche nell'esecuzione degli affreschi filoveneziani al Ponte dell'Acqua Morta a Verona. [12].

Secondo la lettura di Serena Romano, che in occasione del restauro eseguito nel 1981 ha avuto modo di avvicinarsi a questi temi, si avrebbe una prima fase di lavori (parte superiore della vetrata fino alla quadrifora alta, eccetto il San Paolo), assunta da un gruppo di pittori e maestri vetrai muranesi, in una data oscillante intorno all'ultimo decennio del 1400. Questi lavorarono probabilmente sul programma ecclesiologico dettato dall'interno del convento e sviluppato secondo modelli vivariniani ormai acquisiti in ambiente veneziano. I simboli degli evangelisti, i dottori della Chiesa ed i Santi domenicani, pur non appartenendo alla prima fase di realizzazione farebbero comunque parte del vecchio programma iconologico, mentre i quattro santi domenicani sarebbero stati inseriti in vista della nuova funzione di mausoleo assunta dalla chiesa nel primo decennio del 1500 [6].

Capitolo 2: LA VETRATA: SISTEMI COSTRUTTIVI, TECNOLOGICI E DECORATIVI

Le vetrate sono opere complesse, hanno bisogno della luce e dell'ombra, ma soprattutto del contrasto tra le due. La loro natura di "dipinti di luce" ha fatto sì che questa arte venga spesso assimilata alla pittura, anche in quelle che sono le metodologie di restauro. Quando ci si trova a lavorare su di una vetrata è fondamentale non trascurare o relegare in secondo piano le considerazioni strutturali e la natura dei supporti.

Se infatti le vetrate istoriate danno l'idea di un immenso quadro attraversato dalla luce del sole, bisogna tener presente che tali "dipinti" sono stati eseguiti su di un materiale molto particolare, il vetro, con altri colori (le grisaglie), a loro volta, aventi una componente di natura vetrosa.

Ma il vetro è solo il più visibile degli elementi costitutivi di una vetrata: non bisogna dimenticare la cornice lapidea che custodisce il foro di luce in cui la vetrata è alloggiata e gli elementi che connettono e sostengono il mosaico di tessere vitree che dà vita all'immagine, come i telai e la tramatura plumbea.

Una fase preliminare di studio delle tecnologie di produzione delle vetrate ha permesso di individuare e caratterizzare i Sistemi Costruttivi, Tecnologici e Decorativi propri di questo tipo di opere d'arte [9, 13, 14, 15].

Il Vano Finestra



L'elemento architettonico posto nelle pareti o nelle coperture, determinante un'apertura, è da considerarsi fondamentale per una corretta analisi del manufatto vitreo. Esso infatti, insistendo sul vano, è vincolato alla struttura architettonica dell'edificio; se quindi un paramento verticale o parte di esso, un elemento portante di copertura o qualsivoglia sezione dovesse deformarsi oltre certi limiti, l'apertura è da considerarsi un "punto di fuga" delle sollecitazioni. E' fondamentale quindi conoscere la geometria ed i tipi di materiali del vano finestra e quali sono i collegamenti con il resto del paramento murario, al fine di ottenere una corretta analisi statica dell'antello.

Strutture di Contenimento: Infisso



Con il termine strutture di contenimento vengono indicati tutti i tipi di infissi, atti a sorreggere un pannello di tessere vitree legate a piombo (antello). L'infisso è composto da elementi verticali ed orizzontali semplici o modanati, resi solidali tra loro in modo diverso in relazione al tipo di materiale. Gli infissi in legno, ad esempio, presentano normalmente incastri a tenone e mortasa, rinforzati con perni, chiodi e staffature metalliche; quelli in ferro sono saldati o imbullonati. Il fermavetro è l'elemento di chiusura dell'infisso, che assicura l'antello al telaio.

Caratterizzazione: Infisso

	Infisso semplice	Infisso con "telaino"	Assenza dell'infisso	Fermavetro
Tipo di sezione	L H T	⌒		Regolare (quadrata, rettangolare, circolare). Barre modanate.
Tipo di materiale	Ferro, legno	Ferro		Ferro, legno
Sistemi di fissaggio tra elementi	Ferro: perni ribattuti, imbullonatura. Legno: incastri (tenone, mortasa), chiodatura, staffatura.	Ferro: perni ribattuti, imbullonatura		
Sistemi di ancoraggio al vano	Perni metallici	Perni metallici. Il "telaino" viene fissato direttamente sull'infisso.		
Tipo di alloggiamento per l'antello	Nessuno	Telaino	Nessuno. Incavi rudimentali nel vano finestra	L'antello è fissato sul verso e sul recto
Tipo di fissaggio tra antello e telaio	Stucco, siliconi	Stucco, siliconi	Intonaco, silicone	Stucco, siliconi

Strutture di Irrigidimento: Barre Metalliche



Vengono denominate strutture di irrigidimento le barre metalliche esterne di sostegno, che vengono poste sull'antello per far sì che questo sia in grado di sorreggere il proprio peso e di resistere alle sollecitazioni esterne: l'azione battente delle precipitazioni e del vento. Le barre devono resistere a tutti i fenomeni deformativi risultanti dall'eventuale cambiamento dell'equilibrio statico dell'edificio. Possono venire affiancate a reti metalliche esterne.

Caratterizzazione: Barre Metalliche

Tipo di sezione	Circolare, rettangolare.
Tipo di materiale	Ferro, acciaio, fibra di carbonio, ottone.
Orientamento	Orizzontale. Verticale. Inclinate (barre di controventature).
Posizionamento	Nel verso, nel recto.
Sistemi di fissaggio al telaio	Imbullonatura, saldatura (infixo in metallo). Chiodatura, staffatura (infixo in legno).

Antello



Pannello composto da tessere vitree, tagliate da una lastra di vetro soffiato, secondo le indicazioni date dal disegno eseguito precedentemente su di un cartone. Le tessere sono legate con righelli in piombo, resi solidali fra loro mediante una goccia di stagno nelle giunture. La perfetta adesione tra tessere vitree e righelli di piombo veniva assicurata applicando dello stucco tra i due elementi. L'antello presenta dimensioni contenute (fino a 1 m x 1 m circa) e viene fissato all'infixo attraverso le barre di sostegno, rese solidali alla struttura plumbea mediante collegamenti con filetti di rame o anelli di piombo.

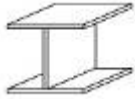
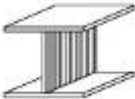
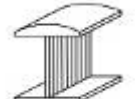
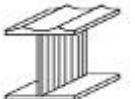

Caratterizzazione: Tessere Vitree

	Tessere colorate in pasta	Tessere placcate
A cilindro	Ottenute dal taglio di lastre, prodotte dalla stiratura di un cilindro soffiato a bocca	Ottenute dal taglio di lastre prodotte dalla stiratura di un cilindro trasparente immerso in diverse paste colorate (rosso)
A disco	Ottenute dal taglio di dischi prodotti ruotando una bolla di vetro soffiato, fino al suo completo appiattimento	Ottenute dal taglio di dischi prodotti ruotando una bolla di vetro soffiato ottenuta con due o più paste vitree (marmorizzazione)
Descrizione	La colorazione interessa l'intera massa del vetro	La colorazione è localizzata nello strato superficiale (soffiato a bocca) o dispersa nella massa del vetro incolore di base (marmorizzazione)
Dimensioni medie (lastra soffiata)	60-65 x 85-90cm	60-65 x 85-90cm
Spessore medio	2-4mm	2-4mm

Caratterizzazione: Composizione Chimica del Vetro

	Formatore	Fondente	Stabilizzante	Colorante	Decolorante
Area Mediterranea	SiO ₂	Na ₂ O	CaO MgO		
Area Continentale	SiO ₂	K ₂ O	CaO MgO		
Incolore	SiO ₂	Na ₂ O K ₂ O	CaO MgO	FeO (residuo)	Mn ₂ O ₃
Rosso	SiO ₂	Na ₂ O K ₂ O	CaO MgO	Cu ₂ O Au	
Verde	SiO ₂	Na ₂ O K ₂ O	CaO MgO	FeO	
Blu	SiO ₂	Na ₂ O K ₂ O	CaO MgO	CuO CoO	
Giallo	SiO ₂	Na ₂ O K ₂ O	CaO MgO	MnO CrO ₃	
Marrone	SiO ₂	Na ₂ O K ₂ O	CaO MgO	Fe ₂ O ₃	
Viola	SiO ₂	Na ₂ O K ₂ O	CaO MgO	Mn ₂ O ₃	

Caratterizzazione: Righelli in piombo

	Righello semplice liscio	Righello semplice trafilato	Righello a flangia ricurva o "a schiena d'asino"	Righello modanato	Righello di ricopertura
Tipo di sezione					
Descrizione	Righello antico (a partire dall'XI-XII Sec) ottenuto per colata su stampi. Presenta una sez. a doppio "T", nella quale si inseriscono i profili della tessera.	Righello ottenuto con la trafilatura (dal XV-XVI Sec ad oggi) Idem nella forma al righello semplice liscio, con la differenza che l'anima presenta caratteristiche impronte dovute alla trafilatura	Idem al righello semplice trafilato, ma con la caratteristica curvatura del profilo superiore della flangia. La parte curva è posta nel recto dell'antello. Usato solo per legature di piccole tessere	Idem al righello semplice trafilato con la differenza che la flangia presenta caratteristiche modanature dovute a particolari trafilature	Flangia posta tra due tessere a solo scopo estetico. Usato in passato per suturare tessere rotte
Larghezza flangia	4 - 10mm	4 - 20mm	4 - 8mm	4 - 8mm	4 - 8mm
Spessore anima	0,8 - 1mm	1 - 1,5mm	1 - 1,5mm	1 - 1,5mm	No

Caratterizzazione: Stagno per le saldature

Composizione	Leghe di Stagno e Piombo
Posizionamento	In corrispondenza delle giunture dei piombi, al fine di ottenere la miglior distribuzione del carico agente, rispettando la composizione artistica
Sustagnatura di irrigidimento	Operazione particolare per l'irrigidimento della tessitura plumbea; si passano con lo stagno fuso, distribuito con la punta del ferro caldo, le flange dei piombi e i punti di saldatura delle giunzioni precedentemente eseguiti

Caratterizzazione: Sistemi di collegamento tra antello e barre metalliche

Tipo	Filetto in rame	Anello in piombo
Quantità	In funzione di: <ul style="list-style-type: none">- sistema di irrigidimento- tramatura plumbea- spessore e dimensione delle tessere	
Posizionamento	Una volta saldato alla tramatura plumbea, viene passato attorno alla barra di sostegno quindi attorcigliato alle estremità con una pinza	Particolare legatura in piombo di forma circolare che abbraccia la barra di sostegno e viene saldata nella sommità.
Diametro	1 - 1,5 mm	1 - 2 mm

Caratterizzazione: Stucco di irrigidimento

Composizione	Olio di lino cotto, nero fumo, cariche inerti (Gesso Bologna, Scagliola, Bianco di Spagna)
Quantità	Fino al completo riempimento dell'alloggiamento della tessera
Posizionamento	Tra flangia e anima (piombo) e sezione della tessera

Superficie Pittorica: Grisaglie



Con il nome grisaglia viene indicato un materiale scuro e opaco alla luce, che serve a tracciare le linee, i contorni e gli ombreggiamenti della composizione pittorica vitrea. Le grisaglie medievali erano preparate mescolando polveri finemente macinate di materiali inerti (gesso, carbonati), coloranti (ossidi metallici) e leganti a caldo (polveri di vetro al piombo e/o alte percentuali di alcali). Esse venivano stemperate, per essere stese agevolmente sulle tessere, con leganti a freddo come la chiara d'uovo, vino, aceto, gomma arabica o oli vegetali. Portata a 660 °C la grisaglia fonde e penetra negli interstizi superficiali del vetro, fissandosi saldamente al substrato (cottura a *gran fuoco*).

Data la complessità di una vetrata, anche l'analisi del degrado di una singola parte dell'opera va effettuata considerando l'elemento non isolato ma come parte dell'intera struttura. Le spanciate degli antelli, ad esempio, normalmente vengono considerate come deformazioni causate dal peso dello stesso antello o degli antelli posti

direttamente al di sopra di quello deformato. Ma anche altri sono gli elementi da osservare: se gli antelli deformati si sono staccati dalle barre di sostegno esterne, se i filetti di rame che assicurano l'unione tra le due parti sono ancora intatti e se le stesse barre metalliche seguono gli spostamenti dell'antello e risultano deformate; bisogna compiere quindi uno sforzo ulteriore per cercare di meglio comprendere le ragioni della spanciatura: vanno quindi riconsiderati tutti gli elementi a disposizione, riguardanti ogni singolo Sistema Costruttivo, Tecnologico e Decorativo.

E' infatti chiaro che nell'analisi del degrado di un'opera d'arte così eterogenea - ma questo approccio è valido per qualsiasi manufatto - un mero rilievo dei soli fenomeni di degrado sarebbe fine a sé stesso, se tutti i dati ottenuti non fossero interpretati e/o contestualizzati; è necessario pertanto analizzare e comprendere le interazioni fra tutti gli elementi costitutivi.

Capitolo 3: ANAMNESI DEGLI INTERVENTI DI RESTAURO PREGRESSI

La Grande Vetrata della Chiesa di SS. Giovanni e Paolo è un'opera unica per dimensioni e stile a Venezia. La salvaguardia di questo capolavoro è sempre stata a cuore alla città di Venezia, come possono testimoniare le documentazioni relative ai ripetuti interventi di restauro di cui questa opera è stata oggetto.

Nel considerare gli interventi di restauro eseguiti nel corso dei secoli sulla Grande Vetrata della Chiesa di SS. Giovanni e Paolo bisogna però, prima di tutto, ricordare che questa è un'opera molto eterogenea, che comprende gli apporti di più artisti.

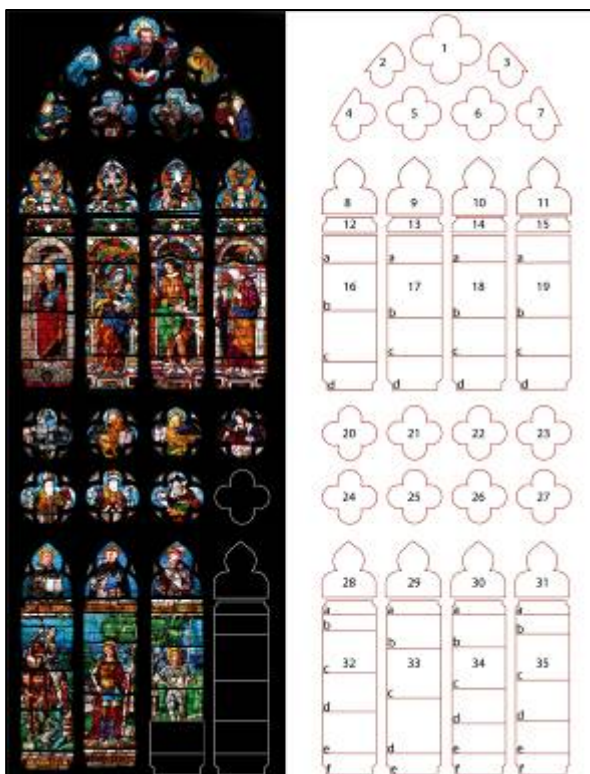


Fig. 3.1: Fotomosaico riprodotto la vetrata allo stato attuale (sinistra) e numerazione degli antelli (destra).

In particolare nella vetrata si possono distinguere tre settori, differenti sia stilisticamente che per tecniche di esecuzione:

- la parte superiore (pannelli dall'1 al 19) escluso il San Paolo (pannelli 8, 12 e 16 a, b, c, d) che, secondo i documenti dell'epoca, corrisponde alla prima fase di realizzazione del 1510, compiuta da Giannantonio da Lodi su cartoni di Bartolomeo Vivarini. Le sottili differenze presenti tra pannello e pannello fanno però anche pensare all'opera di più artigiani provenienti dalla stessa bottega (fase muranese).
- la parte inferiore della vetrata (pannelli dal 20 al 35) realizzata, secondo le fonti, nel 1515 da Girolamo Mocetto, che appone anche la sua firma nel pannello 32e (fase mocettesca).
- la porzione della quadrifora alta raffigurante San Paolo (pannelli 8, 12 e 16 a, b, c, d) estremamente diversa dalle altre tre porzioni della quadrifora.

I documenti sui restauri eseguiti mettono in luce un aspetto molto importante: “le condizioni di conservazione variano parallelamente al salto stilistico tra la fase muranese e la fase mocettesca” [16]. In particolare nella parte realizzata nel 1515 venne fatto un uso massiccio della colorazione a grisaglia per la resa pittorica delle figure, tecnica di grande impatto ma che rende l’opera molto deperibile.

Il primo restauro di cui si ha notizia risale al 1702, di questo si conosce solo il nome dell’esecutore, tale fr. Martino Mattei [17]. Dopo questo intervento, nel corso dei secoli seguenti, se ne sono succeduti altri tre: nel 1814 ad opera di Andrea Meduna; nel 1908 ad opera di Giovanni Beltrami ed infine nel 1981 ad opera di Ottorino Nonfarmale [16, 18].

Notizie riguardo al restauro del 1702 ad opera di fr. Martino Mattei si hanno solo perché il Moschini [17] ricorda che, nel restauro successivo del 1814, il Meduna sostituì l’iscrizione commemorativa di questo primo restauro con un’altra in ricordo del proprio intervento. Dati su ciò che venne realmente fatto dal Mattei non sono quindi disponibili.

Il primo restauro di cui si hanno testimonianze consistenti è quello eseguito nel 1814 da Andrea Meduna. Nel contratto per il restauro del 1814 sono riportate le categorie di artigiani che hanno preso parte al lavoro: finestraio, tagliapietra, muratore e fabbricieri. L’operazione di restauro, quindi, oltre alla sostituzione dei vetri rotti e al rinnovo dei piombi, riguardò anche il consolidamento della struttura lapidea. Venne inoltre effettuata una operazione di reintegrazione dell’immagine attraverso ritocchi eseguiti a freddo con leganti organici nelle zone in cui la grisaglia si era rovinata o risultava lacunosa.

Il Meduna si “preoccupò” anche di sostituire il fregio situato alla base dei pannelli inferiori con una iscrizione in memoria del restauro, oltre ad inserire le proprie iniziali nel pannello raffigurante il Dio Padre.

Durante la fase di montaggio, i restauratori commisero diversi errori nella ricollocazione dei pezzi, soprattutto nei basamenti delle figure della quadrifora alta e nell’inquadramento architettonico del pannello raffigurante San Pietro.

Solo una trentina d'anni dopo questo restauro molto controverso, la vetrata versava già in condizioni critiche e la Commissione di Pittura, in una relazione all'Imperial Regio Governo, sottolinea la differenza tra la pittura a grisaglie ed i ritocchi con colori ad olio, destinati a vita breve. Tuttavia in questo periodo non venne eseguito nessun restauro.

Nel 1902, forti preoccupazioni riguardo la stabilità della struttura lapidea spinsero le autorità a commissionare un nuovo lavoro di restauro. Il consolidamento della struttura lapidea venne commissionato all'imprenditore Acerbi, mentre per il recupero della vetrata venne contattato Guido Bertini, il quale però non cominciò mai il restauro a causa di forti divergenze riguardo all'esecuzione dei lavori.

Al posto del Bertini venne scelto, nel 1907, Giovanni Beltrami, già allievo del Bertini, rispetto al quale aveva però ben presto guadagnato fama e notorietà maggiori e artista vicino alla corrente critica di Camillo Boito.

Il Beltrami portò avanti il restauro in maniera molto rigorosa: ogni pannello, una volta smontato, veniva disegnato a grandezza naturale, fotografato e inviato al suo laboratorio dove avveniva l'esecuzione dell'intervento. Qui vennero sostituite le cornici in ferro, riparate le rotture con saldature a piombo dove si voleva conservare il vetro e sostituiti i vetri nei punti in cui questo era indispensabile (dove c'erano mancanze o nel caso degli sfondi blu sostituiti quasi completamente dal Beltrami).

L'operazione più delicata fu però l'integrazione delle parti di disegno mancanti, eseguita con ritocchi a freddo seguendo le tracce lasciate sul vetro dalla grisaglia ormai perduta. Il Beltrami sottolineò comunque che questo rimedio, non essendo possibile ricucere i pezzi ritoccati, era destinato ad avere vita breve.

L'intervento di restauro fu quindi molto diverso a seconda della zona della vetrata: nella parte alta, dove le grisaglie resistevano ancora, si limitò ad eseguire alcune riparazioni, risistemare i vetri disordinati della quadrifora alta e rifare la testa di un puttino; nella parte bassa invece dovette anche reintegrare grosse porzioni di grisaglia ormai perduta. Infine si preoccupò di ricollocare il fregio alla base della quadrifora bassa eliminando l'iscrizione introdotta dal Meduna [16].

Alla fine degli anni settanta lo stato di relativo dissesto dei pannelli più bassi e le molte fratture dei vetri richiamarono nuovamente l'attenzione dei responsabili della Soprintendenza ai Beni Ambientali e Architettonici di Venezia sullo stato di conservazione della Grande Vetrata.

La Soprintendenza, con l'aiuto della "The Venice in Peril Fund", iniziò nel 1977 una campagna di studio del manufatto: vennero montate alcune impalcature alte 20 metri per poter studiare da vicino la vetrata e nell'anno successivo venne allestito un laboratorio all'interno della chiesa.

Nel 1978 venne contattato il prof. Giuseppe Marchini per dare una prima valutazione sullo stato di conservazione della Grande Vetrata.

Marchini riassunse le sue considerazioni in due relazioni (Febbraio e Luglio 1978): *"I vetri appaiono in buone condizioni. All'esterno non risultano generalmente attaccati dagli agenti atmosferici, salvo piccoli pezzetti di bianco. I piombi pure si trovano in buone condizioni. I telai e le bacchette di ferro (barre di sostegno esterne) sono invece in stato di disfacimento per la ruggine. Lo stucco che fissa i pannelli ai telai è crepato e sta cadendo. Né all'esterno né all'interno si osservano incrostazioni calcaree. Ma la pittura a grisaglia della superficie interna risulta in gran parte gravemente indebolita. In alcune zone è caduta; in altre è sollevata in forme di squame pronte a cadere alla minima sollecitazione; in altre ancora, pulverulenta sicché un lieve sfregamento la può cancellare. [...] Si riscontra un indebolimento della grisaglia anche nei pezzi rinnovati coi restauri del presente secolo ventesimo".* Secondo il Marchini *"il problema del restauro trova il suo punto focale più importante nella necessità di fissare la grisaglia. In secondo luogo, nella sostituzione dei telai e delle bacchette di ferro con profilati di ottone, non ossidabile. Senza raggiungere la prima condizione non si giudica possibile alcun intervento".* *"Le operazioni di fissaggio e di pulitura delle grisaglie non richiedono l'intervento di uno specialista vetraio, ma possono essere condotte da un restauratore di dipinti in genere, che abbia abilità, molta prudenza e sensibilità per questi problemi che sono comuni a tutta la pittura. Occorre insomma quella particolare forma mentis e non sono necessarie cognizioni specifiche sul vetro".*

Nello stesso periodo vennero anche contattati il Signor Dennis King (vetraio di Norwich), il Prof. Roy Newton (Corpus Vitrearum Medii Aevi) e il Dottor Bernard Feilden (Direttore dell'ICCROM) i quali diedero delle indicazioni di massima sulla metodologia da seguire per il restauro dell'intera vetrata (King e Feilden) e fornirono una lista dei vari tipi di adesivi per la grisaglia sollevata (Newton).

Sempre nel 1978 venne anche richiesta la collaborazione della Stazione Sperimentale del Vetro di Murano per dare una risposta ad alcuni quesiti determinanti.

Si trattava in particolare di:

- constatare la possibilità di distinguere tra alcuni vetri di origine incerta, quali fossero i pezzi originali e quali le parti sostituite in restauri successivi
- stabilire le condizioni della grisaglia originale, distinguendola da eventuali ridipinture e definire la natura della pellicola scura che si stava staccando dalla vetrata
- accertare le cause della corrosione che si manifestava su alcuni vetri, in particolare sui vetri rosso rubino.

I vetri vennero analizzati mediante microscopia elettronica a scansione con microanalisi ai raggi X. Questo strumento permise di ottenere immagini delle superfici o delle sezioni dei vetri a forti ingrandimenti e di determinare contemporaneamente la loro composizione e quella dei prodotti di alterazione. Per conoscere la struttura cristallina delle grisaglie e dei prodotti di corrosione venne usata la diffrazione ai raggi X, mentre per determinare la composizione delle resine protettive applicate in precedenti restauri venne utilizzata soprattutto la spettrofotometria infrarossa.

L'analisi chimica dei frammenti delle tessere vitree permise di accertare che la maggior parte dei vetri originali della vetrata erano di origine muranese (sodici) e solo una piccola parte (tra cui i vetri rosso rubino) di produzione continentale (potassici).

L'analisi delle grisaglie e del colore rosa incarnato confermò che entrambi i materiali erano composti da un vetro bassofondente a base di silice e ossido di piombo in cui erano dispersi gli ossidi coloranti (soprattutto ossido di ferro (III)).

Per quanto riguardava la corrosione, comparsa solo sui vetri di produzione continentale, venne accertato che la patina bianca, composta da solfato di calcio (gesso) e solfato di calcio e potassio (singenite), che li ricopriva soprattutto all'esterno, si era generata per interazione dell'umidità, acida per la presenza di SO₂ proveniente dall'inquinamento atmosferico, con il calcio e il potassio contenuti nel vetro. La struttura chimicamente meno stabile di questi vetri aveva consentito una progressiva infiltrazione dell'umidità, la conseguente disgregazione della superficie e il generarsi del deposito salino che li rese opachi alla luce.

Per il fenomeno di distacco delle grisaglie le cause vennero ricondotte a errori durante la cottura a gran fuoco, a differenze dei coefficienti di dilatazione termica tra grisaglia e substrato e ad interventi di pulitura troppo drastici.

Ultimo problema affrontato fu la presenza di una pellicola nera di vario spessore che ricopriva tutta la superficie interna della vetrata. Venne visto che la pellicola conteneva una pigmentazione costituita da particelle di nero carbone, responsabile della sua colorazione, altri componenti inorganici costituiti da frammenti di grisaglia colorata, probabilmente staccatisi dal loro supporto all'atto dell'applicazione della pellicola e delle particelle di ocra rossa, forse anch'esse facenti parte della carica della pellicola. Le analisi rivelarono che la pellicola era costituita da una resina naturale mescolata ad un olio essiccativo; l'invecchiamento subito dalla resina rese praticamente impossibile una sua più precisa identificazione.

Nell'aprile del 1979 la Soprintendenza ai Beni Artistici e Storici di Venezia fornì una valutazione preliminare sullo stato della vetrata. Dalla relazione emerse che la situazione statica generale della vetrata era soddisfacente e meno preoccupante di quanto potesse sembrare all'inizio [“Il Gazzettino” 2 Marzo 1978]: il cedimento che era stato rilevato alla base dell'opera interessava solo una zona marginale dello stesso. In questa prima relazione risulta molto interessante la citazione di Barclay Baron, che nel corso del restauro del 1908 ebbe più volte occasione di salire sulle impalcature, il quale afferma che in quell'intervento la tramatura plumbea sarebbe stata completamente sostituita. Dalle fonti pubblicate risulta invece sostituita solo nei punti più ammalorati. Nella stessa relazione venne indicato che il problema più grave era rappresentato dal pericolo che, in seguito a pulitura, la grisaglia potesse staccarsi dal vetro. Lo stato precario della grisaglia era peggiorato dalla presenza della vernice protettiva applicata in precedenza nei punti in cui la grisaglia aveva già perso l'adesione al vetro. Questa vernice ormai annerita e completamente degradata non era più in grado di assolvere al compito per il quale era stata applicata e risultava avere addirittura un effetto ancora più dannoso sulle grisaglie in via di distacco.

Nel 1980 l'antello 8 della vetrata venne consegnato ai laboratori della Soprintendenza ai Beni Artistici e Storici di Venezia per l'esecuzione di alcune indagini preliminari. Nel corso di queste analisi vennero presi in considerazione tutti gli elementi costitutivi

dell'antello: telaio in ferro, barre di sostegno esterne in ferro, tramatura plumbea, tessere vitree e grisaglie.

Nella relazione finale venne anche definito lo stato generale di conservazione dell'antello da cui emersero le seguenti problematiche:

- presenza di ruggini e ossidazioni rispettivamente su barre di sostegno e righelli in piombo
- distacco e mancanze dello stucco
- frattura e incrinatura delle tessere vitree
- depositi di corrosione sulla superficie dei vetri rossi potassici
- presenza della vernice scura data sopra alle grisaglie che, ormai in fase di distacco, contribuiva a favorirne la caduta

Il pannello venne analizzato preliminarmente in luce trasmessa, riflessa, radente, ultravioletta e anche con un convertitore a raggi infrarossi.

Alcuni campioni dei prodotti di degrado vennero analizzati:

- il ferro del telaio risultò essere ricoperto da uno strato di carbonato e ossido di ferro
- il piombo della tramatura presentava depositi biancastri sulla superficie che vennero identificati come carbonati e solfati di piombo
- i depositi di alterazione presenti sulle tessere rosse risultarono essere costituiti da solfato di calcio e potassio (Singenite).

Negli stessi laboratori vennero effettuate delle prove di pulitura e consolidamento.

Il consolidamento delle grisaglie in via di distacco venne eseguito con resina acrilica (Paraloid B72 al 3% in tricloroetano) e con resina vinilica (Polivinilalcol al 3% in alcool). I risultati di entrambe le prove risultarono soddisfacenti.

Per la rimozione dello strato di vernice vennero impiegate varie miscele di solventi organici che diedero tutte esito negativo. Due test di pulitura utilizzando miscele lievemente basiche (alcool - acetone - ammoniaca - acqua e ammoniaca - acqua) diedero invece risultati soddisfacenti riuscendo ad alleggerire fortemente lo strato di vernice ossidata.

La miscela alcool - acetone - ammoniaca - acqua diede buoni risultati anche per la pulitura del verso delle tessere vitree riuscendo a rimuovere completamente lo strato di polvere e residui atmosferici.

I depositi di alterazione presenti sulle tessere rosse vennero invece rimossi applicando impacchi di una soluzione acquosa di EDTA e bicarbonato di ammonio e rimuovendo poi la crosta biancastra per azione meccanica con un bisturi.

Per i telai, venne invece consigliato un trattamento consistente nella preliminare disincrostazione meccanica e nella stabilizzazione della ruggine mediante applicazione di impacchi di una miscela di ossalato di potassio e di acido ossalico, al fine di inibire la corrosione del ferro, lavaggio con acqua e applicazione di un inibitore di corrosione di tipo commerciale.

I depositi di corrosione presenti sulla tramatura plumbea vennero invece rimossi per spazzolatura, a questa operazione vennero fatti seguire trattamenti con acido cloridrico al 3% e acetato di ammonio al 10%. La superficie venne infine lavata con acqua distillata.

Nel giugno del 1979 il prof. Baldini dell'Opificio delle Pietre Dure di Firenze, si offrì di eseguire delle prove di consolidamento su alcuni campioni e nel dicembre dello stesso anno un quadrilobo venne spedito a Firenze. Non si ha una relazione di queste analisi; si sa solo che vennero eseguite delle prove di pulitura previo consolidamento della grisaglia.

Nel febbraio del 1981 il soprintendente ai Beni Ambientali e Architettonici di Venezia Mario Piana scrive al professor Baldini, il quale si era offerto di eseguire l'intero restauro a Firenze a spese dell'Opificio delle Pietre Dure, che il restauro sarebbe stato eseguito a Venezia da Ottorino Nonfarmale, in quanto lo spostamento dell'intera vetrata da Venezia a Firenze sarebbe risultato troppo rischioso. Tale operazione avrebbe poi privato il restauratore della possibilità di valutare le componenti di luce originali che, soprattutto nel caso di una vetrata, divengono materia stessa dell'oggetto artistico.

Nel febbraio del 1981 venne stipulato il contratto per il restauro della vetrata con la ditta del Sig. Ottorino Nonfarmale con i termini di consegna (15 Luglio 1981) e di ultimazione (25 Novembre 1982) per un totale di 360 giorni naturali. Nella lettera di incarico la soprintendenza ai Beni Ambientali e Architettonici di Venezia espresse parere positivo circa la sostituzione delle barre di sostegno con barre in fibra di carbonio, la sostituzione dello stucco con teflon e gomme siliconiche e la posa in opera di controvetri a ventilazione forzata [19].

Ottorino Nonfarmale sottolineò da subito che il degrado delle parti dipinte riguardava soprattutto le zone sulle quali erano stati eseguiti i ritocchi a freddo: il colore risultava sollevato e distaccato dal supporto vitreo probabilmente a causa del disseccamento degli oli e delle resine usati nei ritocchi. Il grosso problema risiedeva però nel fatto che nel distacco delle porzioni organiche venivano anche coinvolte parti delle grisaglie sottostanti.

La prima operazione condotta dal Nonfarmale fu quindi quella di fissare il colore in fase di distacco con impacchi di bicarbonato d'ammonio diluito e diluente alla nitrocellulosa, operando sempre attraverso la carta giapponese che aveva lo scopo di mantenere fermo il tutto. Nei punti in cui tale operazione non era sufficiente venne usato come fissante il Paraloid B72 in soluzioni molto diluite (2,5% o meno).

Una volta messo in sicurezza lo strato pittorico venne quindi eseguita l'operazione di pulizia.

Successivamente i vetri vennero smontati dai telai e furono eliminate le piombature delle fratture che vennero suturate con l'impiego di una resina epossidica elastica, foderando poi il vetro rotto, dall'esterno, con Paraloid B72 al 50%.

Eventuali lacune vennero riempite con resina siliconica o, in zone ampie, con poliesteri da colata velati con colori in polvere.

Il restauro della faccia esterna della vetrata riguardò la sostituzione delle vecchie barre di ferro con tubi di acciaio inox, mentre l'ancoraggio al telaio venne eseguito con gomme siliconiche e tappi di Teflon. I depositi di alterazione presenti su questa faccia vennero rimossi prima per azione meccanica e successivamente con impacchi di EDTA e bicarbonato di ammonio concentrato (30-40%).

I vetri vennero poi fissati con Paraloid B72 con aggiunta di silicone Dry Film 104 della General Electric [18].

Nel Febbraio 1983 la Sovrintendenza ai Beni Ambientali e Architettonici di Venezia relazionò che nel Novembre 1982 era avvenuto il rimontaggio in situ della Grande Vetrata di SS. Giovanni e Paolo. In questa relazione venne anche indicata l'intenzione di monitorare i valori termoigrometrici dell'intera opera.

Nel Novembre 1983 ebbe infine luogo la visita di collaudo dei lavori di restauro della Grande Vetrata di SS Giovanni e Paolo eseguiti dalla ditta del Sig. Ottorino

Nonfarmale. Il collaudatore diede responso positivo certificando che i lavori erano stati eseguiti a regola d'arte e con materiali idonei [19].

Nel Dicembre 2005 dieci antelli vennero smontati nel corso di un restauro non autorizzato dalla Soprintendenza ai Beni Architettonici, per il Paesaggio e per il Patrimonio Storico, Artistico ed Etnoantropologico di Venezia e Laguna ed immediatamente bloccato dalla stessa Soprintendenza.

Questi antelli al momento non sono in opera e sono conservati presso la sacrestia della chiesa.

Sistemi Costruttivi Tecnologici e Decorativi: Operazioni Eseguite nei Restauri Progressi

Vano Finestra

Manutenzione ordinaria	Non rilevabile
Intervento di restauro 1814 A. Meduna	<i>Consolidamento</i>
Intervento di restauro 1902 A. Acerbi	<i>Consolidamento e sostituzione conci lapidei</i>

Strutture di Contenimento (Infissi)

Manutenzione ordinaria	Non rilevabile
Intervento di restauro 1902 G. Beltrami	<i>Sostituzione</i>
Intervento di restauro 1981 O. Nonfarmale	<i>Nuovo ancoraggio del telaio eseguito con gomme siliconiche e tappi di Teflon</i>

Strutture di Irrigidimento (Barre Metalliche)

Manutenzione ordinaria	Non rilevabile
Intervento di restauro 1902 G. Beltrami	<i>Consolidamento e aggiunta di nuove barre in ferro</i>
Intervento di restauro 1981 O. Nonfarmale	<i>Sostituzione con barre in acciaio inox</i>

Tramatura Plumbea e Tessere Vitree

Manutenzione ordinaria	Non rilevabile
Intervento di restauro 1814 A. Meduna	<i>Ripiomatura completa</i>
	<i>Sostituzione delle tessere fratturate</i>
	<i>Sostituzione del fregio situato alla base dei pannelli inferiori con iscrizione</i>
Intervento di restauro 1902 G. Beltrami	<i>Piomatura delle fratture</i>
	<i>Sostituzione quasi completa dei fondi blu</i>
	<i>Sostituzione delle tessere mancanti</i>
	<i>Sostituzione delle tessere erroneamente introdotte nei precedenti restauri (fregio, basamento quadrifora alta)</i>
	<i>Datazione delle tessere sostituite (incisione sul verso)</i>
	<i>Ripiomatura completa o nelle zone deformate (dal progetto del Bertini)</i>
	<i>Rettifica delle linee alterate dai cedimenti (deformazioni, spancature... dal progetto del Bertini)</i>
Intervento di restauro 1981 O. Nonfarmale	<i>Rimozione delle piombature delle fratture e nuova sutura con resina epossidica elastica; foderando il vetro rotto dall'esterno con Paraloid B72 al 50%</i>
	<i>Pulitura meccanica e con impacchi di EDTA e bicarbonato di ammonio concentrato (30-40%)</i>
	<i>Le lacune vennero riempite con resina siliconica o, in zone ampie, con poliesteri da colata velati con colori in polvere W&N</i>
	<i>Fissaggio in opera con Paraloid B72 con aggiunta di silicone Dry Film 104 della General Electric</i>

Superficie Pittorica

Manutenzione ordinaria	Non rilevabile
Intervento di restauro 1814 A. Meduna	<i>Ritocchi a freddo</i>
	<i>Inserimento di tessere dipinte ex-novo</i>
Intervento di restauro 1902 G. Beltrami	<i>Ritocchi a freddo seguendo le tracce delle grisaglie staccate (evita la ricottura e avverte della breve durata dei ritocchi a freddo)</i>
Intervento di restauro 1909 I. Cantinotti	<i>Ritocchi a secco sul lavoro del Beltrami</i>
Intervento di restauro 1981 O. Nonfarmale	<i>Fissaggio delle grisaglie in fase di distacco con impacchi di bicarbonato d'ammonio diluito e diluente alla nitrocellulosa, operando con carta giapponese</i>
	<i>Pulitura con cloroformio e carta giapponese</i>
	<i>Fissaggio delle grisaglie con Paraloid B72 in soluzioni molto diluite (2,5% o meno)</i>

Smontaggi

Marino Mattei (non documentato)	1702
Andrea Meduna	1814
Giovanni Beltrami	1902
Necessità belliche I° guerra mondiale	1914 (ricollocata nel 1919)
Necessità belliche II° guerra mondiale	1940
Ottorino Nonfarmale	1981

Capitolo 4: LA PULITURA ED IL CONSOLIDAMENTO DI MANUFATTI IN VETRO: STATO DELL'ARTE

Rispetto ad altri materiali, esistono relativamente poche pubblicazioni riguardanti la conservazione del vetro. La maggior parte di tali risorse è dedicata alla trattazione delle problematiche relative alla conservazione ed al restauro delle vetrate istoriate medievali, soprattutto grazie al lavoro del *Corpus Vitrearum Medii Aevi* (CVMA).

Analizzando queste informazioni emerge che le problematiche relative alla conservazione di manufatti vetrosi riguardano sia la pulitura che il consolidamento di tali reperti [20, 15].

La pulitura concerne tanto l'eliminazione dei depositi solubili o insolubili presenti sulla superficie vetrosa e delle patine di alterazione che si formano in seguito ai processi degradativi del vetro, quanto la rimozione dei materiali impiegati in operazioni di restauro precedenti e le procedure di routine per la pulitura di esemplari musealizzati.

Numerose sono le metodologie impiegate per la rimozione di patine e depositi dalle superfici vetrose: dal più tradizionale utilizzo di metodi meccanici o acqua deionizzata fino all'impiego degli ultrasuoni e di altri composti chimici quali, ad esempio, acidi minerali e agenti complessanti.

Di seguito viene riportato un breve *excursus* di questi metodi:

- L'utilizzo di mezzi meccanici, come ad esempio spazzole con setole tradizionali o con fibre di vetro, scalpelli, spazzole di acciaio e carta vetrata si rivelano spesso inadeguati, in quanto risulta impossibile riuscire ad eliminare completamente patine e depositi senza andare ad intaccare la superficie del vetro [21].
- L'impiego dell'acqua deionizzata risulta molto efficace nel caso di depositi ricchi di solfati e talvolta può bastare da sola per ottenere buoni risultati [22].
- I bagni ad ultrasuoni sono stati utilizzati con successo per vetri in buone condizioni ma possono risultare dannosi nel caso di superfici che presentino esfoliazione [23, 24].

- Soluzioni diluite di acidi minerali sono state spesso usate per la rimozione di patine e depositi superficiali non considerando l'effetto nocivo che un ambiente acido può avere su di un vetro, soprattutto nel caso di reperti archeologici. In questi casi possono infatti essere presenti anche cricche e fessurazioni che permettono la penetrazione della soluzione acida all'interno del manufatto ed il conseguente danneggiamento dell'intero oggetto [20].
- Il carbonato di ammonio viene utilizzato per la rimozione delle croste di gesso (solfato di calcio diidrato) perché reagisce con questo e forma carbonato di calcio. Il carbonato è meno solubile in acqua del solfato e non porta alla formazione di croste compatte in conseguenza ai processi di dissoluzione e ricristallizzazione, come nel caso del gesso. Deve tuttavia essere rimosso prima che formi delle patine biancastre deturpanti e difficili da rimuovere. Un altro prodotto della reazione è il solfato di ammonio, che deve essere rimosso il più possibile in quanto corrosivo: è instabile ed evolve in ammoniaca e acido solforico [25].
- Gli agenti chelanti, quali ad esempio i polifosfati [23], gli acidi aminocarbossilici [23] e gli acidi idrossocarbossilici [26], risultano essere più selettivi nella rimozione di patine e depositi, andando a sequestrare preferenzialmente gli ioni presenti in questi strati rispetto a quelli che costituiscono il reticolo vetroso. Anche in questo caso è però necessario fare del distinguo, in quanto nella applicazione di tali composti bisogna tenere sotto stretto controllo eventuali variazioni del pH del mezzo e non effettuare applicazioni prolungate che porterebbero alla complessazione anche degli ioni presenti nel vetro.
- Per la rimozione di depositi grassi possono invece venire utilizzati dei detergenti anionici o cationici dispersi in acqua o addirittura solventi organici [20].

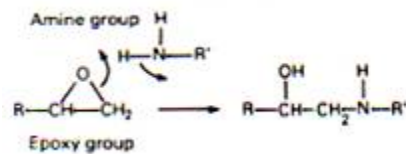
Il problema del Consolidamento dei vetri degradati o delle fragili superfici vetrose decorate emerge quando si considerano vetri soggetti a sgretolamento o esfoliazione.

Prima dell'impiego di polimeri sintetici i materiali usati per il restauro dei vetri antichi erano colle animali, cere naturali e resine [27]. Questi avevano soprattutto lo scopo di

tenere insieme i frammenti vitrei, ma avevano gravi svantaggi, quali, ad esempio, contrazione, inglobamento di polvere e fragilità

Al momento vengono per l'appunto impiegati nel consolidamento resine o polimeri sintetici:

- le resine epossidiche utilizzate a questo scopo sono caratterizzate da due componenti: un gruppo epossidico ed un gruppo amminico, con la funzione di reticolante, entrambi mescolati con diluenti e catalizzatori.

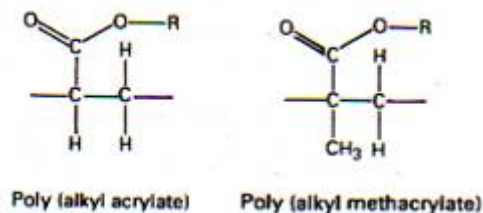


Il gruppo idrossido che si forma nella reazione può prendere parte o contribuire a successive reazioni con altri gruppi epossidici.

Vari tipi di ammine e di gruppi epossido vengono presi in considerazione per modulare le proprietà della resina ed in particolare la sua viscosità [28, 30, 31].

- I polimeri acrilici impiegati sono costituiti fondamentalmente da due tipi di unità monomeriche: gli acrilati ed i metacrilati.

Acrilati e metacrilati derivano rispettivamente dagli acidi acrilico e metacrilico. Questi acidi possono essere esterificati con un alcool per dare una ampia gamma di monomeri



In ogni caso sia i metacrilati che gli acrilati danno reticolazione in seguito a esposizione alla radiazione ultravioletta e potrebbero diventare insolubili.

Il Paraloid B-72, che viene molto usato al momento, appartiene a questa categoria. E' un polimero molto stabile, ha T_g pari a 40 °C e indice di rifrazione pari a 1.49 [29, 30, 31].

Il trattamento dei vetri con questi materiali è da considerarsi irreversibile, in quanto la risolubilizzazione del consolidante, anche nel caso di polimeri dotati di elevata solubilità, comporta un rigonfiamento del polimero e crea di conseguenza delle tensioni a cui il vetro potrebbe non resistere.

Inoltre la completa rimozione del materiale, nel rispetto del manufatto, è decisamente improbabile.

Nel caso di vetri degradati si considera che il substrato in cui il consolidante dovrà penetrare e le superfici a cui dovrà aderire sono caratterizzati da una porosità e da un grado di idratazione elevati. Per cui, per migliorare l'efficacia del trattamento, viene scelto un sistema in grado di scalzare le molecole d'acqua di idratazione per sostituirle con il consolidante. La disidratazione preliminare del vetro con il calore o sotto vuoto viene evitata in quanto potrebbe causare una contrazione del reticolo vetroso e conseguenti danni.

In genere le operazioni di consolidamento prevedono la disidratazione preliminare con un solvente o l'impiego di un sistema consolidante miscibile con l'acqua. Il sistema consolidante deve inoltre essere caratterizzato da una bassa viscosità che consenta una efficace penetrazione nel vetro.

Nel trattamento di superfici esfoliate, resine e polimeri vengono utilizzati come trattamenti superficiali per la riadesione dei diversi strati. Questi trattamenti danno una iniziale riduzione delle iridescenze del vetro e la sensazione di una aumentata trasparenza del materiale, ma bisogna considerare che il vetro ed il consolidante subiscono nel tempo processi di invecchiamento molto differenti. La loro compatibilità è dunque destinata a diminuire con il passare del tempo [20].

L'intento di creare una "nuova superficie vetrosa" che sia duratura e che possa proteggere il vetro sottostante costituisce una prospettiva di grande interesse. Numerosi tentativi sono stati eseguiti per cercare di ricoprire vetri soggetti a fenomeni di degrado con film vetrosi più resistenti.

Le prime prove vennero eseguite agli inizi del 1900 depositando, mediante ricottura a 400 °C, un vetro bassofondente sulla superficie del substrato [20]. Questo metodo lascia molti dubbi, in quanto è impensabile di poter sottoporre un vetro antico a tali temperature.

Una interessante alternativa è costituita dall'impiego del metodo sol-gel, che prevede la deposizione di film sottili di ossidi vetrosi attraverso l'uso di soluzioni di precursori alcossidici, i quali danno reticolazione in presenza di acqua e di un catalizzatore [32].

Le prime prove con questo tipo di materiali hanno sollevato il problema della incompatibilità tra film e substrato a causa dei differenti coefficienti di espansione termica delle due parti [20].

Il processo sol-gel comunque permette di modulare le proprietà del prodotto finale attraverso modificazioni dei gruppi legati all'atomo centrale del precursore (ad esempio sostituendo uno o più gruppi alcossido con gruppi alchilici) o impiegando alcossidi di differenti metalli per ottenere un film costituito da ossidi misti.

Buoni risultati sono stati ottenuti ad esempio attraverso l'impiego di sistemi misti silice-zirconia su campioni simulanti vetri degradati. Tuttavia, anche in questo caso, veniva fatta seguire alla deposizione dei film una fase di trattamento termico ad elevate temperature [33].

Un sistema multi strato è invece stato utilizzato con successo per la protezione del mosaico raffigurante il Giudizio Universale nella cattedrale di San Vito a Praga. Tale sistema è costituito da uno strato sol-gel misto organico-inorganico direttamente a contatto con la superficie delle tessere vitree, sul quale è stato poi depositato un fluoropolimero organico. Lo strato sol-gel assicura una buona compatibilità tra substrato e film protettivo mentre il polimero organico costituisce uno "strato sacrificale" che va a coprire il vero strato protettivo [34].

Un metodo per ottenere film protettivi di silice sol-gel senza l'impiego di trattamenti termici è stato messo a punto nei laboratori del gruppo di Chimica per i Beni Culturali dell'Università di Padova [35]. Questo gruppo è impegnato nello studio dell'applicabilità di diverse formulazioni sol-gel per la protezione ed il consolidamento di superfici vetrose: i rivestimenti sol-gel testati hanno prodotto buoni risultati nella protezione di vetri antichi dagli agenti atmosferici, mostrando una buona compatibilità con i substrati e rallentando la lisciviazione degli ioni alcalini dal vetro [36, 37]. La sostituzione del catalizzatore acido (HCl), normalmente utilizzato per ottenere film sottili di silice da precursori alcossidici [32], con ioni metallici come Pb(II) [38] e

Sn(IV) [39] ha permesso di ottenere miscele sol-gel aventi valori di pH prossimi alla neutralità, eliminando così il problema della lisciviazione acida da parte del protettivo stesso. Lo stesso gruppo sta sviluppando un innovativo rivestimento di silice ottenuto utilizzando come precursore il peridropolisilazano [40]. Tutte queste formulazioni hanno buona compatibilità con i substrati vetrosi e proteggono le superfici dagli agenti atmosferici che possono causare alterazioni quali ad esempio l'esfoliazione ed il distacco delle grisaglie dalle tessere vitree delle vetrate.

Capitolo 5: STUDIO E RILIEVI PRELIMINARI

Metodologia dell'attuale studio preliminare al restauro

Analizzando gli interventi di restauro pregressi spiccano il rigore e la precisione con cui nel 1908 il Beltrami operò sulla vetrata. Molto della storia recente di questa opera d'arte può essere ricostruito grazie alle testimonianze lasciate durante il restauro degli inizi del ventesimo secolo.

Molto preziose risultano anche le informazioni raccolte ed egregiamente organizzate dalla medievalista Serena Romano nel libro “La Grande Vetrata di San Giovanni e Paolo. Storia, Iconologia, Restauro” edito in occasione del restauro eseguito nel 1980 [16].

Dal lavoro di queste persone e dalla “Carta di Conservazione della Vetrata” del Corpus Vitrearum Medii Aevi [15, 25] si è preso spunto per sviluppare la metodologia da seguire nelle indagini e nei rilievi eseguiti dall'equipe dell'Università degli Studi di Padova in collaborazione con la Soprintendenza per i Beni Ambientali e Paesaggistici di Venezia e Gronda Lagunare.

Dopo aver individuato le linee guida da seguire nella caratterizzazione del manufatto, come prima cosa, è stata eseguita una analisi preliminare, da distanza ravvicinata, della vetrata in opera, al fine di comprendere appieno la natura dell'oggetto che ci si apprestava a studiare.

Contemporaneamente è stato eseguito un rilievo metrico delle dimensioni della finestra e della vetrata (antello per antello). Lo studio delle forme e delle dimensioni dei pannelli che costituiscono questa opera d'arte ha permesso di elaborare delle schede da utilizzare come supporti grafici per i successivi rilievi (Fig. 5.1).

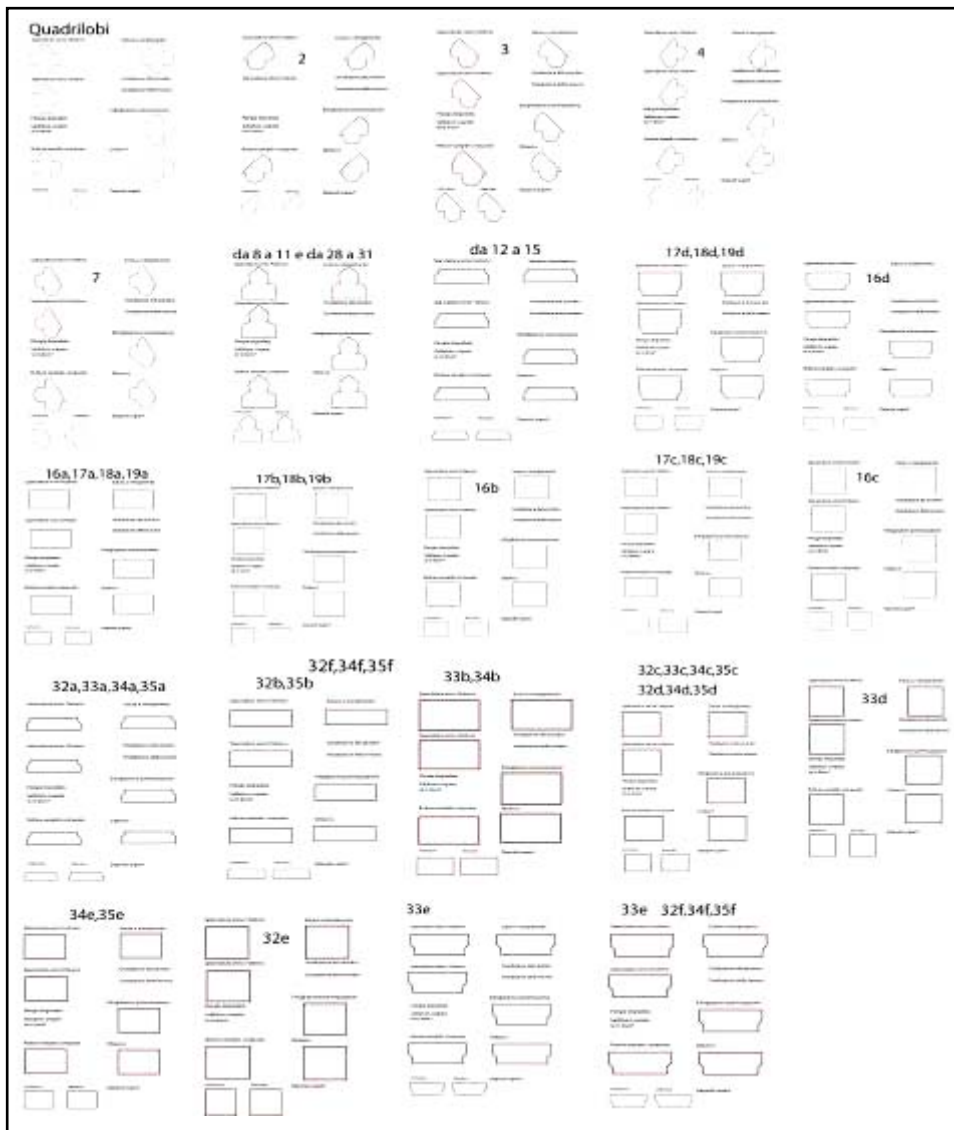


Fig. 5.1: Schede utilizzate per l'organizzazione dei dati ottenuti dai rilievi eseguiti sulla vetrata.

In seguito è stato eseguito un rilievo fotografico ad elevata definizione della parte interna dell'intera vetrata, effettuato antello per antello. Tale operazione è stata realizzata al fine di documentare lo stato di fatto dell'opera. I dati ottenuti dal rilievo fotografico e dal rilievo metrico hanno inoltre permesso di realizzare un fotomosaico che riproduce tutta la vetrata e permette una immediata lettura delle condizioni attuali dell'intero manufatto (Fig. 5.3).

Per realizzare il fotomosaico, ogni antello è stato diviso in quadranti, ciascuno corrispondente ad un fotogramma. Tutti i fotogrammi sono stati acquisiti con una fotocamera digitale Nikon Coolpix 5000 facendo attenzione che i fotogrammi relativi a porzioni adiacenti si sovrapponevano per almeno un terzo della superficie. Dopo la fase di acquisizione le immagini sono state montate all'interno del disegno quotato dell'antello utilizzando il software di elaborazione grafica Adobe Photoshop CS2 (Fig. 5.2).

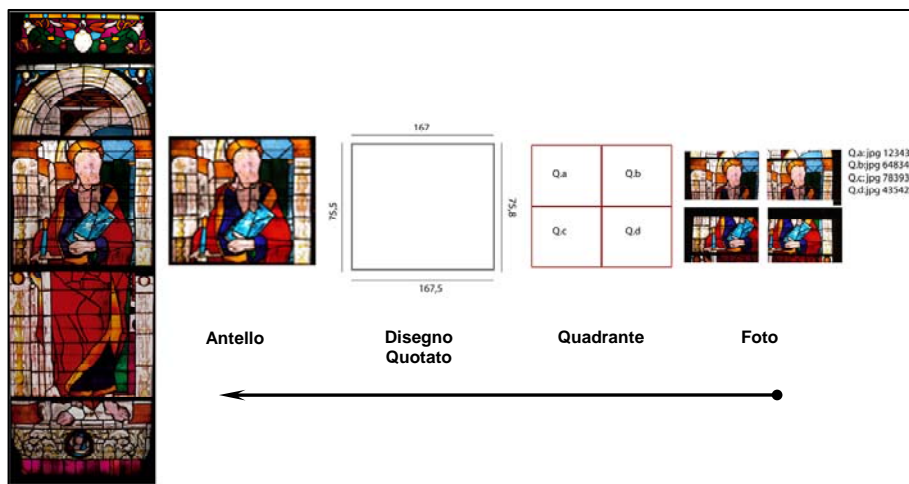


Fig. 5.2: Schema rappresentativo delle operazioni eseguite nella mosaicatura delle immagini

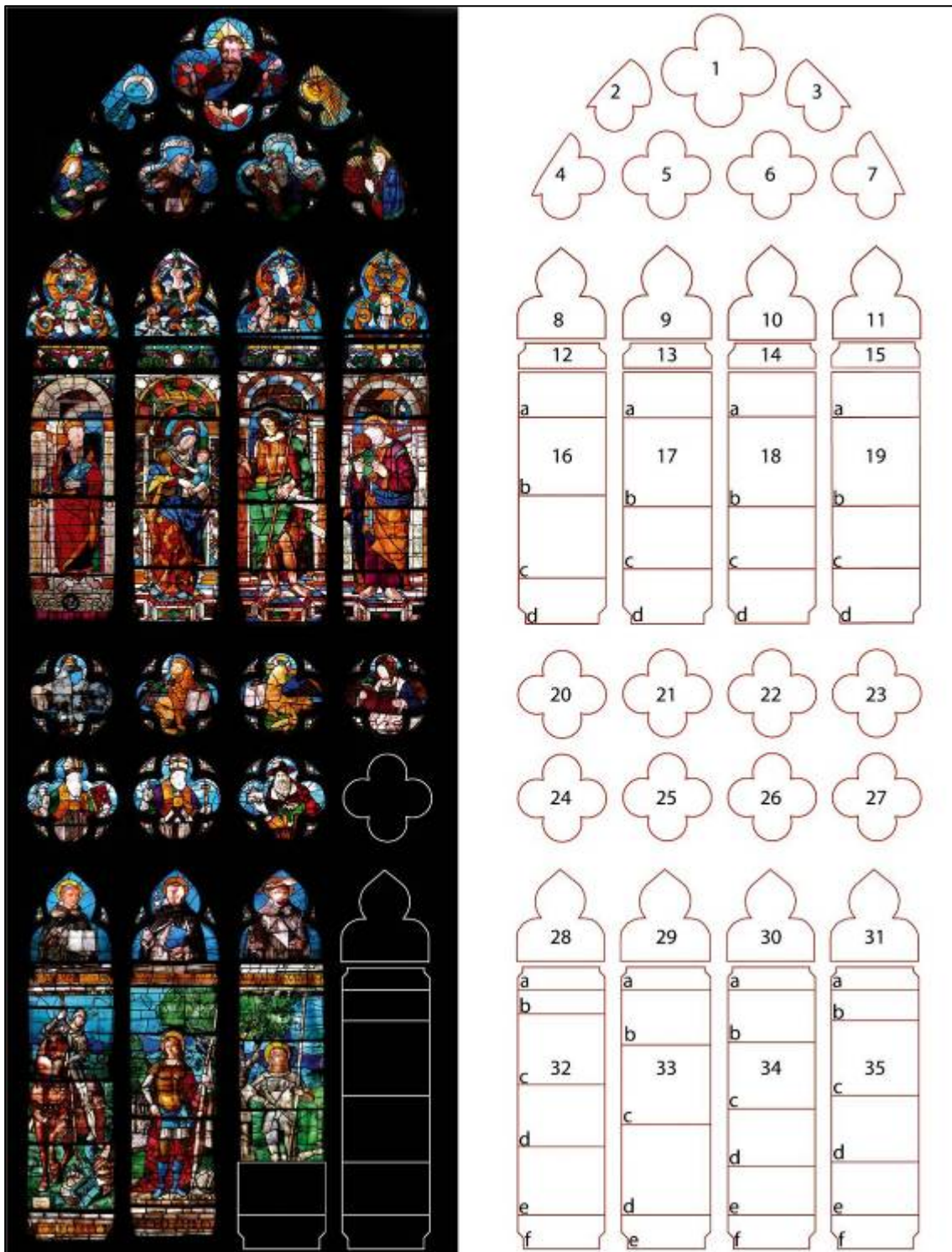
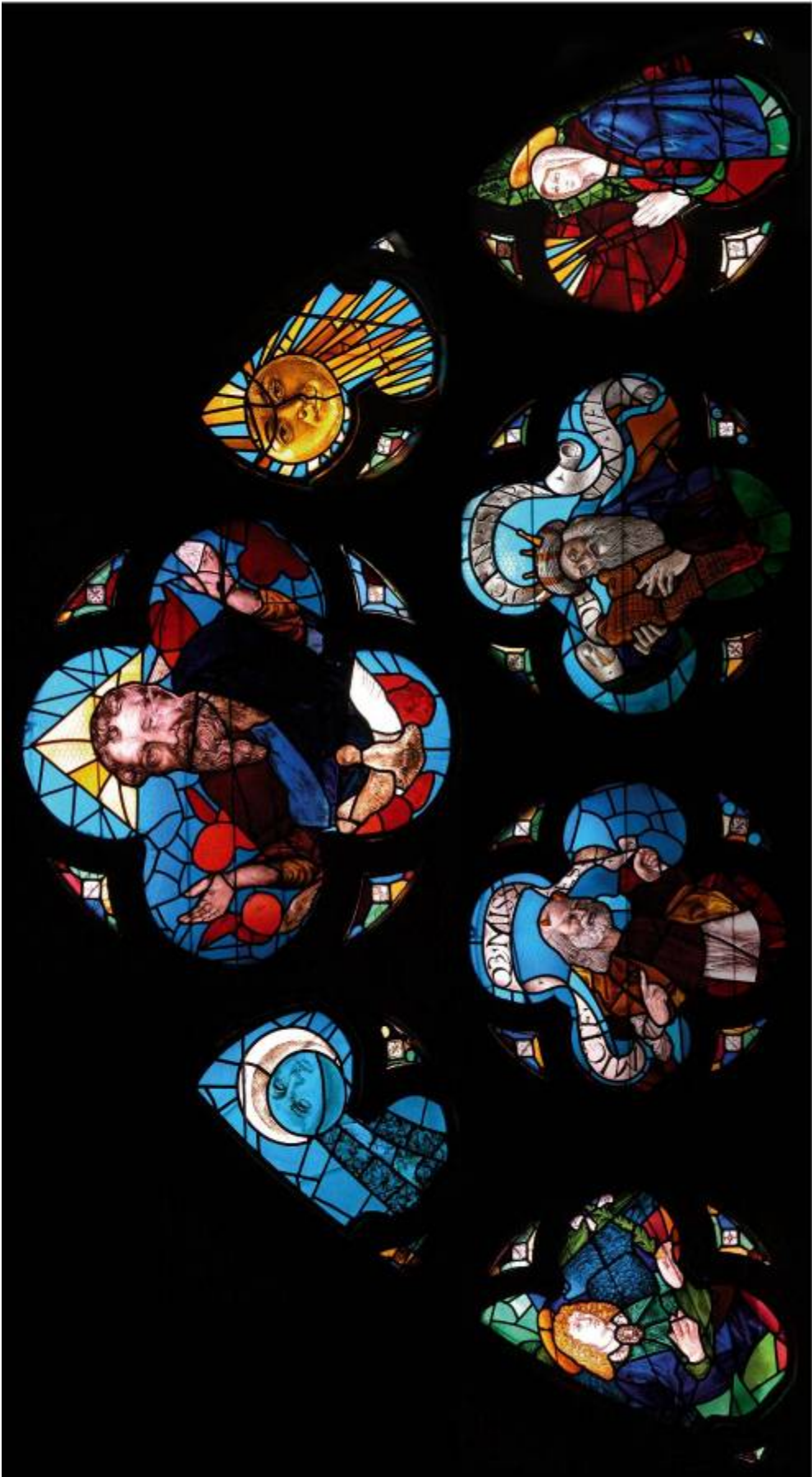


Fig. 5.3: Fotomosaico riprodotto l'intera vetrata allo stato attuale (sinistra) e numerazione degli antelli (destra)

TAVOLE

Mappatura fotografica della vetrata







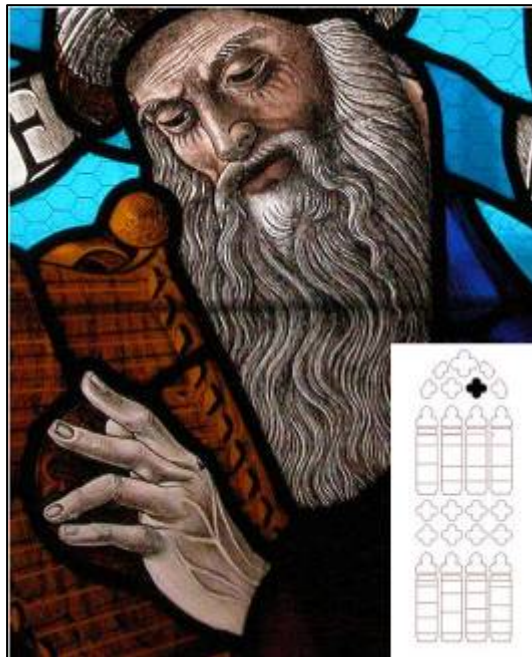
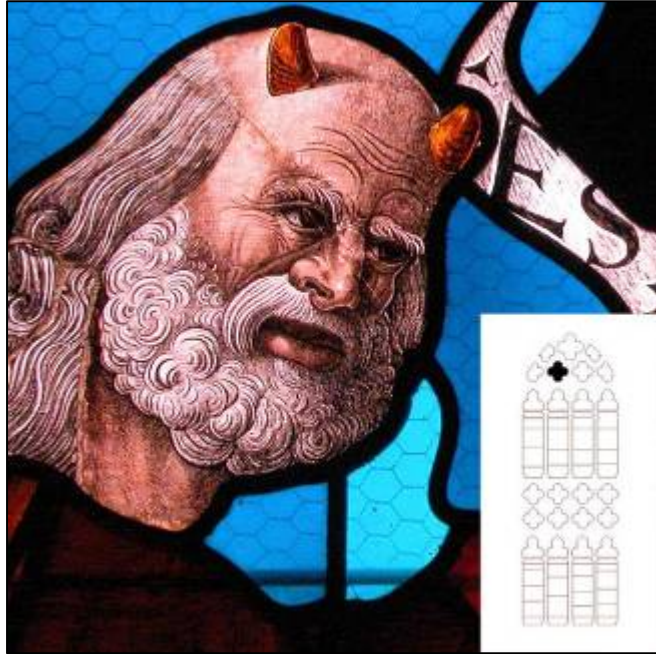


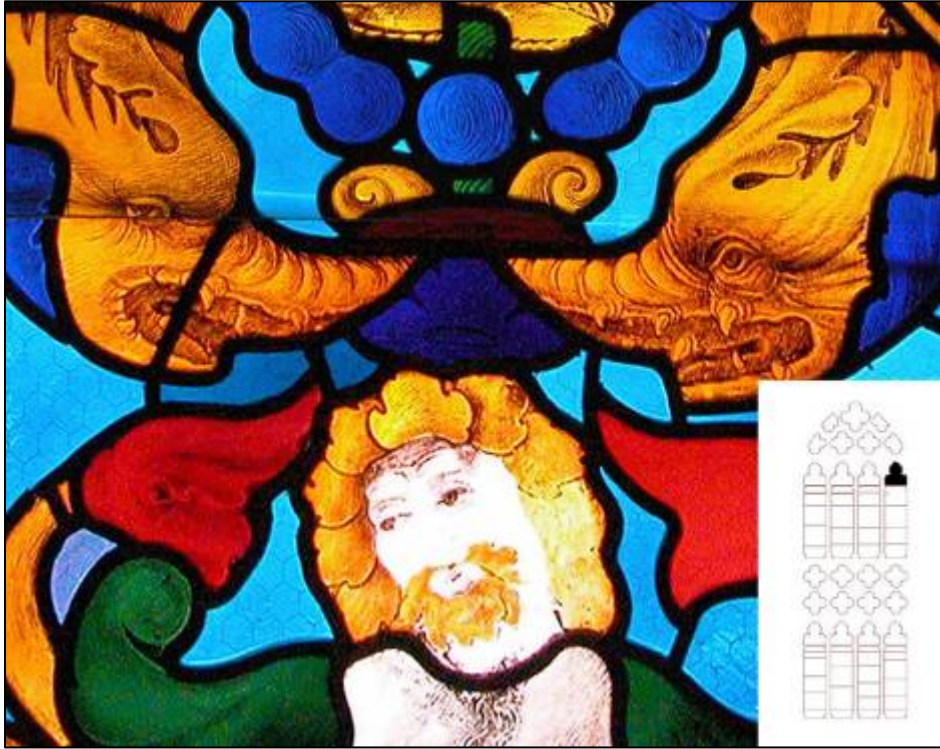




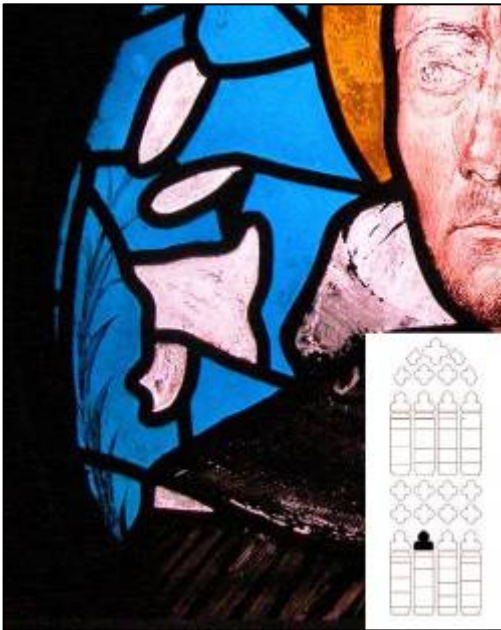
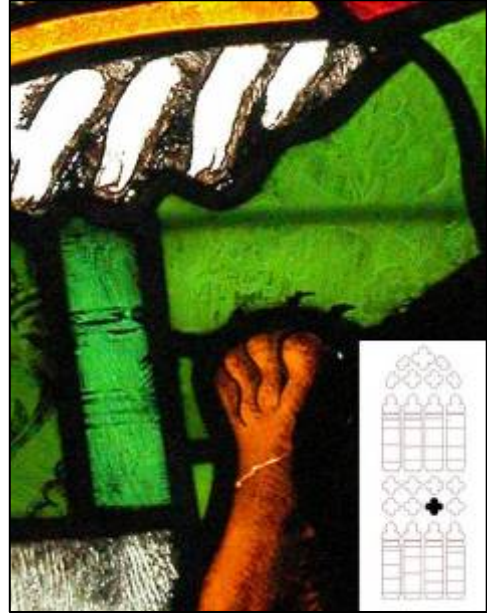
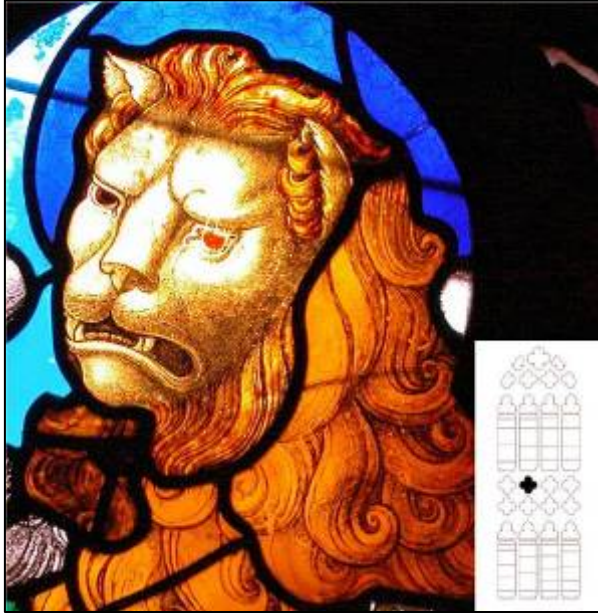


PARTICOLARI











Analisi dei Materiali e del Degrado degli Antelli

Contemporaneamente ai rilievi metrico e fotografico, vista la possibilità di osservare da vicino la vetrata, è stata eseguita una analisi dettagliata dello stato di conservazione e dei materiali impiegati nella realizzazione di ogni singolo antello.

Analisi dei materiali degli antelli

Tessere vitree

La vetrata è composta da sessantasei antelli e da ottantuno piccoli diaframmi o “velette”, sprovvisti di telaio e posti in opera direttamente sul cornicione lapideo. Sia gli antelli che le “velette”, sono formati da tessere vitree legate a piombo.

Durante i rilievi, si sono individuati tre tipi di vetro:

- tessere trasparenti: cioè vetri incolori, che sono successivamente stati dipinti e cotti a gran fuoco.
- tessere colorate in pasta: ovvero prodotte con diverse colorazioni, che interessano tutto lo spessore del vetro. Alcune di esse sono state poi dipinte e cotte a *gran fuoco*.
- tessere placcate: caratterizzate cioè da una “placca” o “lamina” colorata (normalmente blu o rossa), posta su di un vetro trasparente. Questa scelta tecnologica è dovuta, sia ad un fattore di risparmio (materia vitrea preziosa), sia perché le forti tonalità, che contraddistinguono questi vetri, non permetterebbero la trasparenza, se interessassero l'intero spessore della tessera.

I vetri trasparenti sono posti principalmente nelle quadrifore e compongono le zone degli incarnati e dei fondi (vedi vegetazione nel quadro unico della quadrifora bassa). I vetri placcati si trovano in minor quantità e interessano principalmente le vesti e i pannelli decorativi.

Le tessere sono tutte sagomate e presentano dimensioni significative. Gli spessori medi, rilevati su dieci campioni, oscillano tra 2 e 4 mm. Nonostante le diverse sostituzioni,

eseguite durante gli interventi pregressi, siamo in grado di indicare le zone interessate da policromie, insite nella colorazione del vetro. Queste zone particolari sono concentrate ancora una volta nelle istoriazioni e vanno ad aggiungersi a quelle ottenute con le tecniche di decorazione pittorica.

Non sono presenti tessere di sovrapposizione. Ovvero quelle tessere vitree, poste esternamente, che hanno il compito di correggere l'intensità della luce trasmessa e il colore dei vetri per ottenere una resa ottimale dell'immagine.

Alcune tessere vitree della parte inferiore della vetrata sono anche state analizzate *in situ* mediante spettroscopie UV-Vis e XRF. Le analisi sono state condotte sia su tessere originali che su tessere sostituite, facendo riferimento alle indicazioni riportate nel libro edito in occasione del restauro della vetrata risalente ai primi anni '80 [41].

Le analisi sono state eseguite con la strumentazione portatile messa a disposizione dal MoLab (Mobile Laboratory) dell'Università degli Studi di Perugia.

Le analisi hanno messo in luce alcune interessanti caratteristiche dei materiali analizzati:

- Nel caso dei vetri blu la colorazione viene impartita al vetro dalla presenza di ossido di cobalto: dalle analisi UV-Vis si nota la presenza di Co(II), il quale non è però visibile mediante XRF perché presente in minima quantità (CoO è dotato di un grande potere colorante). Dalle analisi XRF si nota invece che in questo tipo di vetri è comunque presente una certa quantità di ferro (come ossido), il quale è però presente in quasi tutti i vetri analizzati sempre accompagnato da una quantità più o meno grande di ossido di manganese al fine di regolare la colorazione del vetro.
- Nel caso dei vetri marroni siamo di fronte a dei vetri dipinti, per cui le analisi XRF sono in grado di darci informazioni solo sullo strato pittorico della tessera. In questo caso si nota la presenza di una quantità decisamente elevata di ossido di ferro, accompagnata da una bassa quantità di ossido di manganese e da una discreta quantità di ossido di piombo. Va ricordato che gli strati pittorici sono costituiti da miscele di ossidi di vari elementi che venivano applicati sulla superficie della tessera e poi cotti a *gran fuoco* in modo da farli vetrificare sul

substrato vetroso. In questo caso l'ossido di ferro ha la funzione di vero e proprio colorante, il manganese può essere stato introdotto per correggere il colore della pasta o anche come impurezza, mentre l'ossido di piombo era utilizzato come modificatore di reticolo.

- Nei vetri verdi e color acquamarina si nota la presenza di ossidi di ferro e di rame in rapporti variabili l'uno rispetto all'altro, insieme a quantità differenti di ossido di manganese. Nei vetri sicuramente non originali troviamo inoltre la presenza di cromo. Le quantità variabili degli ossidi presenti nel vetro ci forniscono un indizio del fatto che, nel corso del tempo, la vetrata ha subito innumerevoli interventi e ritocchi rendendo ormai impossibile la distinzione dei pezzi originali.
- Nei vetri rossi la colorazione è impartita dalla presenza di rame metallico colloidale nel vetro. Questa colorazione si ottiene lavorando in condizioni riducenti per favorire la formazione di rame metallico. Il colore più chiaro o più scuro è regolato dalla presenza di altri ossidi quali l'ossido di ferro e l'ossido di manganese.
- Nei vetri gialli si vede la presenza di ferro e di piombo, ma il colore giallo è impartito dal "Giallo argento", una miscela di sali di argento e vetro bassofondente (nella cottura si formano nanoparticelle di argento che impartiscono la colorazione gialla) applicata però sulla parte esterna della tessera e quindi non analizzabile con l'XRF.

Sulla superficie interna della vetrata non si nota la presenza di Paraloid sebbene ci sia sicuramente una componente organica depositata su tale faccia dell'opera riconducibile a sporcizia depositatasi sulla superficie nel corso degli anni (in una chiesa ci sono molte candele...).

Tramatura plumbea

L'intera vetrata venne completamente ripiombata durante gli interventi eseguiti nel 1814 e anche il Beltrami, tra il 1908 ed il 1909, sostituisce alcuni righelli; attualmente troviamo quindi, come per le tessere, una differente e variegata qualità di materiale per la rilegatura. A questa si devono poi sommare gli interventi, per quanto minimi, eseguiti negli anni '80, che affiancano alla mera sostituzione del pezzo esausto, anche l'utilizzo di paste siliconiche trasparenti poste tra vetro e piombo.



Fig. 5.4: Particolare della tramatura

Oggi la tramatura plumbea si presenta composta da righelli trafilati con una flangia semplice da 8 mm e un'anima di 2-3 mm circa. Abbiamo trovato inoltre residui di una vernice nera, data all'interno su tutta la tramatura; l'ipotesi che avanziamo, confermata da O. Nonfarmale e osservata in altre vetratedel periodo, è quella che i nuovi righelli, posti in opera come sostituzioni, avessero una colorazione troppo appariscente e chiara, che disturbava la vista. Nei restauri precedenti a quello del 1980 i piombi vennero anche utilizzati per suturare le fratture delle tessere vitree (Fig. 5.4).

Superfici pittoriche

Analizzando la vetrata da questo punto di vista, la situazione diventa molto complessa; possiamo dire che la zona che presenta la maggior quantità di interventi di restauro, è quella della quadripora bassa. Qui il Beltrami vela con le grisaglie una buona parte dei fondi blu: questa grisaglia è ora in gran parte andata perduta [16]; O. Nonfarmale, riconoscendo lo stato oramai avanzato del degrado per esfoliazione delle grisaglie, si occupò di consolidare le parti pittoriche [18].

Schematizzando ci troviamo quindi di fronte ad una vetrata che:

internamente

- presenta delle parti pittoriche originali, sicuramente eseguite con grisaglie nere e colorate, cotte a gran fuoco;

- presenta una serie di interventi pittorici, di datazione diversa, eseguiti a freddo, di natura organica (presenza di olii e resine);
- presenta delle integrazioni pittoriche eseguite dal Beltrami, tra il 1908 ed il 1909, con grisaglie nere cotte a gran fuoco;
- presenta una serie di interventi di stabilizzazione e fissaggio della pittura (grisaglie + resine), dove viene usato il Paraloid B72 (sol.2,5%);
- presenta una serie di velature con colori in polvere W.&N.

esternamente

- presenta una serie di lavis, nelle parti degli incarnati, con una grisaglia di color rosa chiarissimo, che pare essere posta sia nel verso che nel recto di alcune tessere (da verificare);
- presenta decorazioni eseguite con giallo argento (vedi Tecniche pittoriche);
- presenta dei fissaggi eseguiti con Paraloid B72 (sol.30-40-50%) e silicone Dry Film 104 della General Electric.
- presenta una serie di velature nelle lacune con colori in polvere W.&N.

Le grisaglie individuate sono tre:

- nera: viene utilizzata sia nella tecnica “a filetto” che negli “sfumati”;
- rosa: nelle zone degli incarnati;
- marrone (cavallo di S. Teodoro, Antelli 32c, 32d, 32e).

Tecniche pittoriche

Le tecniche pittoriche utilizzate sono:

- “Filetti”: termine utilizzato per quelle linee di grisaglia spesse e ben definite che andavano a delimitare i modellati e che costituivano i tratti fondamentali della figura dipinta;
- “A levar”: si tratta di una particolare tecnica di decorazione che utilizzava il manico del pennello o un punta rigida per asportare parte della grisaglia stesa precedentemente con la pennellata; il risultato era una sorta di effetto inciso, molto fine e preciso;

- “Giallo argento”: sale d’argento (nitrato, solfuro, cloruro d’argento) finemente sminuzzato con l’aggiunta di ocre gialla stemperata con un po’ d’acqua che, posto sulle tessere vitree incolori e cotto in ambiente riducente, serviva ad ottenere una decorazione dorata trasparente. Il colore giallo è impartito dalla presenza di nanoparticelle di argento metallico. Veniva solitamente steso nella parte non dipinta.

Analisi del degrado degli antelli

Il problema principale degli antelli di SS Giovanni e Paolo è quello delle deformazioni. Il dissesto si manifesta con delle caratteristiche “spanciature” che possono svilupparsi internamente o esternamente, secondo andamenti sinusoidali quando il fenomeno è spinto.

Prendiamo ad esempio l’antello 33 c, rappresentante parte della cotta di uno dei santi guerrieri; in questo caso, la “spanciatura” interna ha una freccia che supera i 5 cm e occupa un’area centrale molto vasta, caratterizzata da tessere di dimensioni considerevoli. Queste ultime stanno raggiungendo un’inclinazione tale che la stessa flangia del piombo difficilmente riesce ancora a trattenerle. Rimanendo poi nella stessa finestra e scendendo nell’ultimo antello 33e, abbiamo una serie di “spanciature” alternate, interne ed esterne, altamente destrutturanti.

La flangia dei righelli di piombo, si presenta con un profilo poco seghettato e complessivamente ancora in buono stato, la superficie è ossidata ed è interessata dal distacco di una vernice applicata di colore nero. Si riscontra in modo leggero e diffuso la presenza di saldature crepate, anche se in tutta la vetrata non è presente un’area pesantemente interessata dal problema.



Fig. 5.5: Particolare della testa di S. Teodoro

Diffuse sono anche le rotture delle tessere. Principalmente nelle zone marginali degli antelli (fascette). Per comodità, la loro classificazione è stata fatta dividendole tra composte e semplici. Molte delle tessere rotte, sono state suturate durante gli interventi pregressi; si consideri anche che ogni volta il modo di avvicinarsi al manufatto è stato diverso e quindi troviamo

una sorta di evoluzione degli interventi a volte documentata (vedi testa di S. Teodoro, Antello 32 c – Fig. 5.5).

Per questa delicata operazione, si sono usati diversi metodi: il più antico è la rilegatura dei frammenti con righe di piombo, individuabile ad esempio nell'antello 33 c; molto più recenti sono invece le suture eseguite con silicone trasparente e con resine, che si riscontrano in modo diffuso su tutti i pannelli.

Una testimonianza importante a riguardo, è quella di O. Nonfarmale che, descrivendo il restauro da lui eseguito negli anni '80, spiega come alcune delle antiche piombature siano state sostituite, saldando i frammenti della tessera con un film di resina epossidica elastica di circa 250 micrometri, foderando poi esternamente la tessera, con del Paraloid B 72 al 50% [18].

Sono stati inoltre rilevati, nella quadrifora bassa, una serie di interventi, fatti su tessere interessate da rotture composte; negli antelli 34c e 34d, ad esempio, troviamo alcune garze incollate internamente con una resina. Tali garze e carte applicate, si stanno pericolosamente scollando, come del resto lo sta facendo, il nastro adesivo, attaccato maldestramente, per tenere uniti alcuni frammenti (antello 34d).

Un'idea di quanto la vetrata sia stata in passato manomessa, la può dare la catalogazione fatta da S. Romano, [41], che descrive puntualmente con una serie di tavole e schede, gli interventi di sostituzione eseguiti dal Beltrami tra il 1908 e il 1909 e quelli manutentivi fatti tra le due guerre. Si consideri che tale classificazione è stata possibile perché al tempo tutte le tessere sostituite sono state datate con un'incisione esterna.

Dalle analisi eseguite durante l'ultimo intervento, si sono potuti classificare due tipi di vetri utilizzati per la produzione del manufatto [42, 43]:

- vetri di origine muranese;
- vetri di origine continentale.

Di quest'ultimo insieme fanno parte le tessere più degradate sia esternamente che internamente; infatti è visibile un'alterazione puntiforme superficiale e un deposito biancastro tipico della corrosione.

Una struttura vitrea poco stabile (il potassio presente nei vetri di origine continentale ha una elevata mobilità all'interno del reticolo vetroso e viene facilmente lisciviato), caratteristica di questi vetri e l'attacco superficiale dell'umidità, ha dato il via alle alterazioni.

Per quanto concerne l'esfoliazione e la polverizzazione della grisaglia, diffusa in modo massiccio soprattutto nella parte bassa della vetrata, le cause possono essere di varia natura tra cui:

- interventi di restauro eseguiti sommariamente e in modo drastico. Essi possono avere asportato i ritocchi a freddo e le grisaglie;
- problemi nella cottura del colore. Una miscela errata degli elementi componenti la grisaglia, un tempo di cottura troppo breve o troppo lungo e ricotture possono avere creato un'adesione insufficiente tra substrato ed elementi bassofondenti;
- coefficienti di dilatazione termica diversi tra vetro componente la tessera e vetro presente nella grisaglia.

RILIEVO FOTOGRAFICO ESTERNO -Quadrifora bassa-



RILIEVO FOTOGRAFICO ESTERNO -Cuspide, quadrifora alta, quadrilobi-



RILIEVO FOTOGRAFICO INTERNO - Ancoraggio degli infissi al cornicione lapideo (silicone, foro per le viti di tenuta)-



RILIEVO FOTOGRAFICO INTERNO - Ancoraggio degli infissi al cornicione lapideo (silicone, fori per le viti di tenuta)-



RILIEVO FOTOGRAFICO INTERNO - Sistema di monitoraggio in disuso-



RILIEVO FOTOGRAFICO INTERNO - Conci del cornicione lapideo (particolare)-



RILIEVO FOTOGRAFICO INTERNO - Corrosione superficiale su tessere placcate rosse-



RILIEVO FOTOGRAFICO INTERNO - Esfoliazione della grisaglia-



RILIEVO FOTOGRAFICO INTERNO - Accoppiamento di diversi righelli di piombo perimetrale -



RILIEVO FOTOGRAFICO INTERNO - Spanciature degli antelli (particolare ant. 33c) -



RILIEVO FOTOGRAFICO INTERNO - Suture e resti di un incollaggio eseguito con silicone trasparente; deposito superficiale interno



Capitolo 6: MONITORAGGIO DEGLI SPOSTAMENTI DELLA PARETE LAPIDEA

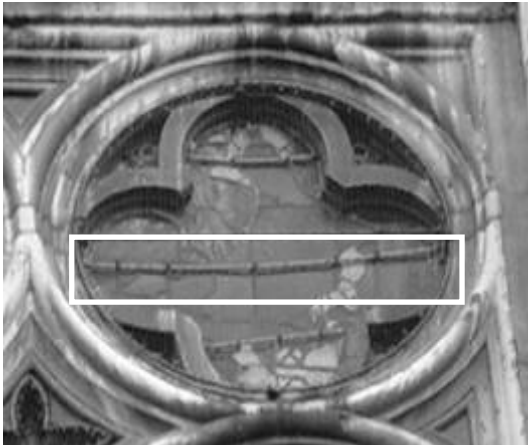


Fig. 6.1: Nel riquadro, particolare di una barra di sostegno deformata

Durante i rilievi è stato possibile riscontrare che numerosi antelli presentano spancature, fenomeno spesso riscontrato nelle vetrate e che solitamente comporta la rottura dei filetti di rame che rendono solidali antello e barre metalliche esterne: le strutture di sostegno, staccatesi dall'antello, non oppongono più resistenza e l'antello stesso si deforma. In questo caso, invece, i filetti di rame in corrispondenza delle spancature sono intatti:

una analisi più approfondita ha messo in luce che le stesse barre metalliche esterne si sono deformate (Fig. 6.1) seguendo i movimenti dell'antello ed il sistema risulta complessivamente molto rigido e fragile.

Tutte queste evidenze hanno portato a riconsiderare molte osservazioni già effettuate, che sono state collegate l'una all'altra: nella parte alta della finestra molti conci lapidei risultano fuori sede; all'altezza delle cuspidi della quadrifora alta, all'interno, è presente una barra metallica orizzontale che lega i due lati del vano finestra; le stesse spancature non presentano il normale andamento sinusoidale con deformazioni dell'antello sia verso l'interno che verso l'esterno, ma sono prevalentemente orientate verso l'interno della chiesa; un'analisi accurata delle fonti a disposizione ha messo in luce che gli interventi di restauro, in passato, erano stati eseguiti perché “vi erano preoccupazioni” riguardo la stabilità della parete. Tutte queste evidenze registrate nel corso dei rilievi, hanno portato a formulare l'ipotesi che questo tipo di situazione sia imputabile ad una deformazione complessiva della parete: in altri termini, se nella norma il vano finestra è rigido e la vetrata, solo con il suo peso, tende a deformarsi all'interno del vano, in questo caso è il vano finestra a deformarsi, caricando in modo anomalo non solo l'antello ma anche l'infisso.

Ancora, analizzando le deformazioni, è stata verificata l'orizzontalità delle barre metalliche inserite sotto le cuspidi nelle quadrifore. E' risultato che in quella inferiore gli antelli delle finestre ai lati tendono a ruotare verso l'esterno, mentre nella quadrifora superiore sono i pannelli centrali ad essere inclinati, formando una sorta di colmo al centro (Fig. 6.2).



Fig. 6.2: Nei riquadri sono evidenziate le zone in cui sono ben visibili le deformazioni rispettivamente delle quadrifore alta e bassa



Fig. 6.3: Particolare della finestra lapidea. Archivio fotografico della soprintendenza BAPPSAE di Venezia -1906-

Alla luce di queste evidenze ed analizzando i documenti riguardanti gli interventi di restauro pregressi conservati presso l'Archivio Fotografico della Soprintendenza ai Beni Architettonici, per il Paesaggio, e per il Patrimonio Storico, Artistico ed Etnoantropologico (BAPPSAE) di Venezia, si è visto come, nel 1902, lo stato di conservazione della finestra lapidea fosse decisamente preoccupante (Figg. 6.3 e 6.4). Nel restauro dei primi del '900 l'intero muro venne consolidato e alcuni conci sostituiti.

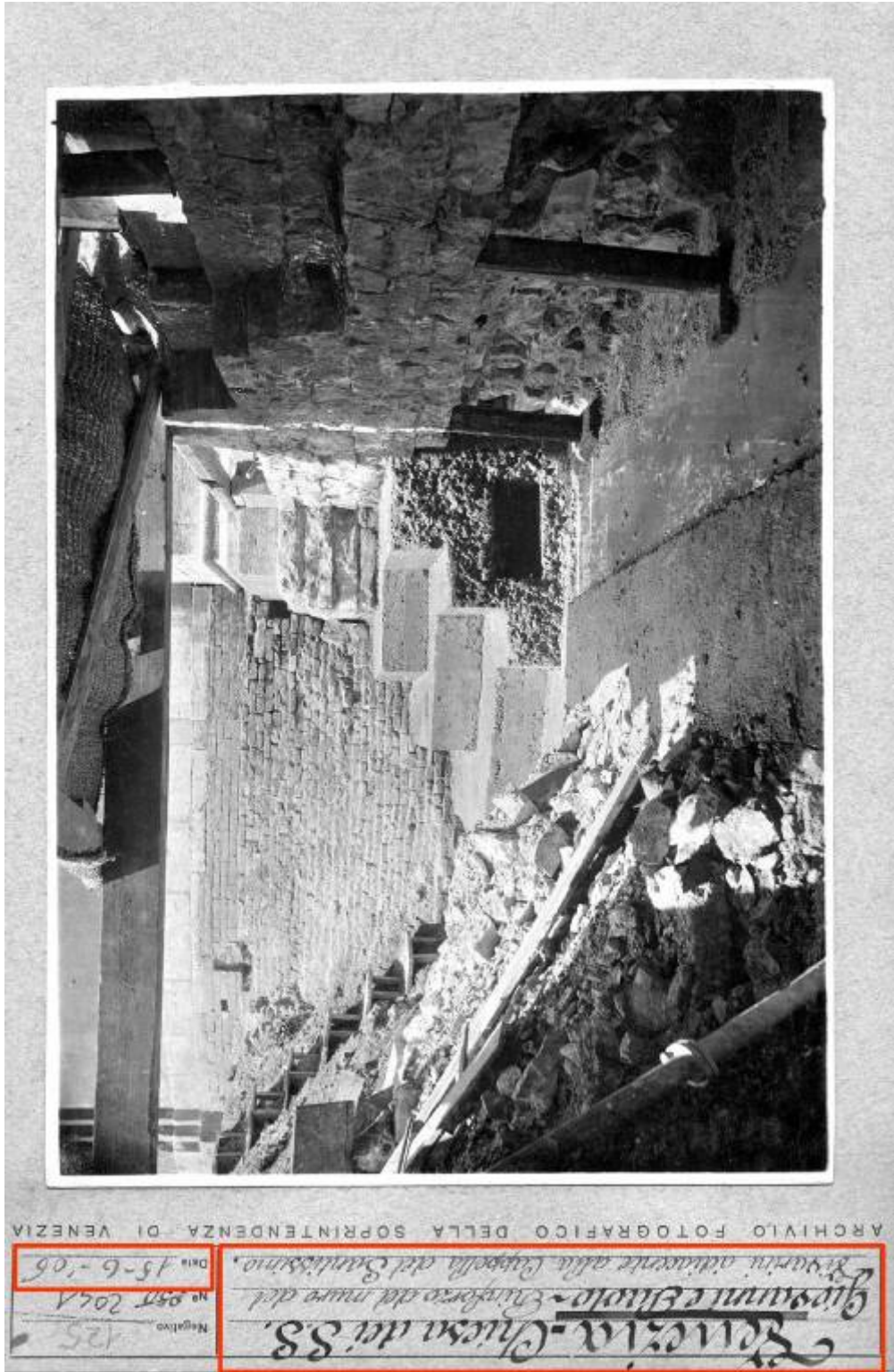


Fig. 6.4: Immagine dei lavori eseguiti sulla parete. Archivio fotografico della soprintendenza BAPPSAE di Venezia - 1906-

Sulla base di queste considerazioni, si è progettato un intervento di monitoraggio dei movimenti della parete mediante rilievi successivi. Per il primo rilievo si è realizzata, preliminarmente, una rete plano-altimetrica principale di riferimento. La rete plano-altimetrica principale ha lo scopo di definire le coordinate di un sufficiente numero di punti per la referenziazione delle varie parti del progetto di rilevamento: costituisce l'ossatura di tutto il rilievo in quanto definisce il sistema di riferimento locale.

I vertici della rete che sono stati materializzati sono due all'interno della chiesa (denominati 100 e 200) e due all'esterno (chiamati 300 e 400).

Le operazioni di misura per il rilievo della rete con la metodologia classica sono state eseguite con una stazione integrata di alta precisione Leica TC2003, che consente misure angolari con precisione (deviazione standard) di ± 1.5 CC e misure di distanza con precisione di $1 \text{ mm} \pm 1 \text{ ppm}$.

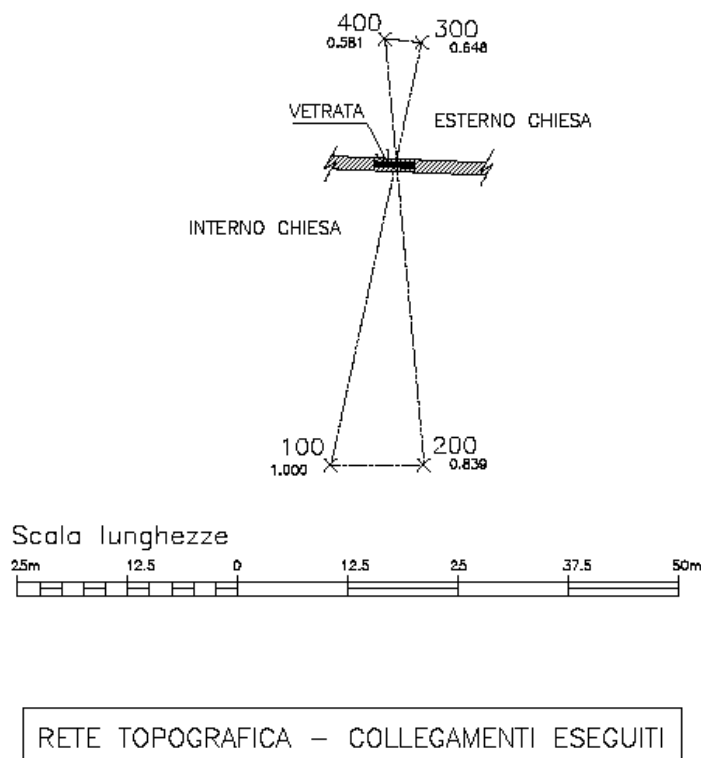


Fig. 6.5: Schema della rete topografica principale

Alla fase di inquadramento generale, è seguito il rilevamento di dettaglio necessario per la corretta interpretazione morfometrica dell'opera: ciò è avvenuto attraverso l'acquisizione di quattro nuvole di punti con un sistema a scansione laser (Leica HDS 2500). Prima della fase di acquisizione delle scansioni laser si è proceduto con la determinazione dei punti di appoggio necessari alla elaborazione delle scansioni. Appoggiando le misure alla rete principale sono state calcolate le coordinate dei punti di appoggio opportunamente materializzati sulla superficie da scansare. Le mire utilizzate per i punti di appoggio, denominate target, sono formate da un adesivo di forma quadrata di lato 75 mm, di colore blu ad alta riflettanza. Al centro del target è ricavato un cerchio di colore bianco il quale, a sua volta, ha il centro definito da un foro del diametro di un millimetro. Questi target permettono una collimazione di precisione da parte della stazione integrata per la determinazione delle loro coordinate che è avvenuta mediante operazioni topografiche di precisione, ridondanti e appoggiate alla rete principale. Le coordinate dei punti sono state calcolate nel sistema di riferimento della rete principale. Parallelamente, l'evidente contrasto blu/bianco tra le parti del target consente al software che gestisce le scansioni laser, di riconoscere automaticamente e di determinare con precisione il baricentro del segnale con le relative coordinate riferite al sistema locale intrinseco del laser.

Lo scanner laser utilizzato, il Leica HDS 2500, fornisce i valori di accuratezza sulla restituzione del singolo punto di ± 5 mm. I dati acquisiti con le singole scansioni e inizialmente visualizzati sotto forma di nuvole di punti (Fig. 6.6), sono stati poi inquadrati in un unico sistema di riferimento locale, precedentemente definito dal rilievo topografico. Successivamente, le nuvole di punti sono state approssimate con superfici (triangolazione) ed il modello così ottenuto è stato quindi *texturizzato* proiettando sulle sue superfici immagini digitali acquisite ad alta risoluzione. L'intersezione tra le nuvole di punti ed una serie di piani orizzontali e verticali opportunamente scelti, hanno permesso di estrarre 37 sezioni della finestra (Fig. 6.7).

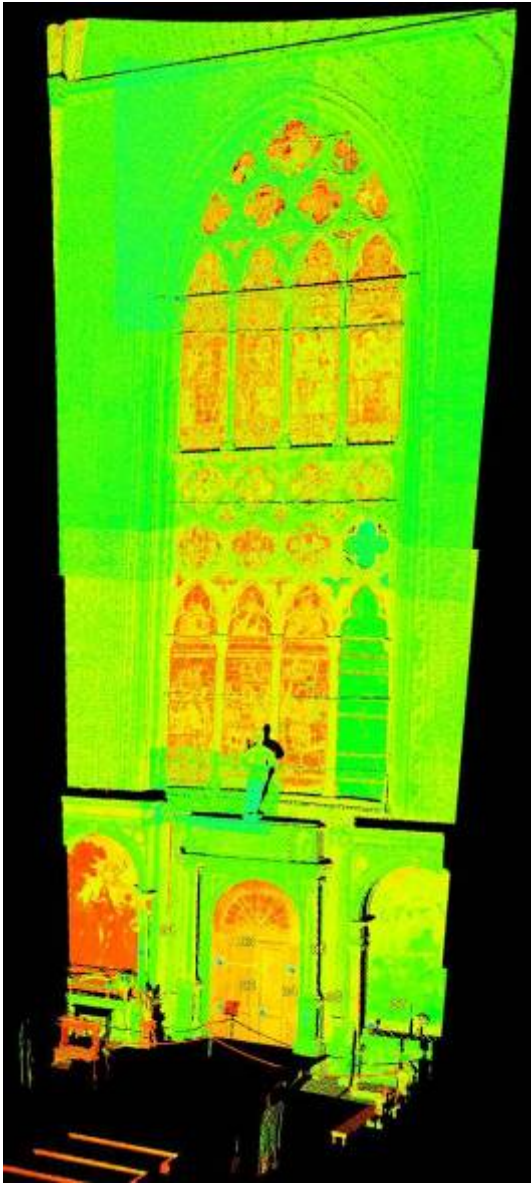


Fig. 6.6: Visualizzazione, sotto forma di nuvole di punti, dei dati ottenuti dal rilievo laser

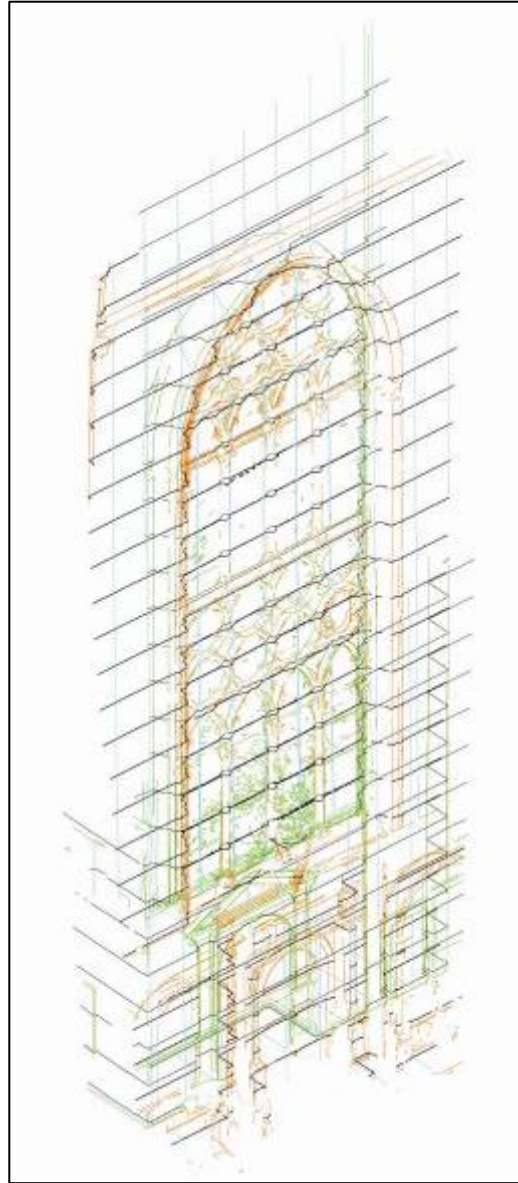


Fig. 6.7: Visualizzazione delle sezioni della finestra estratte dal rilievo

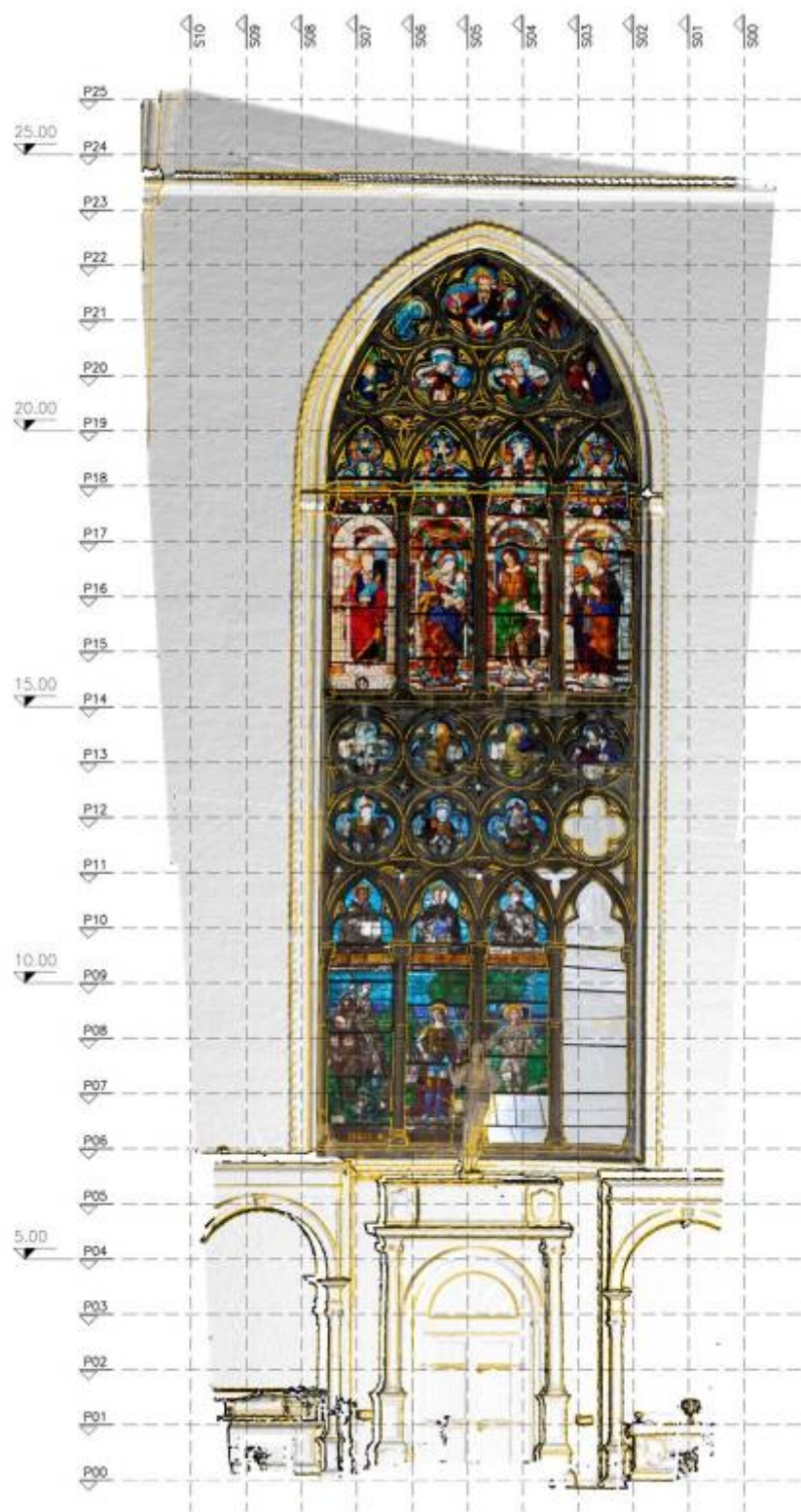


Fig. 6.8: Prospetto interno con le linee di discontinuità e di sezione

Si è quindi proceduto con la determinazione di 34 punti di controllo naturali adeguatamente scelti su alcuni elementi caratteristici della vetrata con lo scopo di definirne con elevata precisione le coordinate e consentire, successivamente, il controllo di eventuali spostamenti (assoluti o relativi), deformazioni o inclinazioni mediante il confronto tra le coordinate determinate in tempi diversi. Questi punti di controllo sono stati utilizzati anche come punti di appoggio necessari all'orientamento delle immagini digitali.

Le quattro campagne di misura, oggetto del confronto, si sono svolte nelle giornate dell'11 ottobre 2006, del 5 giugno 2007, del 31 ottobre 2007 e del 10 giugno 2008.

La strategia di elaborazione dei dati misurati nelle quattro campagne, che devono essere confrontati per poter eseguire il monitoraggio delle deformazioni, parte dalla considerazione che, dopo ogni campagna di misura, si possiede un insieme di coordinate relative al medesimo gruppo di punti di controllo ma riferite, nella realtà, a sistemi di riferimento leggermente diversi tra loro. Per uniformare questi insiemi di coordinate e poterli confrontare, si applica un procedimento di calcolo denominato rototraslazione a sette parametri, utilizzando il modello di Helmert. Il sistema di riferimento, a cui sono riferite le coordinate relative a ciascuna misurazione successiva alla prima, viene cioè uniformato al sistema iniziale. Solo dopo questa operazione si può affrontare una corretta analisi di confronto tra le posizioni dei vari vertici e accertarsi di possibili spostamenti che gli stessi possono aver subito.

Mantenendo inalterato l'insieme delle misure iniziali, gli altri tre insiemi vengono di fatto rototraslati sul primo e confrontati.

Il monitoraggio delle deformazioni viene quindi validato attraverso un'analisi statistica dei due insiemi di coordinate posti a confronto, in grado di individuare i cosiddetti errori temibili. Lungo ognuna delle tre direzioni cartesiane, infatti, vengono elaborate le coppie di coordinate determinate nelle due campagne di misura poste a confronto e trattate come variabili aleatorie. Calcolati gli opportuni parametri statistici, vengono individuate quelle coppie di coordinate che rappresentano gli *outlayers* della popolazione. Questi punti di controllo vengono quindi eliminati ed ignorati nella determinazione delle deformazioni, in quanto sono punti non correttamente determinati in fase di misura. Trattandosi infatti di punti di controllo naturali, può succedere che nelle due campagne di misura vengano considerati, nella collimazione, punti leggermente diversi a causa della loro difficile identificazione

Sono stati effettuati e riportati nelle pagine seguenti, i tre confronti parziali tra determinazioni successive ed il confronto totale tra le misure di ottobre 2006 e giugno 2008.

Confronto parziale tra ottobre 2006 (1) e giugno 2007 (2)

L'analisi sopraindicata ha portato alla eliminazione dei punti numero 52, 55, 59 e 81. I punti di controllo monitorati sono quindi in numero di trenta.

NOME PUNTO	E-10/06	N-10/06	Z-10/06	E-05/07 ROT10/06	N-05/07 ROT10/06	Z-05/07 ROT10/06	DELTA E	DELTA N	DELTA Z	SPOST 2D	SPOST 3D	
51	107.197	133.962	11.541	107.197	133.967	11.542	0.001	-0.005	-0.001	0.005	0.005	
53	107.238	134.054	19.697	107.239	134.054	19.696	-0.001	0.000	0.002	0.001	0.002	
54	106.878	134.081	22.744	106.880	134.084	22.742	-0.002	-0.003	0.002	0.004	0.004	
56	104.223	133.553	18.881	104.225	133.552	18.876	-0.002	0.001	0.004	0.002	0.005	
57	110.247	133.187	18.804	110.246	133.184	18.803	0.001	0.003	0.001	0.003	0.003	
58	110.224	133.242	12.330	110.223	133.245	12.329	0.001	-0.004	0.001	0.004	0.004	
60	104.786	132.427	6.732	104.785	132.421	6.731	0.001	0.006	0.000	0.006	0.006	
61	109.340	132.181	6.434	109.337	132.180	6.436	0.003	0.001	-0.002	0.003	0.004	
62	106.493	133.973	8.788	106.492	133.973	8.790	0.001	0.000	-0.002	0.001	0.002	
63	106.109	134.006	7.249	106.109	134.009	7.250	0.001	-0.003	-0.001	0.003	0.003	
64	106.450	133.999	7.163	106.449	133.996	7.166	0.001	0.003	-0.002	0.003	0.004	
65	106.469	134.006	9.440	106.469	134.009	9.441	0.000	-0.003	-0.001	0.003	0.003	
66	106.526	134.047	11.736	106.526	134.044	11.738	0.000	0.003	-0.001	0.003	0.003	
67	107.869	133.904	8.922	107.869	133.907	8.923	0.001	-0.003	-0.001	0.003	0.004	
68	107.951	133.965	11.588	107.950	133.964	11.589	0.001	0.000	-0.001	0.001	0.001	
69	104.777	134.099	8.673	104.777	134.097	8.675	0.000	0.002	-0.002	0.002	0.003	
70	105.028	134.116	11.732	105.029	134.117	11.733	-0.001	-0.001	-0.002	0.002	0.002	
71	105.041	134.054	7.248	105.041	134.055	7.249	0.000	-0.001	-0.001	0.001	0.001	
72	105.175	134.163	16.566	105.175	134.166	16.566	-0.001	-0.004	0.000	0.004	0.004	
73	106.531	134.091	16.965	106.532	134.092	16.965	-0.001	-0.001	0.000	0.002	0.002	
74	107.845	134.027	16.086	107.845	134.026	16.085	0.000	0.000	0.002	0.000	0.002	
75	109.408	133.938	17.058	109.408	133.940	17.054	0.000	-0.002	0.004	0.002	0.004	
76	109.419	133.962	19.351	109.419	133.963	19.349	0.000	-0.001	0.002	0.001	0.002	
77	107.924	134.044	19.927	107.925	134.042	19.925	0.000	0.001	0.002	0.001	0.003	
78	106.502	134.108	19.402	106.503	134.110	19.399	-0.001	-0.003	0.003	0.003	0.004	
79	105.198	134.184	19.537	105.200	134.185	19.536	-0.002	-0.001	0.002	0.002	0.003	
80	105.355	134.195	20.888	105.357	134.193	20.887	-0.002	0.002	0.001	0.003	0.003	
82	107.239	134.065	22.609	107.240	134.070	22.606	-0.001	-0.004	0.003	0.005	0.005	
84	108.642	134.004	21.971	108.642	134.001	21.968	-0.001	0.003	0.004	0.003	0.005	
85	109.058	133.986	21.005	109.059	133.980	21.003	-0.001	0.006	0.002	0.006	0.006	
							MEDIE =	0.000	0.000	0.001	0.003	0.003
							SQM =	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001
							TOLLERANZE (3σ) =	0.004	0.009	0.006	0.007	0.007

Confronto parziale tra giugno 2007 (2) e ottobre 2007 (3)

In questo confronto l'analisi ha portato alla eliminazione dei punti numero 52 e 55. I punti di controllo rimanenti sono pertanto trentadue.

NOME PUNTO	E-05/07 ROT10/06	N-05/07 ROT10/06	Z-05/07 ROT10/06	E-10/07 ROT10/06	N-10/07 ROT10/06	Z-10/07 ROT10/06	DELTA E	DELTA N	DELTA Z	SPOST 2D	SPOST 3D	
51	107.197	133.967	11.542	107.197	133.972	11.541	-0.001	-0.006	0.001	0.006	0.006	
53	107.239	134.054	19.696	107.241	134.058	19.701	-0.002	-0.004	-0.005	0.004	0.006	
54	106.880	134.084	22.742	106.878	134.073	22.738	0.001	0.011	0.004	0.011	0.012	
56	104.225	133.552	18.876	104.226	133.556	18.884	-0.001	-0.004	-0.008	0.004	0.009	
57	110.246	133.184	18.803	110.249	133.184	18.803	-0.002	-0.001	0.000	0.002	0.002	
58	110.223	133.245	12.329	110.231	133.234	12.335	-0.008	0.011	-0.006	0.014	0.015	
59	103.719	133.618	12.754	103.714	133.613	12.762	0.005	0.005	-0.008	0.007	0.011	
60	104.785	132.421	6.731	104.787	132.427	6.732	-0.002	-0.006	-0.001	0.006	0.006	
61	109.337	132.180	6.436	109.340	132.180	6.433	-0.003	0.000	0.003	0.003	0.004	
62	106.492	133.973	8.790	106.493	133.977	8.787	-0.001	-0.004	0.002	0.004	0.005	
63	106.109	134.009	7.250	106.109	134.007	7.250	0.000	0.002	0.000	0.002	0.002	
64	106.449	133.996	7.166	106.449	134.001	7.164	0.000	-0.004	0.002	0.004	0.005	
65	106.469	134.009	9.441	106.469	134.009	9.440	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	
66	106.526	134.044	11.738	106.526	134.045	11.736	0.000	0.000	0.002	0.000	0.002	
67	107.869	133.907	8.923	107.870	133.905	8.923	-0.001	0.002	0.000	0.002	0.002	
68	107.950	133.964	11.589	107.950	133.964	11.587	0.000	0.000	0.002	0.000	0.002	
69	104.777	134.097	8.675	104.777	134.101	8.674	0.000	-0.004	0.001	0.004	0.004	
70	105.029	134.117	11.733	105.029	134.117	11.731	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	
71	105.041	134.055	7.249	105.041	134.053	7.248	0.001	0.002	0.001	0.003	0.003	
72	105.175	134.166	16.566	105.175	134.167	16.567	0.000	-0.001	-0.001	0.001	0.001	
73	106.532	134.092	16.965	106.533	134.094	16.964	-0.001	-0.002	0.001	0.002	0.002	
74	107.845	134.026	16.085	107.846	134.029	16.087	-0.001	-0.003	-0.003	0.003	0.004	
75	109.408	133.940	17.054	109.409	133.943	17.057	-0.001	-0.003	-0.003	0.003	0.005	
76	109.419	133.963	19.349	109.420	133.964	19.350	0.000	-0.001	-0.001	0.001	0.001	
77	107.925	134.042	19.925	107.917	134.043	19.922	0.008	-0.001	0.003	0.008	0.008	
78	106.503	134.110	19.399	106.503	134.109	19.403	0.000	0.002	-0.004	0.002	0.004	
79	105.200	134.185	19.536	105.200	134.183	19.537	0.001	0.002	-0.001	0.002	0.002	
80	105.357	134.193	20.887	105.357	134.193	20.887	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	
81	105.923	134.152	22.135	105.922	134.146	22.136	0.001	0.006	0.000	0.006	0.006	
82	107.240	134.070	22.606	107.240	134.068	22.610	0.000	0.002	-0.004	0.002	0.004	
84	108.642	134.001	21.968	108.644	134.008	21.972	-0.002	-0.007	-0.004	0.007	0.008	
85	109.059	133.980	21.003	109.060	133.978	21.002	-0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	
							MEDIE =	0.000	0.000	-0.001	0.004	0.005
							SQM =	0.002	0.004	0.003	0.003	0.003
							TOLLERANZE (3σ) =	0.008	0.013	0.010	0.013	0.015

Confronto parziale tra ottobre 2007 (3) e giugno 2008 (4)

Questa analisi ha portato alla eliminazione dei punti numero 58 e 60. I punti di controllo monitorati rimanenti sono quindi trentadue.

NOME PUNTO	E-10/07	N-10/07	Z-10/07	E-06/08 ROT10/07	N-06/08 ROT10/07	Z-06/08 ROT10/07	DELTA E	DELTA N	DELTA Z	SPOST 2D	SPOST 3D	
51	107.206	133.960	11.536	107.205	133.963	11.537	0.001	-0.003	-0.001	0.003	0.003	
52	107.198	133.977	14.644	107.198	133.981	14.648	0.001	-0.004	-0.004	0.004	0.005	
53	107.248	134.046	19.693	107.246	134.048	19.695	0.002	-0.002	-0.002	0.003	0.003	
54	106.886	134.062	22.730	106.886	134.074	22.737	0.000	-0.012	-0.007	0.012	0.014	
55	107.213	133.576	23.423	107.213	133.576	23.422	0.000	-0.001	0.001	0.001	0.001	
56	104.234	133.546	18.877	104.234	133.545	18.875	0.000	0.001	0.002	0.001	0.003	
57	110.255	133.170	18.797	110.255	133.178	18.800	0.000	-0.008	-0.003	0.008	0.008	
59	103.724	133.603	12.756	103.723	133.608	12.757	0.000	-0.005	-0.001	0.006	0.006	
61	109.348	132.166	6.430	109.348	132.169	6.429	0.000	-0.003	0.001	0.003	0.003	
62	106.502	133.965	8.783	106.503	133.963	8.783	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	
63	106.119	133.994	7.245	106.119	133.994	7.246	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	
64	106.459	133.988	7.160	106.459	133.983	7.159	0.000	0.005	0.001	0.005	0.005	
65	106.479	133.996	9.436	106.478	133.991	9.435	0.000	0.005	0.001	0.005	0.005	
66	106.535	134.032	11.730	106.536	134.037	11.732	-0.001	-0.005	-0.002	0.005	0.005	
67	107.879	133.892	8.919	107.878	133.891	8.918	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	
68	107.959	133.951	11.582	107.960	133.953	11.582	-0.001	-0.002	0.001	0.002	0.002	
69	104.787	134.089	8.669	104.787	134.087	8.668	0.000	0.003	0.001	0.003	0.003	
70	105.038	134.106	11.726	105.038	134.107	11.726	0.000	-0.002	0.000	0.002	0.002	
71	105.051	134.041	7.243	105.051	134.040	7.243	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	
72	105.184	134.156	16.560	105.184	134.152	16.560	0.000	0.004	0.000	0.004	0.004	
73	106.542	134.082	16.958	106.541	134.086	16.960	0.001	-0.004	-0.003	0.004	0.005	
74	107.854	134.016	16.081	107.853	134.014	16.079	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	
75	109.416	133.929	17.051	109.415	133.924	17.049	0.001	0.006	0.002	0.006	0.006	
76	109.426	133.951	19.343	109.426	133.947	19.343	0.001	0.004	0.000	0.004	0.004	
77	107.924	134.031	19.915	107.933	134.030	19.919	-0.008	0.000	-0.004	0.008	0.009	
78	106.511	134.097	19.396	106.510	134.096	19.394	0.000	0.001	0.002	0.001	0.002	
79	105.208	134.173	19.529	105.208	134.171	19.528	0.000	0.002	0.001	0.002	0.002	
80	105.365	134.182	20.879	105.364	134.177	20.876	0.001	0.005	0.003	0.005	0.006	
81	105.930	134.136	22.127	105.930	134.136	22.126	-0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	
82	107.247	134.056	22.602	107.247	134.057	22.600	0.000	-0.001	0.001	0.001	0.001	
84	108.651	133.995	21.964	108.649	133.986	21.960	0.002	0.009	0.005	0.010	0.011	
85	109.067	133.965	20.994	109.067	133.964	20.992	0.000	0.002	0.002	0.002	0.003	
PUNTI ELIMINATI: 58-60							MEDIE =	0.000	0.000	0.000	0.003	0.004
							SQM =	0.002	0.004	0.002	0.003	0.003
							TOLLERANZE(3- σ)	0.005	0.013	0.007	0.012	0.013

Confronto totale tra ottobre 2006 (1) e giugno 2008 (4)

Questa analisi ha portato alla eliminazione dei punti numero 52, 58, 60 e 81. I punti di controllo monitorati rimanenti sono quindi trenta.

NOME PUNTO	E-10/06	N-10/06	Z-10/06	E-06/08 ROT10/06	N-06/08 ROT10/06	Z-06/08 ROT10/06	DELTA E	DELTA N	DELTA Z	SPOST 2D	SPOST 3D	
51	107.197	133.962	11.541	107.196	133.974	11.542	0.001	-0.012	-0.001	0.012	0.012	
53	107.238	134.054	19.697	107.238	134.059	19.703	0.000	-0.005	-0.005	0.005	0.007	
54	106.878	134.081	22.744	106.877	134.085	22.746	0.001	-0.004	-0.002	0.004	0.005	
55	107.204	133.581	23.427	107.205	133.587	23.431	0.000	-0.007	-0.004	0.007	0.008	
56	104.223	133.553	18.881	104.224	133.555	18.882	-0.001	-0.002	-0.002	0.003	0.003	
57	110.247	133.187	18.804	110.247	133.191	18.807	0.000	-0.004	-0.003	0.004	0.005	
59	103.712	133.624	12.764	103.713	133.619	12.763	-0.001	0.005	0.002	0.005	0.006	
61	109.340	132.181	6.434	109.340	132.181	6.433	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	
62	106.493	133.973	8.788	106.493	133.975	8.787	0.000	-0.002	0.000	0.002	0.002	
63	106.109	134.006	7.249	106.110	134.006	7.250	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.001	
64	106.450	133.999	7.163	106.450	133.995	7.163	0.000	0.004	0.000	0.004	0.004	
65	106.469	134.006	9.440	106.469	134.003	9.440	0.000	0.003	0.000	0.003	0.003	
66	106.526	134.047	11.736	106.526	134.049	11.738	-0.001	-0.001	-0.001	0.001	0.002	
67	107.869	133.904	8.922	107.870	133.904	8.923	0.000	-0.001	-0.001	0.001	0.001	
68	107.951	133.965	11.588	107.951	133.965	11.587	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	
69	104.777	134.099	8.673	104.777	134.098	8.673	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	
70	105.028	134.116	11.732	105.028	134.119	11.732	0.000	-0.002	0.000	0.002	0.002	
71	105.041	134.054	7.248	105.041	134.051	7.248	0.000	0.003	0.000	0.003	0.003	
72	105.175	134.163	16.566	105.175	134.163	16.567	0.000	-0.001	-0.001	0.001	0.001	
73	106.531	134.091	16.965	106.532	134.097	16.967	0.000	-0.006	-0.002	0.006	0.007	
74	107.845	134.027	16.086	107.845	134.026	16.086	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	
75	109.408	133.938	17.058	109.407	133.936	17.056	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	
76	109.419	133.962	19.351	109.418	133.959	19.351	0.001	0.004	0.001	0.004	0.004	
77	107.924	134.044	19.927	107.924	134.042	19.926	0.000	0.002	0.001	0.002	0.002	
78	106.502	134.108	19.402	106.502	134.107	19.402	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	
79	105.198	134.184	19.537	105.199	134.181	19.536	0.000	0.003	0.002	0.003	0.003	
80	105.355	134.195	20.888	105.355	134.188	20.884	0.000	0.007	0.004	0.007	0.008	
82	107.239	134.065	22.609	107.239	134.068	22.609	0.000	-0.003	0.000	0.003	0.003	
84	108.642	134.004	21.971	108.641	133.998	21.968	0.001	0.007	0.003	0.007	0.007	
85	109.058	133.966	21.005	109.059	133.976	21.000	-0.001	0.010	0.005	0.010	0.011	
PUNTI ELIMINATI: 52-58-60-81							MEDIE =	0.000	0.000	0.000	0.003	0.004
							SQM =	0.001	0.005	0.002	0.003	0.003
							TOLLERANZE(3σ)	0.002	0.014	0.007	0.012	0.013

Dal monitoraggio eseguito appare chiaramente che non ci sono segni di macroscopici movimenti degli elementi strutturali della Grande Vetrata.

Gli spostamenti registrati come variazioni di coordinate dei punti di controllo sono mediamente di piccola entità e dovuti principalmente alle diverse condizioni termiche ed igrometriche in cui si sono svolte le campagne di misura.

I punti di controllo dove gli spostamenti calcolati risultano maggiori (54, 58, 59 e 60) corrispondono a punti posti sulle cornici della parte perimetrale della finestra. Questi punti, essendo disposti su superfici scure, opache e in controluce, presentano elevate difficoltà di individuazione e collimazione strumentale. Questo spiega la maggiore incertezza nella misura e, di conseguenza, la probabilità più elevata che il monitoraggio rilevi, per questi punti, maggiori spostamenti non giustificabili.

I punti di controllo posti sulla vetrata sono, per contro, perfettamente definiti ed illuminati. Le misure effettuate su di essi sono quindi altamente affidabili ed infatti il monitoraggio non ha qui evidenziato spostamenti degni di nota.

Capitolo 7: MAPPA DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DEGLI ANTELLI

I dati ottenuti durante le fasi di inquadramento preliminare, insieme alle informazioni ricavate dallo studio del materiale relativo agli interventi di restauro pregressi [16], della “Carta di Conservazione delle Vetrate” [44, 45] e delle fonti bibliografiche a disposizione [9, 13, 14, 15, 20], hanno permesso di redigere un elenco dei fenomeni di degrado che si devono considerare per una corretta documentazione dello stato di conservazione di questo tipo di opere d’arte. In particolare la definizione di questi parametri è stata eseguita tenendo conto di tutti gli apparati costruttivi, tecnologici e decorativi che costituiscono una vetrata: il vano finestra, le strutture di contenimento (infissi), le strutture di irrigidimento (barre metalliche), la tramatura plumbea, le tessere vitree e le grisaglie.

<p>Vano finestra</p> <p>Disconnessione tra conci lapidei Fratturazioni e mancanze nei conci lapidei Sostituzione dei conci lapidei Alterazioni cromatiche Macchie Croste Efflorescenze Risalita capillare Polverizzazione dei giunti in malta Ristagni d’acqua</p>	<p>Strutture di contenimento (infissi)</p> <p>Ruggine Colamenti Deformazioni Disconnessioni Presenza di microrganismi Presenza di vegetazione Marcescenza Frattura</p>
<p>Strutture di irrigidimento (barre metalliche)</p> <p>Ruggine Colamenti Deformazioni Disconnessioni Presenza di microrganismi Presenza di vegetazione</p>	<p>Tramatura plumbea</p> <p>Ossidazione del piombo Flangia degradata Rottura del filetto di rame Saldatura crepata Rinsecchimento e polverizzazione dello stucco Sostituzione righello in piombo</p>

Tessere vitree	Grisaglie
Patine di corrosione Rottura semplice o composta della tessera Mancanza Sostituzione Sutura Ripiombatura Alveolizzazione	Esfoliazione Polverizzazione Distacco

Tabella 7.1: Fenomeni di degrado propri di ciascun Sistema Costruttivo, Tecnologico e Decorativo

Una volta individuate le voci da prendere in considerazione per una corretta documentazione dello stato di conservazione di una vetrata, si è proceduto ad un ulteriore sopralluogo finalizzato alla determinazione dei fenomeni di degrado presenti nella Vetrata di San Giovanni e Paolo ed alla loro localizzazione nell'opera.

I dati ottenuti dal rilievo metrico e fotografico, dal rilievo del degrado e dalle ricerche condotte sugli interventi di restauro pregressi sono stati rielaborati per la costruzione di una vera e propria mappa che testimoni lo stato di conservazione dell'opera antello per antello .

MAPPA DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DELLA GRANDE
VETRATA DELLA CHIESA DI SS. GIOVANNI E PAOLO

Capitolo 8: CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI E DEL DEGRADO DELL'ANTELLO 35 a

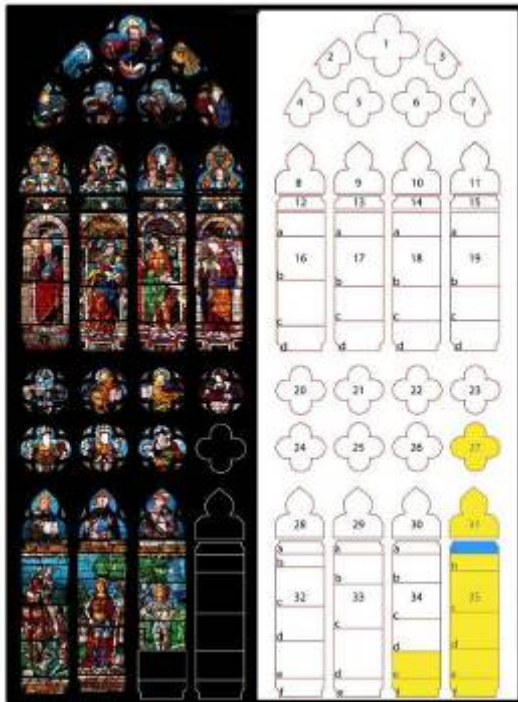


Fig. 8.1: Fotomosaico riprodotto la vetrata allo stato attuale e legenda con la numerazione degli antelli (in giallo sono indicati gli antelli non in opera, in blu l'antello 35a).

In tutte le operazioni descritte finora un grosso limite era costituito dalla possibilità di osservare da distanza ravvicinata solo la parte interna degli antelli.

Al momento dieci antelli della grande vetrata non sono in opera e sono custoditi presso la sagrestia della chiesa perché rimossi nel corso di un restauro non autorizzato dalla Soprintendenza. Questi sono stati esaminati nel corso di un sopralluogo effettuato dal personale dell'equipe dell'Università di Padova e della Soprintendenza per i Beni Ambientali e Paesaggistici di Venezia e Gronda Lagunare.

Le condizioni ambientali differenti rispetto a quelle relative ai rilievi effettuati sugli antelli ancora in opera (in particolare la possibilità di osservare i pezzi in luce solo ed esclusivamente riflessa) hanno permesso di cogliere maggiori particolari, soprattutto per quello che riguarda la presenza di materiali estranei all'opera e riconducibili ai restauri passati.

Di particolare interesse è risultato l'antello 35a che costituisce il fregio superiore dell'ultima finestra della quadrifora bassa (Fig. 8.1). Infatti, mentre gli altri pannelli sono in condizioni che potremmo definire discrete, l'antello 35a si presenta in uno stato di conservazione decisamente precario (Fig. 8.2a). L'antello è stato rimosso dal telaio tagliando il silicone utilizzato nel restauro del 1980 per assicurare i pannelli ai rispettivi infissi. Questa operazione è stata evidentemente condotta senza fare attenzione alla salvaguardia dei piombi perimetrali, che risultano lacunosi in vari punti (Figg. 8.2b, 8.2c). Secondo quanto riportato nella bibliografia, nel restauro del 1980 le fratture delle tessere vitree sono state suturate con silicone e le lacune delle stesse integrate mediante l'uso di resine epossidiche. Entrambi i materiali sono stati utilizzati in eccesso e si notano concrezioni, ormai ingiallite, sulle superfici vitree (Figg. 8.2b e 8.2d). Inoltre, per conferire solidità alle tessere più grandi riparate con questi materiali, queste sono state foderate dall'esterno con carta giapponese imbevuta di paraloid B-72. Questo ha portato alla formazione di una incrostazione rigida di colore biancastro presente su tutta la superficie esterna di tali tessere (Fig 8.2e).

In accordo con la Soprintendenza per i Beni Ambientali e Paesaggistici di Venezia e Gronda Lagunare si è deciso di prelevare l'antello 35a per eseguire un restauro pilota in collaborazione con esperti restauratori di vetrate.

Una volta prelevato l'antello sono stati eseguiti un rilievo metrico del pannello ed un rilievo fotografico ad alta definizione del *recto* e del *verso*. I dati ottenuti dai due rilievi sono stati impiegati per la costruzione di un fotomosaico in grado di restituire informazioni metriche e morfologiche del pezzo preso in esame.

La fase successiva del lavoro è stata l'individuazione e la caratterizzazione delle zone interessate dai fenomeni di degrado, mediante analisi in luce riflessa ed in luce trasmessa (possibile solo con l'impiego di tavoli luminosi). Contestualmente al rilievo del degrado è stato anche eseguito un rilievo dei materiali inseriti nei precedenti interventi di restauro.

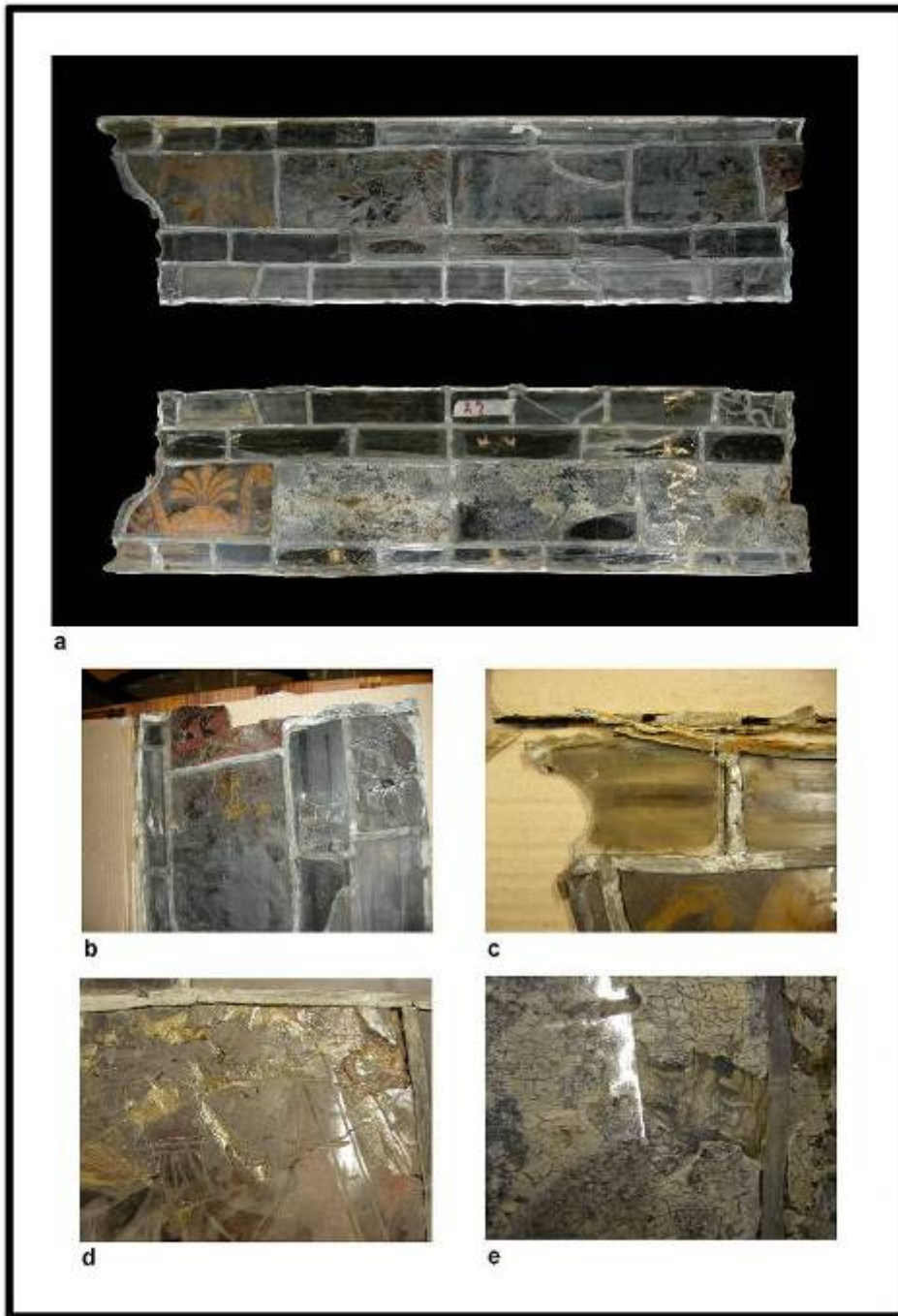


Fig. 8.2: Immagini del recto (sopra) e del verso (sotto) dell'antello 35a (a) e alcuni particolari significativi (b, c, d, e)

I dati ottenuti dai due rilievi e dal fotomosaico sono stati utilizzati per costruire un vera e propria mappa dello stato di conservazione dell'antello.

I prodotti di alterazione ed i materiali estranei sono stati caratterizzati con metodi di analisi chimico-fisici in modo da conoscerne la natura e la composizione.

In seguito i restauratori potranno quindi procedere al restauro pilota previsto per questo antello, potendosi avvalere di queste conoscenze oltre a quelle che derivano loro dall'esperienza diretta di molti anni di lavoro in questo campo.

Scopo principale di questa operazione è infatti quello di caratterizzare la natura intima dei materiali presenti, di individuare la migliore metodologia di intervento per ogni singolo caso e di razionalizzare in maniera scientifica tali procedimenti.

Documentazione fotografica



Fig. 8.3: Antello 35 a. Foto della quadrifora bassa, si noti il vano finestra attualmente tamponato.

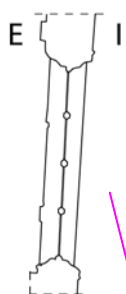




Fig. 8.4: Antello 35 a. Particolari del vano finestra tamponato con pannelli in pvc trasparente resi opachi con una vernice bianca lavabile

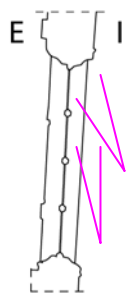




Fig. 8.5: Prelievo dell'antello 35 a. Il trasporto è stato fatto imballando l'antello con un involucro di carta siliconica bianca e un foglio di nylon bollicinato. Il tutto è stato posto in una cassa in legno su misura, con all'interno dei pannelli di polistirolo

Rilievo fotografico

Il rilievo è stato eseguito su appositi tavoli luminosi in cristallo trasparente, con piano automatizzato per la movimentazione. L'antello non è stato posto direttamente sul banco, bensì in una teca apribile formata da due cristalli extrachiari (2+2 PVB 0,38) poggianti su un doppio tappo in Teflon da 8 mm. In questo modo è stato possibile movimentarlo in fase di rilievo, campionatura e analisi del degrado.



Fig. 8.6: Rilievo fotografico. Verso e recto a luci riflesse



Fig. 8.7: Rilievo fotografico. Verso e recto a luci trasmesse



Fig. 8.8: Particolari. Tessera 26 e tessera 18



Fig. 8.9: Particolari. Tessera 1 e tessera 16



Fig. 8.10: Particolari. “Rametto” o filo in rame sustagnato sulla tramatura plumbea. Tessera (Verso) del fregio dipinto “consolidata” nell’ultimo intervento di restauro.

Rilievo metrico, tracciato della tramatura plumbea e numerazione delle tessere

La restituzione dell'antello è stata fatta nel recto. Sono state verificate le misure del rilievo metrico eseguito in opera e si è proceduti al disegno digitale del tracciato della tramatura plumbea. Si sono quindi numerate progressivamente tutte le tessere.

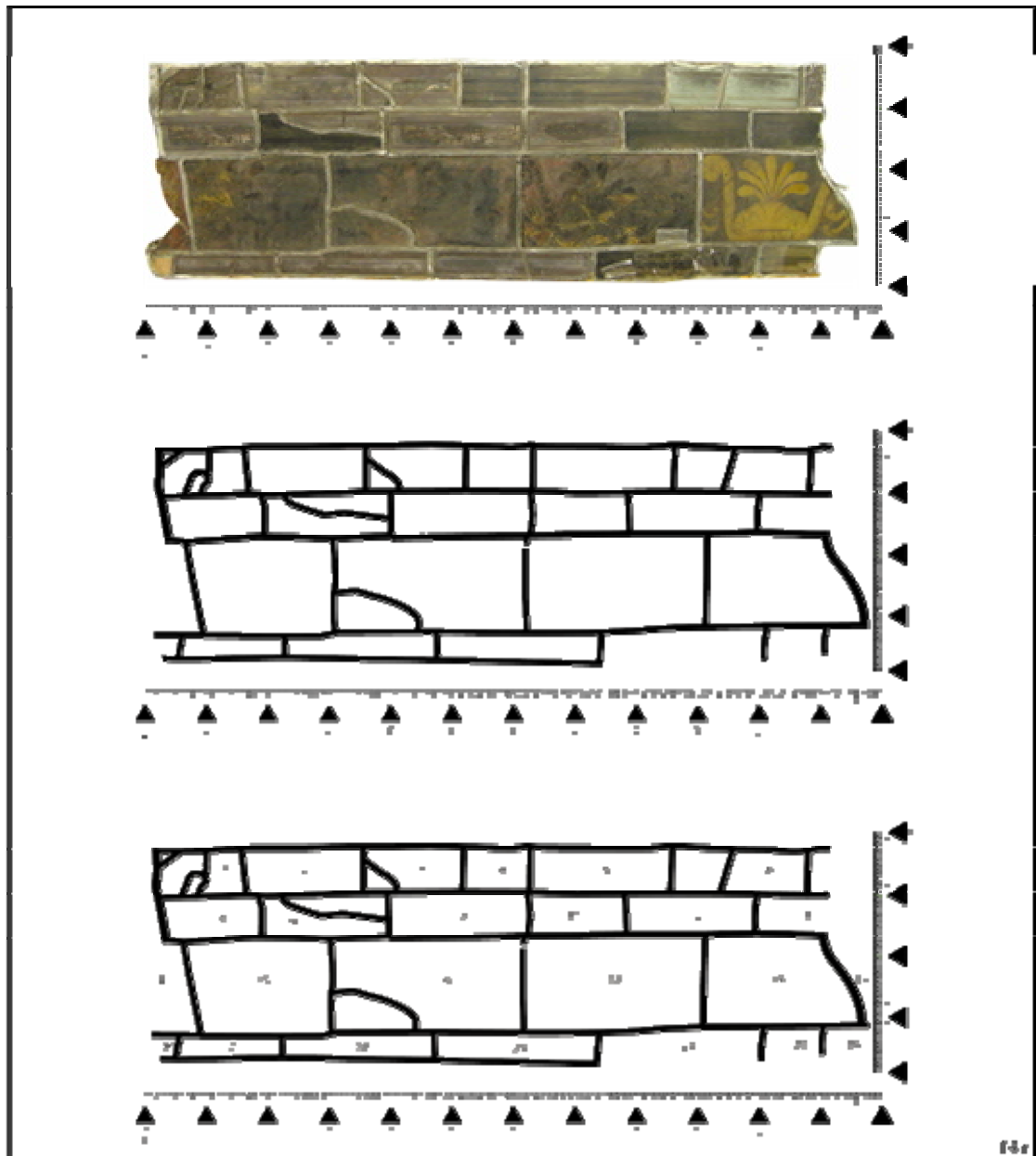


Fig. 8.11: Fotocomposizione quotatata dell'antello 35 a (recto), tracciato della tramatura plumbea e numerazione delle tessere.

Datazione delle tessere e della tramatura plumbea

In questa fase, si è proceduti in modo analitico nel definire “la storia” di ogni tessera vitrea, per avere un quadro preciso in cui inserire l’analisi del degrado.

Una prima osservazione è stata fatta tessera per tessera sul recto e sul verso dell’antello, utilizzando luci trasmesse, riflesse e radenti.

Sono quindi stati prelevati alcuni campioni da sottoporre ad analisi chimico fisiche di laboratorio per avere dei riscontri al fine di arrivare a capire quali tessere sono state sostituite nell’ultimo restauro.

Si è quindi passati ad un esame microscopico fatto direttamente sull’antello con uno stereomicroscopio, al fine di andare ad osservare le differenti conformazioni dei vetri, dei righelli in piombo e della grisaglia.

E’ stata poi presa in esame la documentazione d’archivio e quella pubblicata. Nello specifico, il tracciato pubblicato nel 1980 è stato confrontato con quello eseguito, integrando l’analisi con la documentazione protocollata dalla Soprintendenza e riassunta nel capitolo 3.

Di seguito riportiamo il tracciato dei righelli in piombo (si noti che sono già state individuate le suture piombate) con le tessere numerate e raggruppate secondo tre categorie, che abbiamo cercato di riassumere in tabella.



Fig. 8.12: Tracciato per la datazione delle tessere

Datazione: Tessere vitree

TESSERE	RIFERIMENTO	DATAZIONE
Autentiche	6, 14, 15, 16, 17, 20	ciòè quelle che possono essere considerate antecedenti al restauro del Beltrami nel 1908. Riconoscimento: <ul style="list-style-type: none">- osservazione microscopica dello stato del vetro e della pittura. Si notano corrosioni e cancellazione pressoché totale della parte dipinta che facilmente esfolgia;- confronto tracciato pubblicato nel 1980;- confronto dei risultati delle analisi di laboratorio: Tessere 6 e 20 (vedi tavole campioni 9 e 8 rispettivamente alla fine del capitolo)
Sostituzione Beltrami 1908	1, 2, 3, 7, 10, 11, 21, 22, 23	ciòè quelle che sono state sostituite durante il restauro del 1908. Riconoscimento: <ul style="list-style-type: none">- data che lo stesso Beltrami incise nel verso di ogni tessera.
Sostituite nell'ultimo intervento	4 e 5, 8 e 9, 12 e 13, 18, 24, 25, 26	ciòè quelle su cui si è intervenuti in un periodo che va dalla fine del restauro del Beltrami all'ultimo intervento del Nonfarmale compreso. Riconoscimento: <ul style="list-style-type: none">- osservazione microscopica dello stato del vetro, del piombo e della pittura- diversità metodologiche marcate tra le tessere sostituite dal Beltrami e quelle relative all'ultimo restauro- sostituzioni con un vetro trasparente (vedi caratteristiche piegature della flangia di tutti i piombi perimetrali interessati, nel recto)- la pittura è stata eseguita solo dopo inserimento delle tessere nella tramatura plumbea- confronto dei risultati delle analisi di laboratorio. Tessere 8 e 26 (vedi tavole campioni 11 e 10 rispettivamente alla fine del capitolo)

Datazione: Tramatura plumbea

La tramatura del ricalco del 1980 e quella del ricalco attuale, sono discordanti in alcuni punti; questo perché il primo rilievo non porta le sostituzioni operate nell'ultimo intervento.

Sono evidenti sulla tramatura delle saldature eseguite con dell'antiossidante, quindi non contemporanee ai righelli ma eseguite successivamente.

Sono tuttavia presenti alcuni righelli che non sono stati toccati dal Nonfarmale e che non sono presenti nel ricalco del 1980.

C'è infine da sottolineare una grande diversità metodologica tra le sostituzioni del Beltrami e quelle dell'ultimo intervento, tanto da renderle ben distinguibili.

Per il resto la tramatura plumbea è omogenea e dello stesso tipo sia per quanto riguarda la consistenza e la modanatura, sia per il colore dei righelli. Le saldature sono uniformi tanto da poter riconoscere o la probabile ripiombatura completa del Meduna (1814) o, come ipotizza nella relazione nell'aprile del 1979 il gruppo di lavoro della Soprintendenza ai Beni Artistici e Storici di Venezia, la rilegatura completa dell'antello da parte del Beltrami.

Tale ipotesi si rafforza anche osservando l'immagine riportata di seguito relativa alle condizioni dell'antello prima dell'intervento del 1908 dove è ben visibile il dissesto generalizzato dei righelli.



Fig. 8.13: Immagine dello stato di fatto dell'antello 35 a prima del restauro del 1908

E' infine utile ricordare che la "trafilatura", presente presumibilmente su tutta la tramatura plumbea, è di due tipi diversi; una molto fitta e finissima e l'altra con le caratteristiche "tracce" più distanziate.

Caratterizzazione dei Materiali

L'analisi ravvicinata dell'antello in luce riflessa ed in luce trasmessa ha permesso di formulare delle ipotesi sulla natura e sull'origine dei materiali presenti. Per confermare i dati ottenuti dall'analisi macroscopica sono state condotte alcune analisi chimico-fisiche su campioni scelti ad hoc.

Per quanto riguarda le tessere vitree sono state scelte due tessere identificate come risalenti all'intervento del 1980 ad opera di Ottorino Nonfarmale, due tessere di vetro trasparente dipinte con grisaglia scura identificate come precedenti all'intervento di Giovanni Beltrami del 1908 ed infine due tessere di vetro di colore giallo ambrato dipinte con grisaglia rossa sempre identificate come precedenti al 1908.

Per quanto riguarda la tramatura plumbea sono stati caratterizzati i depositi di corrosione presenti sulla superficie dei piombi perimetrali a contatto con il silicone utilizzato nel restauro del 1980 per assicurare gli antelli agli infissi.

Per quanto riguarda i materiali "estranei" inseriti nel corso del restauro del 1980 sono stati analizzati il silicone utilizzato per fissare gli antelli agli infissi e le resine utilizzate per il consolidamento delle tessere vitree.

Di seguito viene riportato un elenco dei campioni presi in esame:

- Campione 1: Frammenti di Resina e Carta Giapponese applicati sul retro delle tessere 14, 15, 16 e 17 per dare solidità alla struttura delle tessere fratturate in numerosi frammenti.
- Campione 2: Materiale polimerico rimosso dal verso della tessera n° 18, applicato per velare la trasparenza della tessera.
- Campione 3: Resina utilizzata per suturare le fratture delle tessere e per integrare le lacune delle stesse.
- Campione 4: Silicone Perimetrale.
- Campione 5: Deposito superficiale proveniente dal verso della tessera n° 6.
- Campione 8: Tessera n° 20, ritenuta precedente al restauro del 1908 e decorata con grisaglia scura.
- Campione 9: Tessera n° 6, ritenuta precedente al restauro del 1908 e decorata con grisaglia scura.
- Campione 10: Tessera n° 26, ritenuta risalente all'intervento del 1980 e decorata con uno strato pittorico scuro.

- Campione 11: Tessera n° 8, ritenuta risalente all'intervento del 1980 e decorata con uno strato pittorico scuro.
- Campione 12: Piombo Perimetrale.
- Campione 14: Tessera n° 19, ritenuta precedente al restauro del 1908 e decorata con grisaglia.
- Campione 15: Tessera n° 14, ritenuta precedente al restauro del 1908 e decorata con grisaglia rossa.

Tutti i campioni sono stati analizzati preliminarmente con un microscopio ottico Axiotech 100 (Zeiss). Le tessere vitree sono state analizzate mediante uno spettrometro XRF portatile Artax 200 (Bruker), i materiali sintetici introdotti nel corso del restauro del 1980 sono stati analizzati con uno spettrofotometro IR Nexus FT-IR (Nicolet) ed infine i depositi di corrosione presenti sulla superficie dei piombi sono stati caratterizzati con uno spettroscopio XPS Φ 5600 ci (Perkin-Elmer).

Grisaglie e strati pittorici

Le grisaglie utilizzate per decorare i vetri precedenti al restauro del 1908 si presentano diverse dagli strati pittorici applicati da Ottorino Nonfarmale nel corso del restauro del 1980.

Tali differenze sono state riscontrate sia a livello morfologico, nel corso delle analisi al microscopio ottico, sia analizzando le composizioni dei materiali con la fluorescenza ai raggi X (XRF).

Guardando alla struttura degli strati di grisaglia dei campioni 9 e 15 si può vedere che i due materiali sono morfologicamente simili.

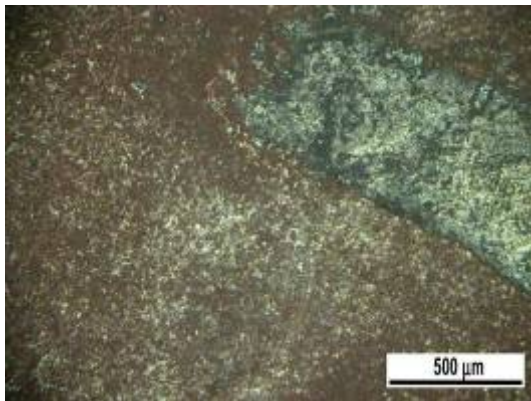


Fig. 8.14: Campione 15, immagine in luce riflessa della grisaglia depositata sulla tessera (Reflected Light Brightfield Mode, obiettivo 5x)

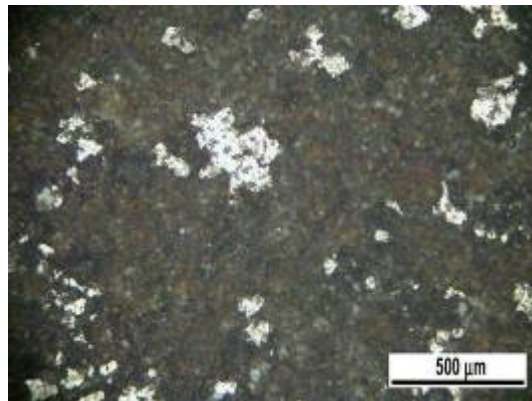


Fig. 8.15: Campione 9, immagine in luce riflessa della grisaglia depositata sulla tessera (Reflected Light Brightfield Mode, obiettivo 5x)

Gli strati pittorici depositati sui campioni 10 e 11 si presentano invece molto diversi rispetto alle grisaglie appena viste.

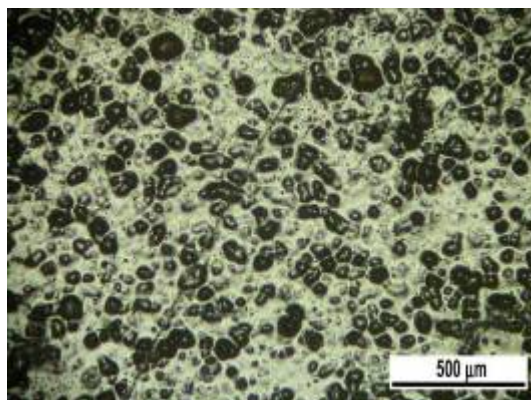


Fig. 8.16: Campione 10, immagine in luce riflessa dello strato pittorico depositato sulla tessera (Reflected Light Brightfield Mode, obiettivo 5x)

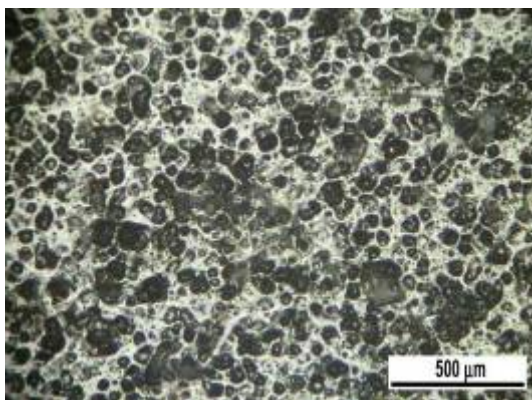


Fig. 8.17: Campione 11, immagine in luce riflessa dello strato pittorico depositato sulla tessera (Reflected Light Brightfield Mode, obiettivo 5x)

Anche le composizioni chimiche delle due tipologie di decorazioni sono differenti. Di seguito vengono riportati gli spettri XRF dei campioni considerati:

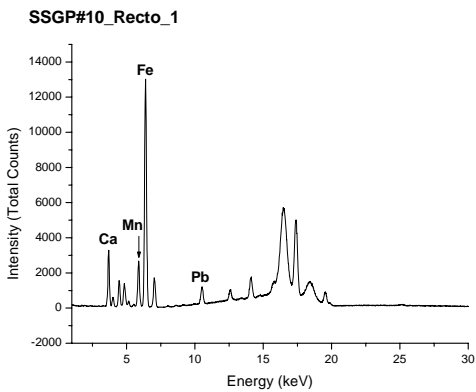


Fig. 8.18: Campione 10, spettro XRF (Strato pittorico)

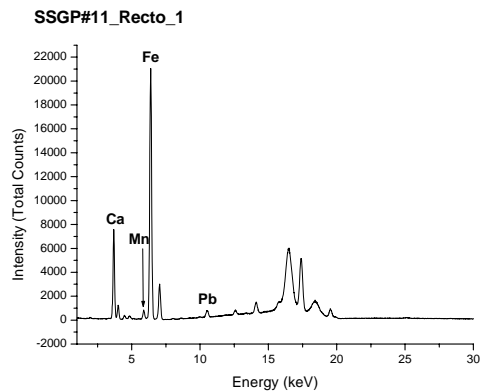


Fig. 8.19: Campione 11, spettro XRF (Strato Pittorico)

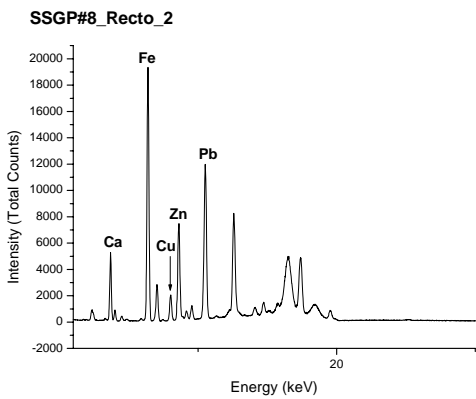


Fig. 8.20: Campione 8, spettro XRF (Grisaglia)

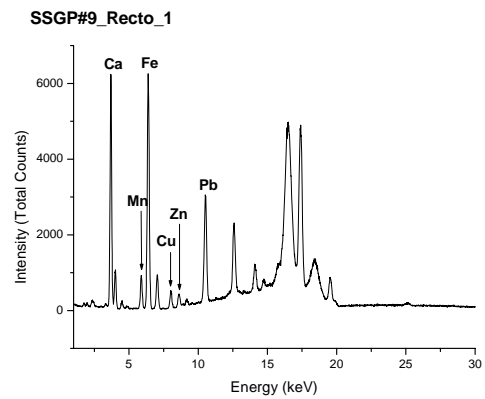


Fig. 8.21: Campione 9, spettro XRF (Grisaglia)

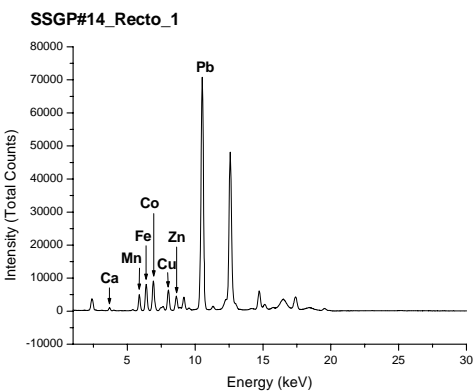
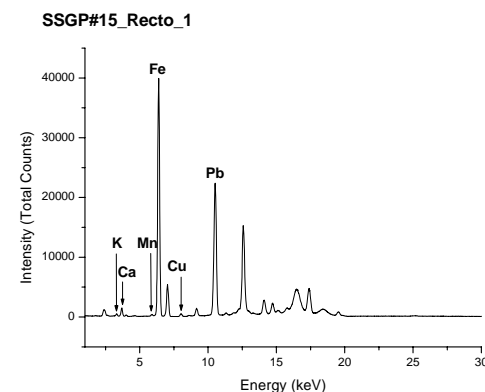


Fig. 8.22: Campione 14, spettro XRF (Grisaglia)



Dagli spettri XRF si può notare come i quattro tipi di grisaglia presentino i segnali relativi agli stessi elementi (il campione 14 costituisce un caso a parte in quanto l'intera superficie della tessera è coperta da patine di alterazione spesse e molto coese), mentre nel caso dei due strati pittorici solo il segnale relativo al ferro presenta una intensità considerevole.

Patine

Per quanto riguarda le patine presenti sulla superficie delle tessere, le analisi XRF sono state eseguite in più punti e su campioni diversi cercando di andare ad osservare porzioni in cui le patine si presentavano più o meno consistenti. L'analisi dell'andamento dei segnali relativi agli elementi presenti ha permesso di formulare delle ipotesi sulla natura di questi strati di alterazione.

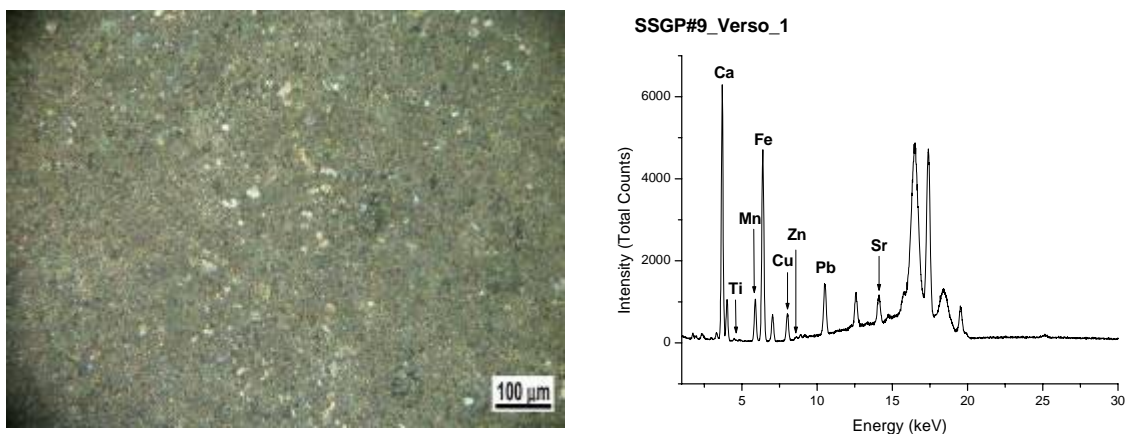


Fig. 8.24: Campione 9 – Verso, immagine al microscopio ottico di una patina consistente e relativo spettro XRF

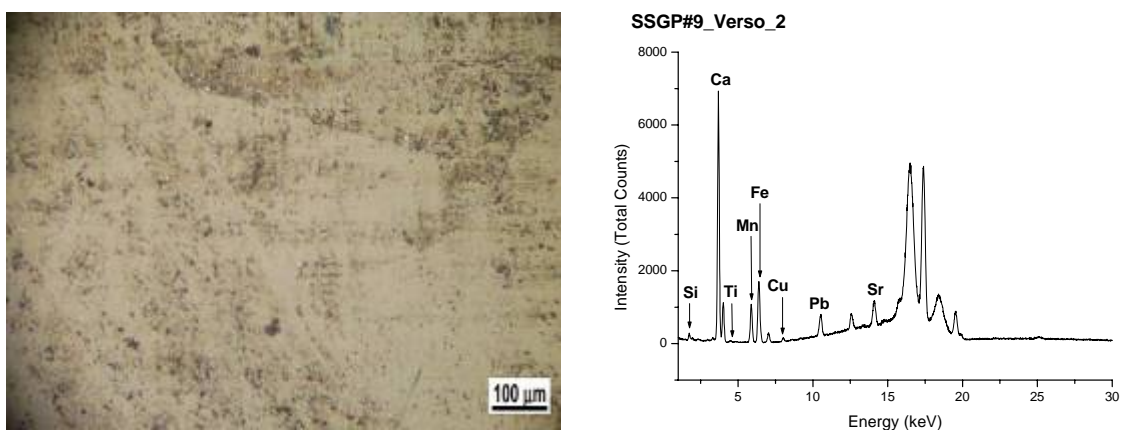


Fig. 8.25: Campione 9 – Verso, immagine al microscopio ottico di una patina poco consistente e relativo spettro XRF

Come si può vedere nel primo caso la patina copre tutta la superficie del vetro mentre nel secondo caso il substrato è visibile. Andando ad osservare gli spettri XRF è possibile notare che i segnali relativi a Fe, Pb e Cu calano visibilmente in intensità quando si passa dalla superficie in cui la patina è più consistente a quella in cui ve ne è meno.

Nel campione 14 queste patine hanno uno spessore considerevole e possono tranquillamente venire definite incrostazioni. La tessera vitrea è stata analizzata in un punto posto sotto la tramatura plumbea in cui era saltato un frammento di vetro. Lo stesso punto è stato osservato prima e dopo aver rimosso la patina.

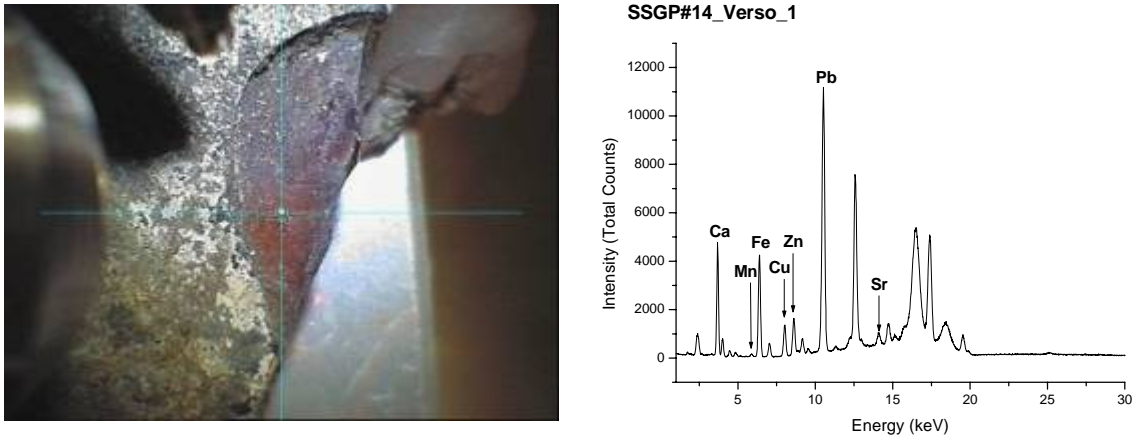


Fig. 8.26: Campione 14 – Recto, immagine della patina analizzata e relativo spettro XRF

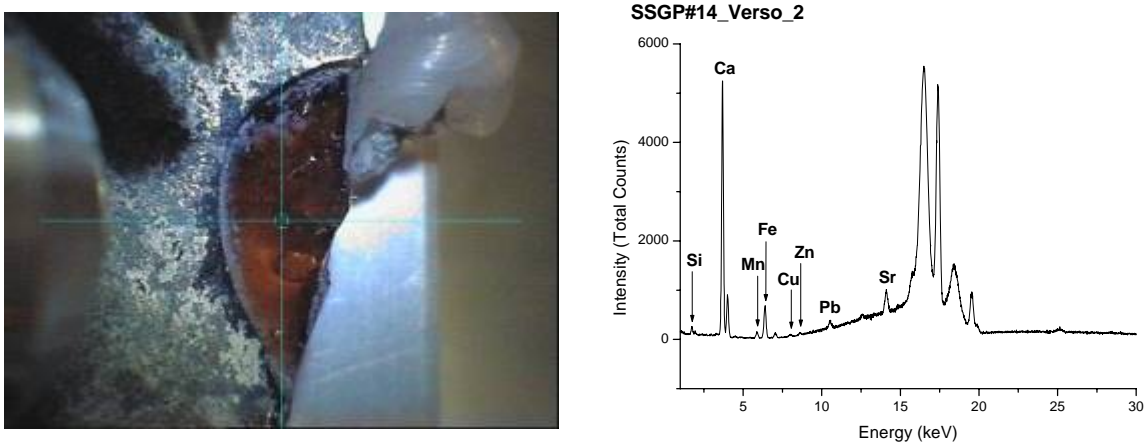


Fig. 8.27: Campione 14 – Recto, immagine del medesimo punto dopo l'operazione di pulizia e relativo spettro XRF

Anche in questo caso l'analisi della patina ha messo in luce la presenza di Fe, Pb, Cu e Zn: elementi i cui segnali calano decisamente in intensità nello spettro relativo all'analisi dello stesso punto dopo la rimozione della patina.

Materiali inseriti nel restauro del 1980

Dalla documentazione in nostro possesso riguardo al restauro del 1980 risulta che Ottorino Nonfarmale ha utilizzato silicone per assicurare gli antelli ai telai, paraloid B72 per consolidare le grisaglie in via di distacco e per dare solidità alle tessere suture e resina epossidica per integrare le lacune delle tessere.

Alcuni campioni di questi materiali sono stati prelevati dall'antello ed analizzati con mediante spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FT-IR).

SSGP#1

Il campione è stato prelevato dal verso della tessera 16. La superficie della tessera è completamente ricoperta da materiale polimerico di sintesi che ormai si presenta come una incrostazione biancastra. Nel polimero sono anche inglobate fibre di carta giapponese utilizzata per applicare tramite impacchi il polimero.



Fig. 8.28: Immagine della superficie del verso della tessera: è visibile il polimero ormai secco e crepato

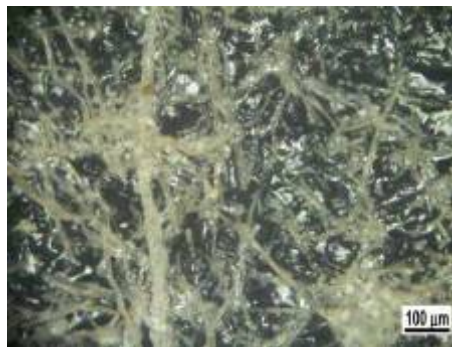


Fig. 8.29: Immagine al microscopio ottico del polimero applicato: sono visibili le fibre di carta giapponese rimaste inglobate nel materiale

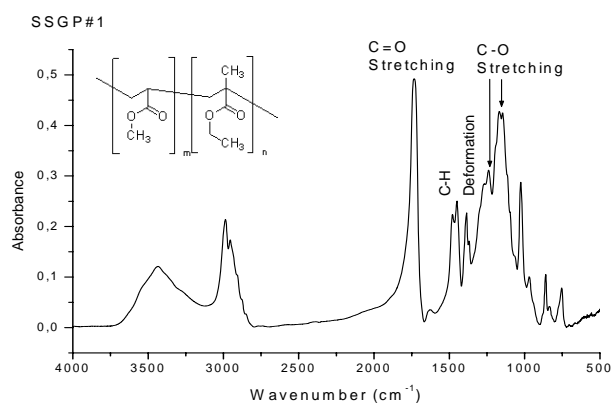


Fig. 8.30: Spettro IR del campione SSGP#1. Le bande presenti sono in buona corrispondenza con quelle proprie del Paraloid B72 (polimetil acrilato etil metacrilato copolimero) - in alto a sinistra.

SSGP#2

Il campione è stato prelevato dal retro della tessera 18. La superficie della tessera è coperta da un leggero strato di paraloid utilizzato per velare la trasparenza della tessera.



Fig. 8.31: Immagine del verso della tessera 18. E' visibile il sottile strato di paraloid applicato sulla superficie.

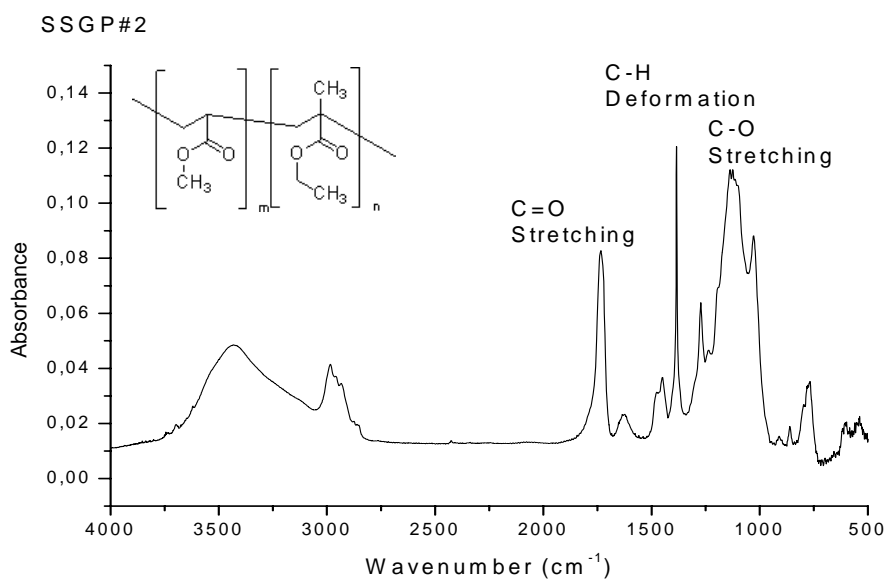


Fig. 8.32: Spettro IR del campione SSGP#2. Le bande presenti sono in buona corrispondenza con quelle proprie del Paraloid B72 (polimetil acrilato etil metacrilato copolimero) - in alto a sinistra.

SSGP#3

Il campione è stato prelevato dal riempimento di una lacuna della tessera 14. Secondo i dati riportati nella documentazione a nostra disposizione il materiale doveva essere una resina epossidica; in realtà le analisi hanno rivelato trattarsi di silicone.



Fig. 8.33: Immagine di una lacuna riempita con il polimero esaminato.

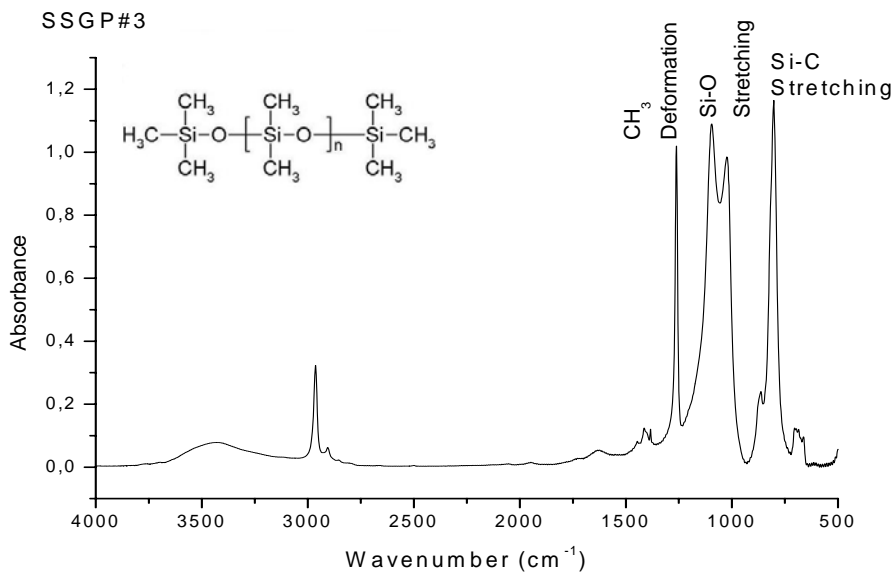


Fig. 8.34: Spettro IR del campione SSGP#3. Le bande presenti sono in buona corrispondenza con quelle proprie del Silicone - in alto a sinistra.

SSGP#4

Il campione è stato prelevato dal perimetro dell'antello. Il silicone è stato usato per fissare l'antello all'infisso. Dall'osservazione ravvicinata dell'antello è emerso che i piombi perimetrali a contatto con il silicone presentavano depositi di corrosione. Da questa osservazione si è ipotizzato che nel restauro del 1980 fosse stato utilizzato silicone acetico.

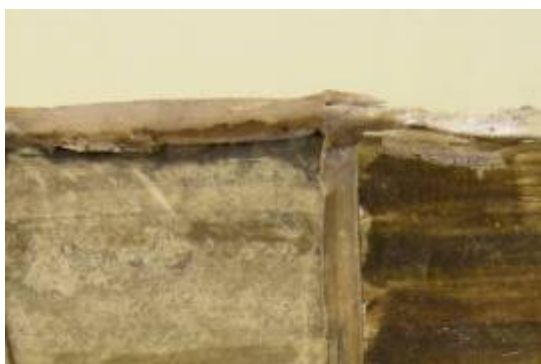


Fig. 8.35: Immagine del silicone perimetrale a contatto con i piombi.



Fig. 8.36: Immagine del silicone perimetrale; è possibile vedere i depositi di corrosione sulla parte a contatto con i piombi.

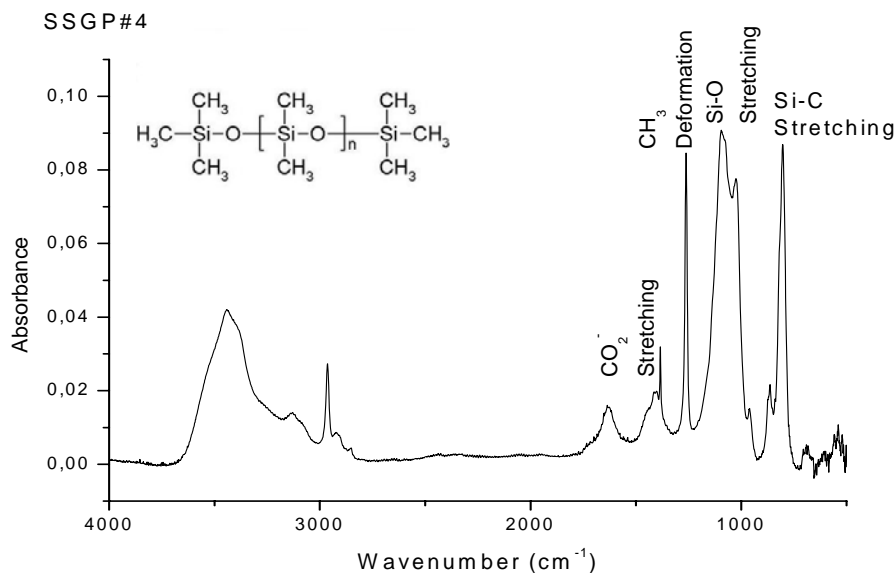


Fig. 8.37: Spettro IR del campione SSGP#4. Le bande presenti sono in buona corrispondenza con quelle proprie del Silicone - in alto a sinistra. Sono anche presenti le bande relative al gruppo carbossilato (COO⁻), conferma dell'utilizzo di silicone acetico da parte del Nonfarmale.

SSGP#12

Il campione è un frammento di piombo perimetrale dell'antello: esso presenta depositi biancastri sulla superficie. Il campione è stato analizzato mediante spettroscopia di fotoelettroni ai raggi X (XPS).



Fig. 8.38: Immagine del campione SSGP#12.

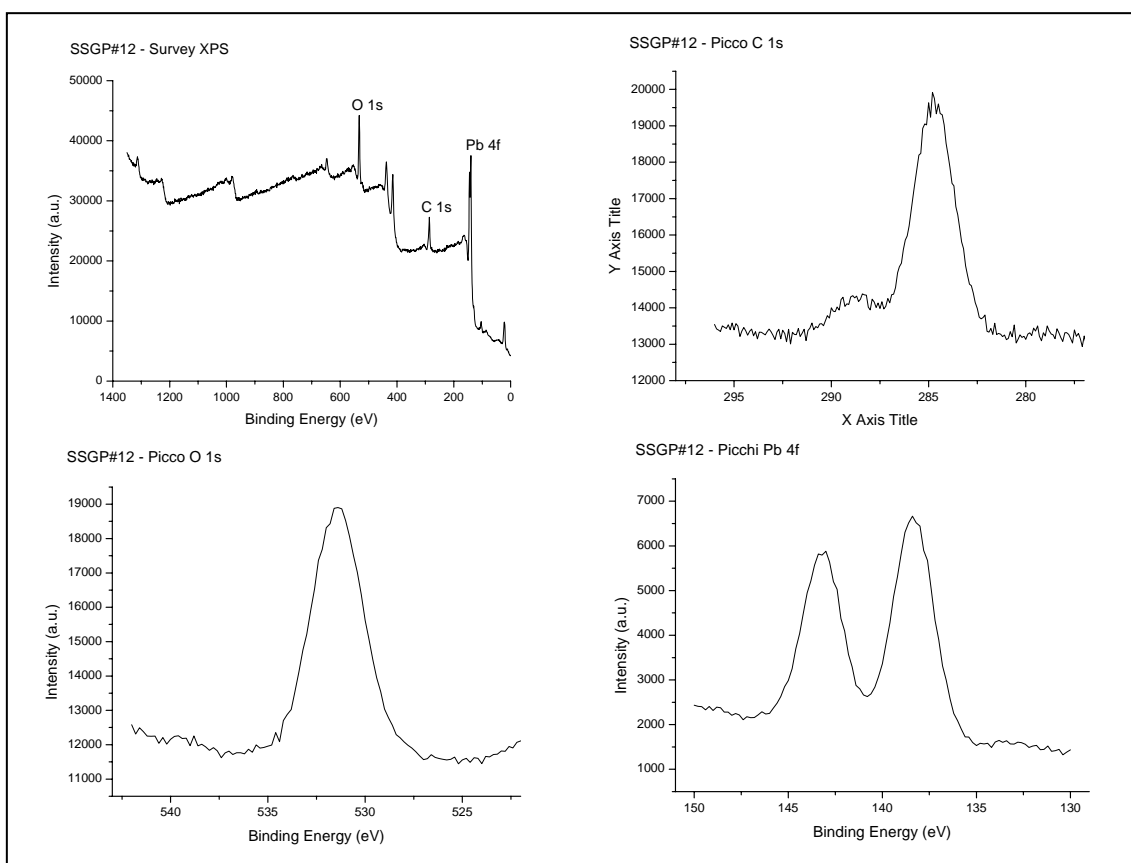



Fig. 8.39: Spettri XPS della superficie del piombo. Dai valori di Binding Energy dei picchi 4f del piombo emerge che si tratta di Pb^{2+} . L'ossidazione del piombo è avvenuta in seguito all'esposizione a vapori di acido acetico liberati dal silicone.

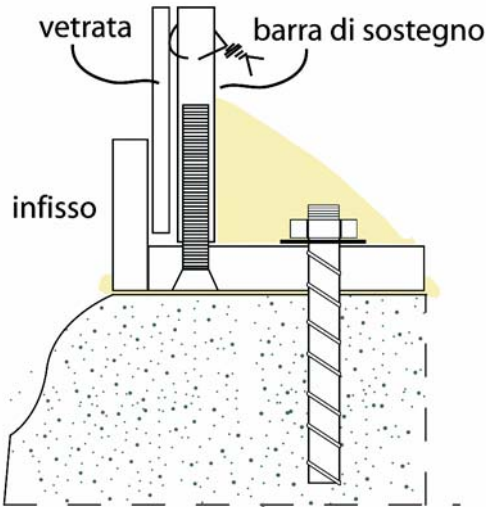

Analisi dei materiali (Elementi Costitutivi) dell'infisso, del sistemi di irrigidimento, della tramatura plumbea, delle tessere vitree e delle superfici pittoriche

Si è proceduto all'individuazione sistematica di tutti gli elementi costruttivi dell'opera, considerando le caratteristiche fisico/tecniche, tecnologiche e artistiche. Le tabelle che seguono, mettono in evidenza oltre a ciò, il rapporto tra i vari elementi costruttivi ponendo (assieme al rilievo e alla ricerca storica) un quadro chiaro e dettagliato per eseguire le dovute mappature dell'antello in esame.



Vano finestra (ricavato su paramento in laterizio + impianto di una cornice modanata con marcapiani, colonnine, archi e quadrilobi)

Dimensioni della cornice in pietra	Vedi risultati rilievi riportati nel capitolo 6
Tipo di pietra	Pietra d'Istria
Geometria dei conci	Varia in funzione alla zona della cornice, le vetrate poggiano su blocchi assimilabili a parallelepipedi modanati internamente ed esternamente
Spessore dei conci	10-15 cm
Presenza di elementi metallici sul cornicione	Barre (quadriforme) catena metallica
Spessore del muro	1,30 m circa
Composizione del muro	Laterizi
Presenza di intonaco	Sì
Allegati	FOTO (Vano finestra) 



Infisso

Tipo di sez.	L (battuta dell'infisso interna)
Tipo di materiale ed elementi costituenti	Barre a sez. rettangolare piene con incastri angolari
“Telaino” di sostegno dell'antello	No
Fermavetro	No
Sistemi di fissaggio tra elementi	Saldatura
Sistemi di ancoraggio al vano	Mediante viti e/o bulloni direttamente sulla cornice in pietra/ silicone trasparente di tamponatura
Tipo di alloggiamento per l'antello	Barre di sostegno/ letto di silicone trasparente (esterno)
Ancoraggio dell'antello all'infisso	Barre di sostegno/ filetti in rame sustagnati/ silicone trasparente
Infisso sagomato	Si
Allegati	<p>SEZIONE (Infisso + silicone in giallo)</p>  <p>FOTO (Capitello in pietra e infisso)</p> 

Sistemi di irrigidimento

Tipo	Barre di irrigidimento
Tipo di sez.	Circolare
Lunghezza	1,05 – 1,10 m
Spessore	8-10 mm
Tipo di materiale	Alluminio, fibra di carbonio
Orientamento	Orizzontale
Posizionamento	Nel verso (esterno fabbrica)
Passo (distanza tra due barre)	Stimati 20 cm circa
Presenza di rete metallica esterna	Sì
Sistemi di fissaggio al telaio	Imbullonatura in testa di ogni barra/ silicone trasparente
Barre ancorate sul vano finestra	No
Allegati	<p>FOTO (Barra di irrigidimento)</p>  <p>FOTO (Sistema di ancoraggio tra barra e infisso)</p> 

Sistemi di collegamento tra antello e barre metalliche di irrigidimento

Tipo	Filetto in rame
Quantità	7
Sustagnatura	Sì
Allegati	FOTO 
	FOTO 

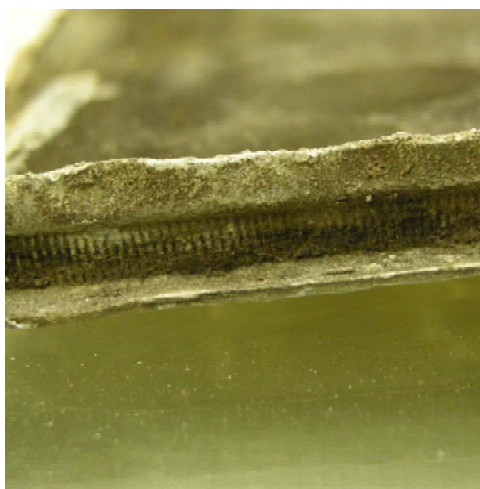
Stucco di irrigidimento

Colore	-
Presenza e consistenza	Minima è quasi assente



Righelli in piombo

Tipo di sez	Semplice a doppio T
Dimensione dei righelli (larghezza “flangia”, spessore “anima”)	Flangia 10 mm/ anima 1,5 mm
Trafilatura	Sì (di 2 tipi)
Modanature	No
Nervature	Sì distalmente nella flangia
Righelli di ricopertura o flange saldate	No
Allegati	FOTO (Righello in piombo) 

FOTO (Diverse trafileture del righello)



Stagnatura

Caratteristiche	Regolari/Piatte/Brunite (a parte quelle eseguite nel 1982)
Quantità	44
Sustagnature di irrigidimento	No
Allegati	FOTO 
	



Tessere vitree

Composizione	Vedi tavole relative ai campioni 8, 9, 10, 11, 14 e 15 riportate in fondo al capitolo
Tipo di vetro	Colorato in pasta
Colore	Incolore/giallo
Tessere di sovrapposizione	Assenti
Spessori medi delle tessere	1,5 - 2 mm
Numero di tessere	26

Allegato FOTO



Grisaglie

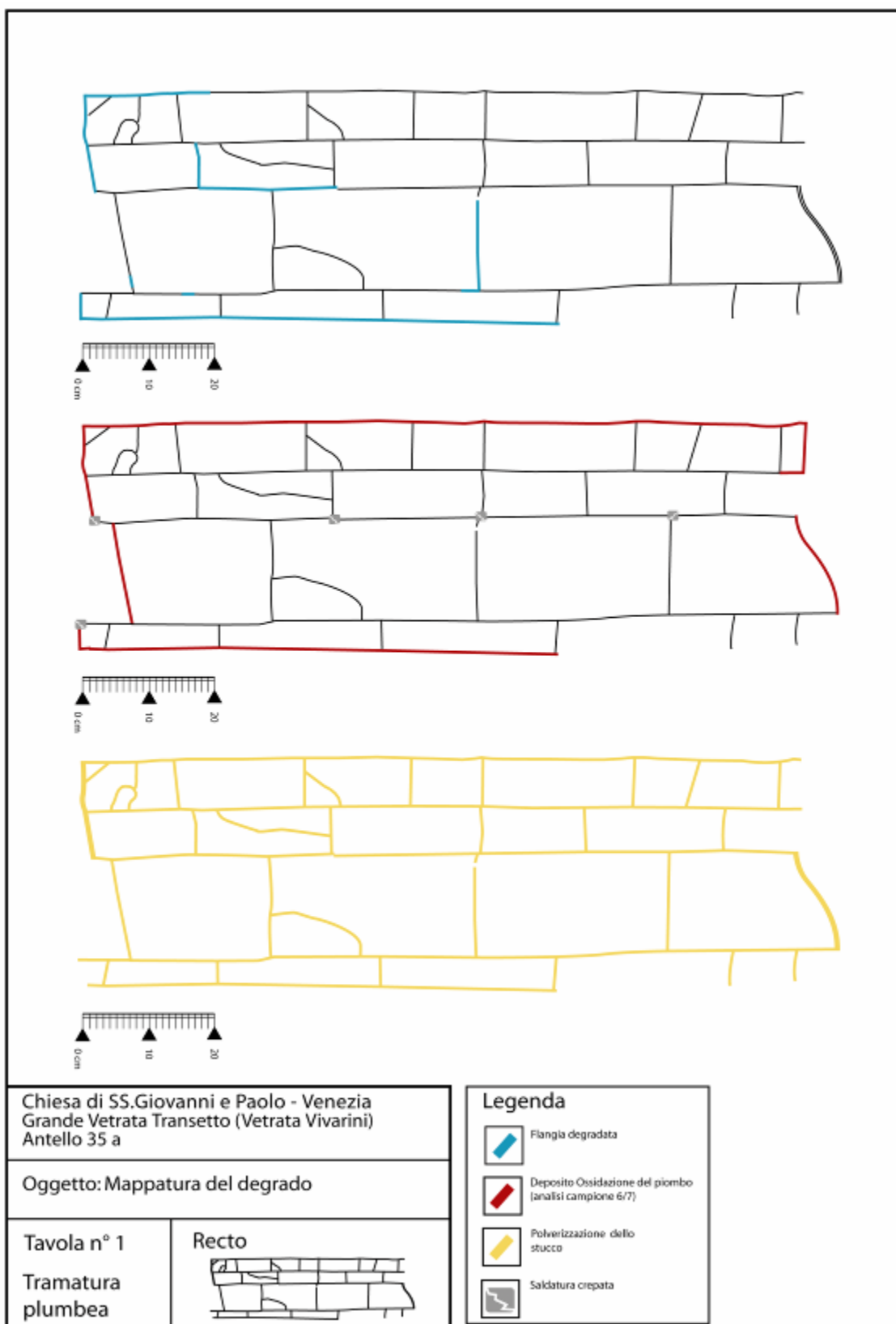
Composizione	Vedi tavole relative al campione 15 riportate in fondo al capitolo
Colore	Rosso
Stesura	Nel recto
Tecniche presenti	“Filetto” “a levar”
Cottura	Sì
Strati pittorici sovrapposti (doppia cottura)	No
Aree di interesse artistico	Fregio dipinto fascia centrale
Allegati	FOTO  

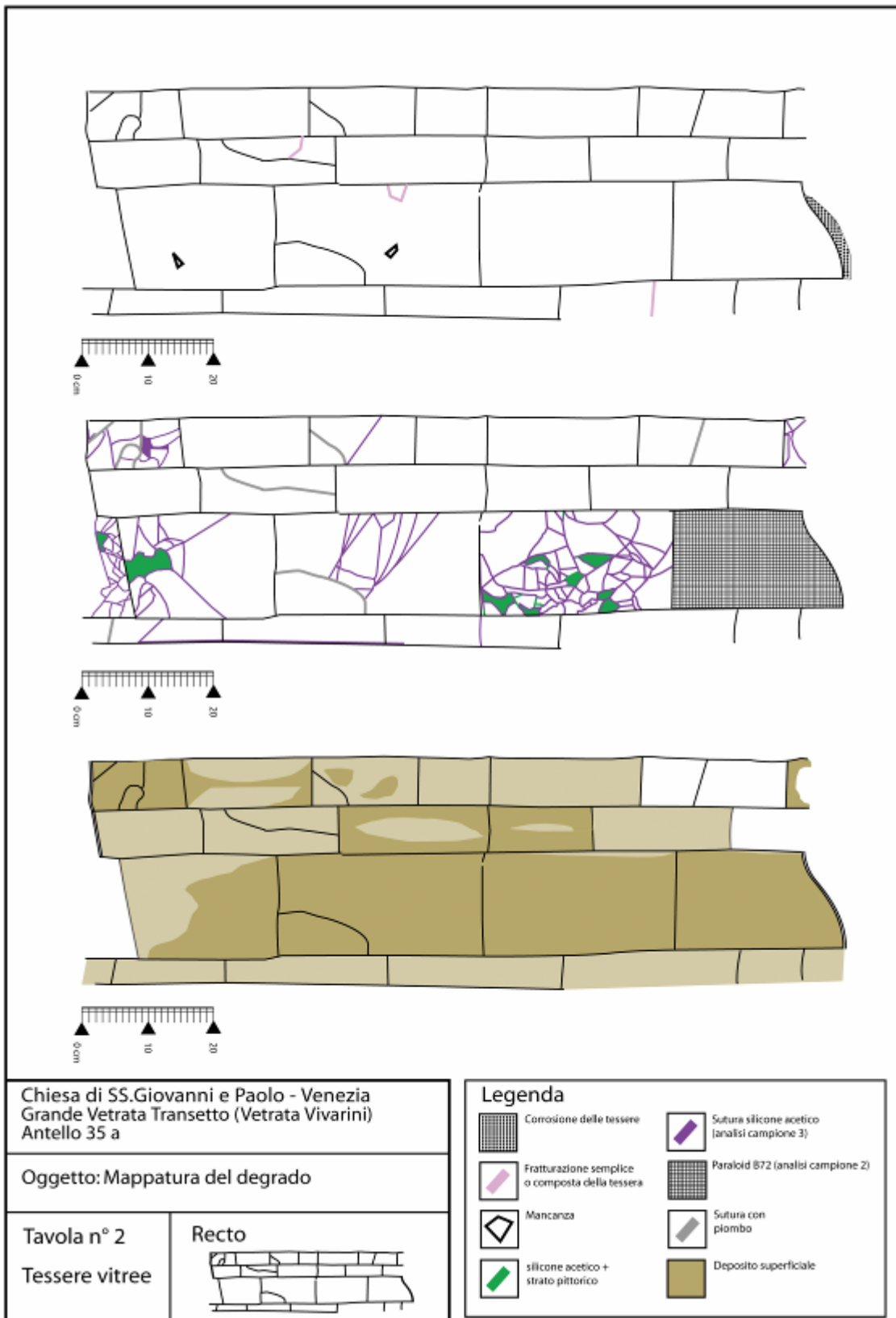
Analisi del degrado

Le analisi eseguite e fin qui descritte hanno permesso di definire lo stato di conservazione degli elementi costituenti l'antello.

Per un corretto riconoscimento dei fenomeni di degrado è stato fondamentale caratterizzare i materiali interessati dal punto di vista chimico-fisico, tecnologico e artistico. L'analisi ravvicinata dell'antello, eseguita insieme a esperti restauratori di vetrate, ha dato la possibilità di inquadrare storicamente le varie parti del manto vitreo risalendo in modo specifico (tessera per tessera) ai diversi interventi realizzati nel tempo.

Nelle tavole seguenti vengono restituite le aree in cui sono presenti fenomeni di alterazione propriamente detti e tutte le parti interessate dagli interventi di restauro pregressi. Si è proceduto con una serie di osservazioni mirate, al fine di produrre una mappatura dell'antello, incrociando i risultati con le analisi di laboratorio e le osservazioni al microscopio ottico e allo stereomicroscopio. E' stata quindi redatta una legenda che potesse riassumere i vari fenomeni di alterazione applicandola sotto forma di retini al tracciato considerando il recto e il verso dell'antello.





Chiesa di SS.Giovanni e Paolo - Venezia
 Grande Vetrata Transetto (Vetrata Vivarini)
 Antello 35 a









Oggetto: Mappatura del degrado

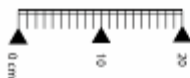
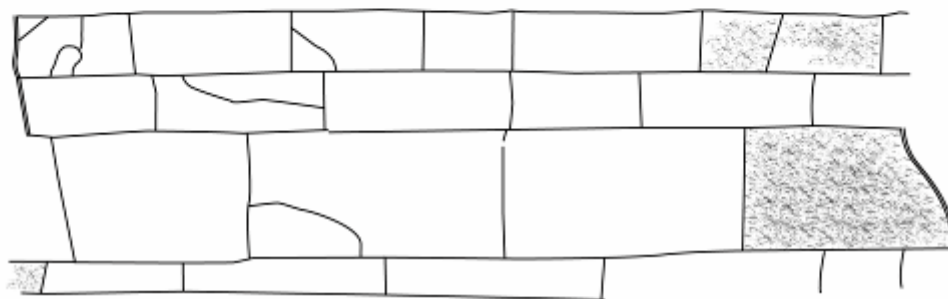
Tavola n° 2
 Tessere vitree

Recto



Legenda

- | | |
|---|--|
|  Corrosione delle tessere |  Sutura silicone acetico (analisi campione 3) |
|  Fratturazione semplice o composta della tessera |  Paraloid B72 (analisi campione 2) |
|  Mancanza |  Sutura con piombo |
|  silicone acetico + strato pittorico |  Deposito superficiale |



Chiesa di SS.Giovanni e Paolo - Venezia
 Grande Vetrata Transetto (Vetrata Vivarini)
 Antello 35 a


Oggetto: Mappatura del degrado

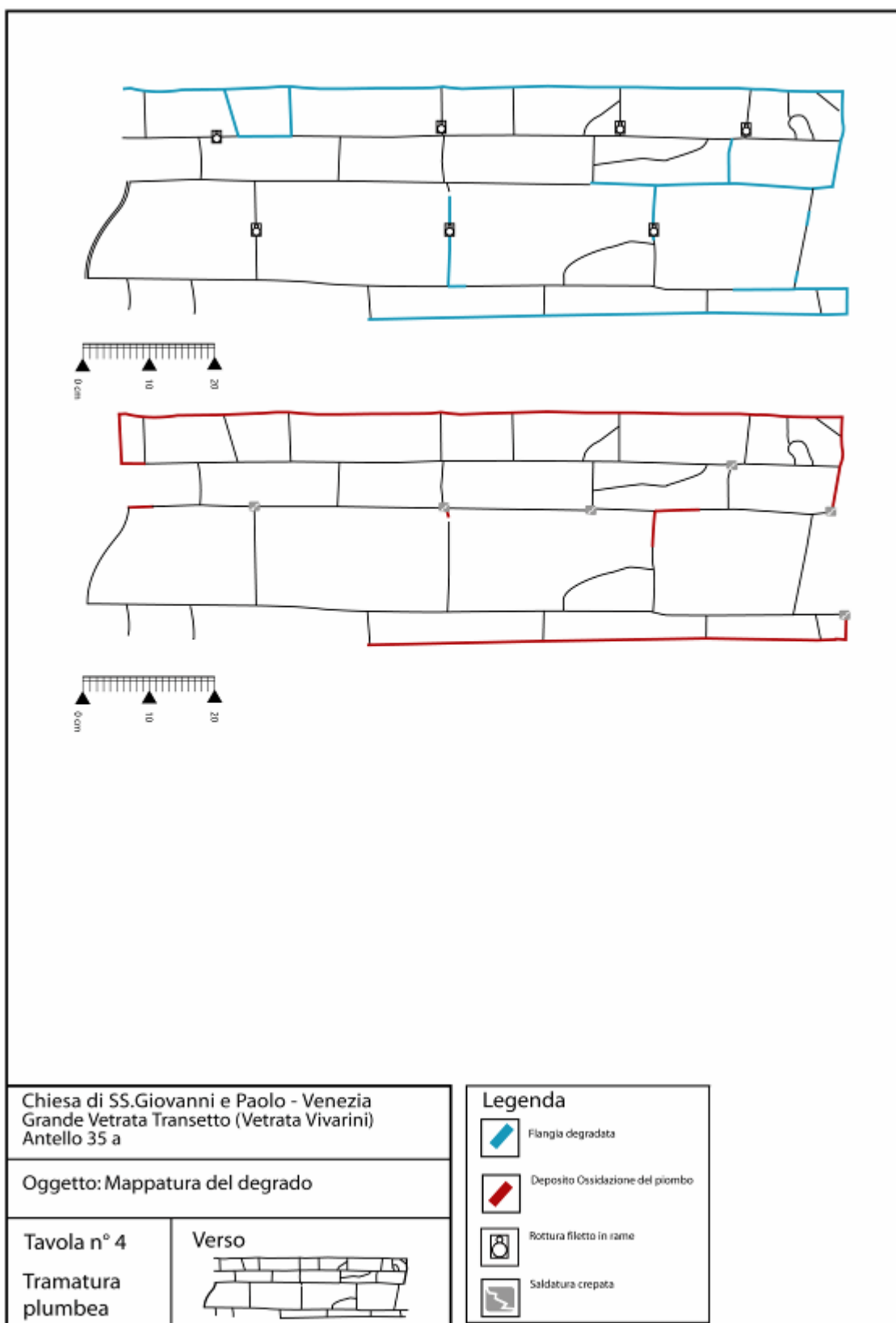
Tavola n° 3
 Grisaglia

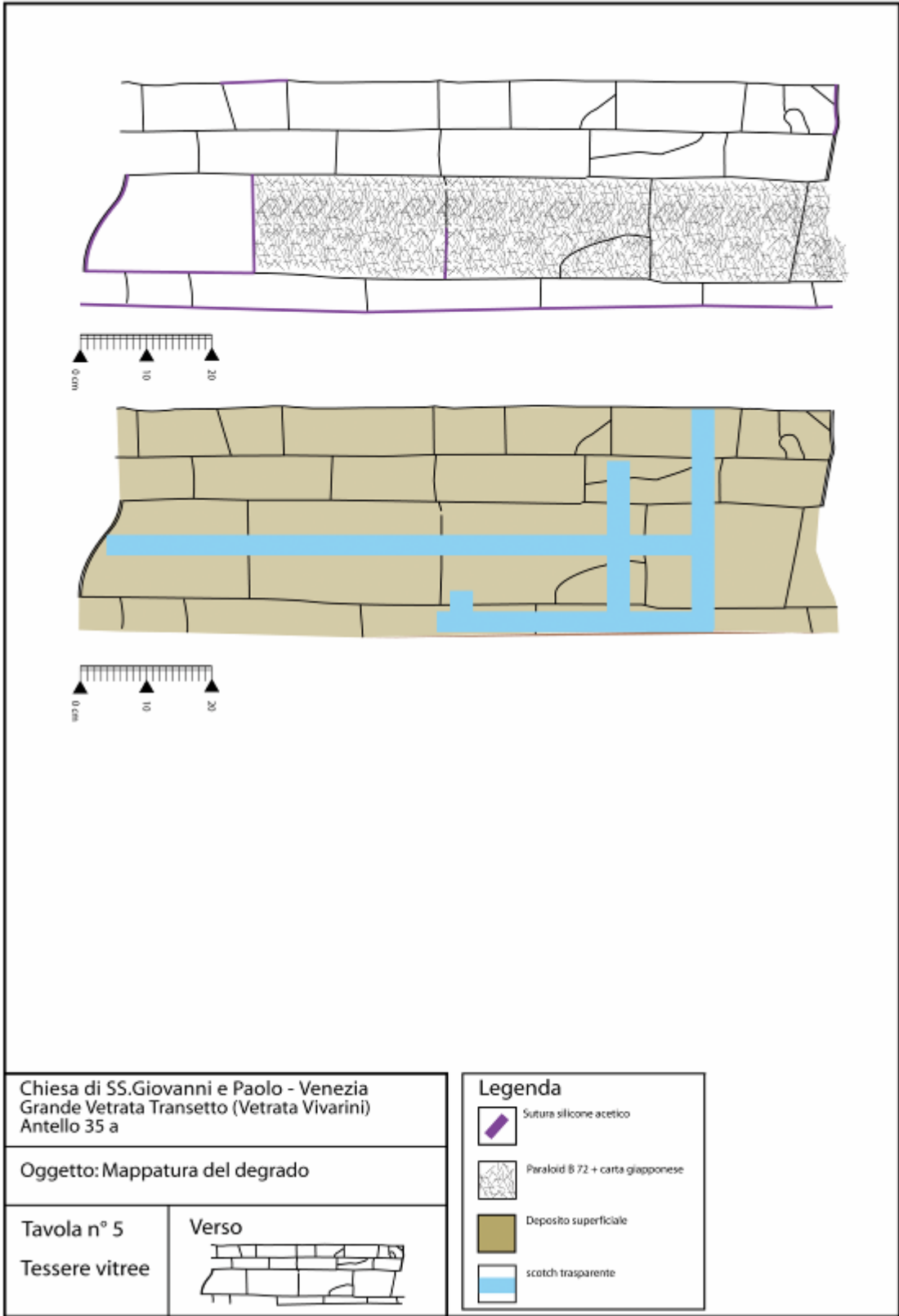
Recto



Legenda

 Erfogliazione della grisaglia





CONCLUSIONI

Le vetrate sono opere complesse e poco conosciute. Non esistono metodologie chiare e consolidate per la loro conservazione.

In questo lavoro i fenomeni di degrado e lo stato di conservazione della Grande Vetrata della Chiesa di SS. Giovanni e Paolo a Venezia sono stati documentati accuratamente ed uno sforzo ulteriore è stato compiuto per razionalizzare una metodologia diagnostica adatta a manufatti di questo tipo. Per esempio, è possibile effettuare una schedatura rigorosa dei fenomeni di degrado, organizzando tutti i dati in tavole di facile lettura ed immediata fruibilità.

E' impossibile, quando si parla di consolidamento di una vetrata istoriata, limitarsi a considerare la sola superficie vitrea dell'opera. Il mosaico delle tessere vitree che compongono le immagini, d'altra parte, può esistere perché è presente un apparato costruttivo che le sostiene.

Dal lavoro svolto è emerso come tutti i Sistemi Costruttivi, Tecnologici e Decorativi non possano essere considerati come entità singole indipendenti le una dalle altre, ma debbano invece essere visti come elementi del medesimo oggetto, sia in fase di caratterizzazione con lo studio del loro degrado, che in fase di progettazione dell'intervento di restauro. La scomposizione dell'opera nei suoi sistemi costruttivi, tecnologici e decorativi ha permesso una migliore organizzazione dei dati. Questa suddivisione non ha però costituito un limite, in quanto, come si è visto, i risultati più importanti sono derivati proprio dalla *cross-analysis* dei dati relativi ad ogni categoria.

Nel particolare, si è visto come le problematiche legate al dissesto statico del vano finestra abbiano ripercussioni su tutti gli altri elementi dell'opera. Ad una prima analisi, le deformazioni degli antelli potevano sembrare essere causate dal peso proprio dell'antello, come avviene di norma; ma la contestualizzazione del fenomeno e l'analisi di tutti gli elementi presenti hanno permesso di far emergere una situazione più complessa che coinvolge l'opera tutta, dalla grande cornice lapidea alla più piccola tessera vitrea.

Altro errore che si può commettere nel considerare le problematiche connesse al restauro di siffatte opere d'arte è l'assimilarle alla pittura. Emblematico in questo senso risulta quello che Giuseppe Marchini, che fu un profondo conoscitore delle vetrate, scrisse nel 1978 nella sua relazione alla Soprintendenza di Venezia: "*Le operazioni di fissaggio e di pulitura delle grisaglie non richiedono l'intervento di uno specialista*

vetraio, ma possono essere condotte da un restauratore di dipinti in genere, che abbia abilità, molta prudenza e sensibilità per questi problemi che sono comuni a tutta la pittura. Occorre insomma quella particolare forma mentis e non sono necessarie cognizioni specifiche sul vetro”.

Se le vetrate istoriate danno l’idea di un immenso quadro attraversato dalla luce del sole, bisogna però tener presente che tali “dipinti” sono stati eseguiti su di un materiale molto particolare, il vetro, con altri colori (le grisaglie), a loro volta, aventi una componente di natura vetrosa. E’ quindi necessario che le operazioni di restauro vengano condotte da persone che conoscano la natura dei supporti e le tecniche esecutive in ogni dettaglio e “trucco del mestiere”.

I rilievi eseguiti e lo studio della storia della vetrata hanno permesso di identificare e comprendere appieno le problematiche connesse alla conservazione dell’opera. La realizzazione di un restauro pilota da parte di esperti restauratori di vetrate affiancati dal personale dell’equipe dell’Università di Padova e della Soprintendenza per i Beni Ambientali e Paesaggistici di Venezia e Gronda Lagunare, che si è occupato dei rilievi preliminari, operando sempre in contatto con gli stessi restauratori, costituirà l’occasione per individuare la migliore metodologia di intervento per ogni singolo caso e per razionalizzare in maniera scientifica tali procedimenti.

Uno sforzo ulteriore dovrà essere compiuto inoltre nella scelta dei materiali da utilizzare, sfruttando le nuove conoscenze e tecnologie sviluppate e guardando con occhio critico alle metodologie impiegate da coloro che già hanno operato sulla Grande Vetrata.

BIBLIOGRAFIA

1. F. Zava Boccazzi; *La Basilica dei SS. Giovanni e Paolo a Venezia*; Ongania, Venezia, 1965
2. F. Corner; *Notizie Storiche delle Chiese e Monasteri di Venezia e di Torcello*; Arnaldo Forni Editore, Sala Bolognese (BO), 1990
3. A. Manno, S. Sponza; *Basilica dei Santi Giovanni e Paolo: Arte e Devozione*; Marsilio Editori, Venezia, 1995
4. G. Lorenzetti; *Venezia e il suo Estuario: Guida Storico-Artistica*; Edizioni LINT, Trieste, 1963
5. S. Romano; *La Vetrata: i Maestri e Gli Artefici* in *La Grande Vetrata di San Giovanni e Paolo: Storia, Iconologia e Restauro*; pagg. 51-71, Marsilio Editori, Venezia, 1982
6. A. Gentili; *Fonti e Problemi del Simbolismo Antiquario nella Vetrata di San Zanipolo* in *La Grande Vetrata di San Giovanni e Paolo: Storia, Iconologia e Restauro*; pagg. 37-50, Marsilio Editori, Venezia, 1982
7. S. Sponza; *La Vetrata dei Santi Giovanni e Paolo a Venezia in Mostra*; *Arte Veneta*, **36**, pagg. 289-292, 1982
8. G. Marchini; *Le Vetrate Italiane*; Electa Editrice, Milano, 1956
9. S. Romano; *La Vetrata dei Santi Giovanni e Paolo: Esercizi di attribuzione*; *Arte Veneta*, **35**, pagg. 41-51, 1981
10. L. Puppi; *Il Tempio e gli Eroi* in *La Grande Vetrata di San Giovanni e Paolo: Storia, Iconologia e Restauro*; pagg. 21-36, Marsilio Editori, Venezia, 1982
11. L. Puppi; *La Grande Vetrata della Basilica di San Giovanni e Paolo*; Arsenale Editrice, Venezia, 1985
12. S. De Vito; *La Vetrata dei SS. Giovanni e Paolo, la Guerra di Cambrai e gli Affreschi Veronesi del Mocetto*; *Notizie da Palazzo Albani, Rivista di Storia dell'arte. Università degli Studi di Urbino*, **2**, pagg. 19-29, 1986
13. E. Castelnuovo; *Vetrate Medievali*; Einaudi, Torino, 1994
14. AA. VV.; *Storia dell'Architettura Italiana, il Quattrocento*; Electa Editrice, Milano, 1993
15. A. Corallini, V. Bertuzzi; *Il Restauro delle Vetrate*; Cardini Editore, Firenze, 1994

16. S. Romano; *I Documenti sui Restauri tra Otto e Novecento in La Grande Vetrata di San Giovanni e Paolo: Storia, Iconologia e Restauro*; pagg. 121-130, Marsilio Editori, Venezia, 1982
17. G. Moschini; *Guida per la Città di Venezia all'Amico delle Belle Arti*; Tipografia di Alvisopoli, Venezia, 1815
18. O. Nonfarmale; *Note Tecniche in La Grande Vetrata di San Giovanni e Paolo: Storia, Iconologia e Restauro*; pagg. 153-156, Marsilio Editori, Venezia, 1982
19. Archivio Corrente della Soprintendenza per i Beni Ambientali e Paesaggistici di Venezia e Laguna, documentazione archiviata dal 1978 al 1973 relativa all'intervento di restauro del 1982 della Grande Vetrata della Chiesa di SS. Giovanni e Paolo
20. Newton, R.; Davison, S.; *Conservation of Glass*, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1989
21. Newton R. G.; *Caring for Stained Glass*, EASA (Ecclesiastical Architects and Surveyors Association), London, 1984
22. Pinto, A.; *Le Nettoyage des Verrières Médiévales*, Vitrea, n. 5/6, 1990
23. Bettembourg, J.-M.; *Nettoyage par Voie Chimique et par Ultrasons des Verre des Vitraux*, Compt. Rend. 8^e Colloq. CVMA, York, 1972
24. Gibson, P.; Newton, R.; *A Study on Cleaning Painted and Enamelled Glass in an Ultrasonic Bath*, Br. Acad. CVMA Occasional Papers, Part I, 1974
25. www.cvma.ac.uk
26. Bacon, F.R.; Raggon, F.C.; *Promotion of Attack on Glass and Silica by Citrate and Other Anions in Neutral Solutions*, J. Am. Ceram. Soc., **42**, 199-205 – 1959
27. Mills, J.S.; White, R.; *Natural Resins in Art and Archaeology*, Studies in Conservation, **22** – 1977
28. Bettembourg, J.-M.; *Protection de Verre de Vitraux contre les Agents Atmosphérique. Etude de Films de Résines Synthétiques*, Verre et Refract., **30**, 87-91, 1976
29. Fiorentino, P.; Borrelli, L.V.; *A Preliminary Note on the Use of Adhesives and Fillers in the Restoration of Glass*, Studies in Conservation, **20**, 201-205, 1975
30. Rodriguez, F.; *Principles of Polymer Systems*, 4th Ed., Taylor & Francis, Washington – 1996
31. AA. VV.; *Fondamenti di Scienza dei Polimeri*, Edited by Guaita, M. et al., Edizioni Nuova Cultura, Roma – 2006

32. Brinker, C.J.; Scherer, G.W.; *Sol-Gel Science & Technology*, Academic Press, San Diego – 1990
33. Carmona, N. et al.; *Sol-Gel Coatings in the ZrO₂-SiO₂ System for Protection of Historical Works of Glass*, *Thin Solid Films*, **515**, 1320-1326 – 2006
34. Bescher, E. et al.; *Long-Term Protection of the Last Judgement Mosaic in Prague*, *J. Sol-Gel Sc. Tech.*, **19**, 215-218 – 2000
35. R. Bertoncello et al.; *Inorganic Thin Coating Deposition to Consolidate and Protect Historical Glass Surfaces*; *Science and Technology for Cultural Heritage*, **7** (2), pagg. 47-69, 1998
36. B. Dal Bianco, R. Bertoncello; *Sol-Gel Silica Coatings for the Protection of Cultural Heritage Glass*; *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, **266**, pagg. 2358-2362, 2008
37. R. Bertoncello et al.; *Investigation on Sol-Gel Silica Coatings for the Protection of Ancient Glass: Interaction with Glass Surface and Protection Efficiency*; *Journal of Non-Crystalline Solids*, **354**, 2983-2992, 2008
38. R. Bertoncello et al.; *Sol-Gel Deposition of Silica Films on Silicate Glasses: Influence of the Presence of Lead in the Glass or in Precursor Solutions*; *Journal of Non-Crystalline Solids*, **352**, pagg. 315-321, 2006
39. R. Bertoncello et al.; *Synthesis of Silica Protective Films by Tin-Catalyzed Sol-Gel Process*; Patent n° WO/2007/122662
40. R. Bertoncello et al.; *New Protective Coatings for Ancient Glass: Silica Thin Films from Perhydropolysilazane*; *Journal of Cultural Heritage*, **9**, pagg. e143-e145, 2008
41. S. Romano; *Tavole e Schede in La Grande Vetrata di San Giovanni e Paolo: Storia, Iconologia e Restauro*; pagg. 75-120, Marsilio Editori, Venezia, 1982
42. S. Hreglich, M. Verità, B. Profilo; *Studio della Corrosione e Colorazione dei Vetri Potasici della Vetrata della Chiesa dei SS. Giovanni e Paolo a Venezia per mezzo della Microsonda Elettronica*; *Rivista della Stazione Sperimentale del Vetro*, **9** (2), pagg. 53-61, 1979
43. Stazione Sperimentale del Vetro; *La Tecnica di Fabbricazione delle Vetrate e le Indagini Analitiche Preliminari al Restauro in La Grande Vetrata di San Giovanni e Paolo: Storia, Iconologia e Restauro*; pagg. 157-165, Marsilio Editori, Venezia, 1982

44. Corpus Vitrearum Medii Aevi, Comité Technique ICOMOS, Comité International pour le Vitrail; *Directives pour la Conservation des Anciens Vitraux Monumentaux*
45. Corpus Vitrearum Medii Aevi – Italia; *Carta di Conservazione della Vetrata*