



OPIFICIO DELLE
PIETRE DURE

Ministero della Cultura

Direzione Generale Educazione, Ricerca e Istituti Culturali

Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di restauro di Firenze

© Copyright 2021 by Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di restauro

© Copyright 2021 by Edifir – Edizioni Firenze
Via de' Pucci, 4 – 50122 Firenze (Italia)
Tel. +39/055289639
www.edifir.it – edizioni-firenze@edifir.it

Responsabile editoriale
Elena Mariotti

Stampa
Pacini Editore Industrie Grafiche, Ospedaletto (Pisa)

978-88-7970-972-9

Foto di copertina
Piero della Francesca, *Resurrezione*, Sansepolcro, Museo Civico, particolare dopo il restauro

Referenze fotografiche

Archivio di Stato, Arezzo, su concessione del Ministero della Cultura: saggio Luigi Borgia: fig. 1; Archivio di Stato, Firenze, su concessione del Ministero della Cultura: saggio Luigi Borgia: figg. 6-8, 10-12; saggio Paola Benigni: figg. 1-4; Archivio di Stato, Lucca, su concessione del Ministero della Cultura: saggio Luigi Borgia: fig. 9; © Ashmolean Museum, University of Oxford: saggio Mariangela Betti: fig. 1; Biblioteca Nazionale Centrale, Firenze, su concessione del Ministero della Cultura: saggio Luigi Borgia: fig. 5; Biblioteca Palatina, Parma, su concessione del Ministero della Cultura: saggio Alessandro Angelini: fig. 12; Biblioteca Panizzi, Reggio Emilia: saggio Matteo Ceriana: fig. 4; Comune di Cascia (PG): saggio Matteo Ceriana: fig. 3; Comune di San Giovanni Valdarno: saggio Luigi Borgia: fig. 13; Diocesi di Rimini: saggio Alessandro Angelini: fig. 7; Gabinetto Fotografico delle Gallerie degli Uffizi, Firenze, su concessione del Ministero della Cultura: saggio Matteo Ceriana: fig. 1, 6; Gabinetto Fotografico delle Gallerie degli Uffizi, Firenze, su concessione del Ministero della Cultura - Museo Nazionale del Bargello: saggio Luigi Borgia: figg. 2-4; Galleria Nazionale delle Marche, Urbino, su concessione del Ministero della Cultura: saggio Alessandro Angelini: fig. 10; Museo Civico, Sansepolcro: saggio Alessandro Angelini: figg. 1-5; Nobile Collegio del Cambio, Perugia: saggio Paola Refice: fig. 2; Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le province di Siena, Grosseto e Arezzo, su concessione del Ministero della Cultura – fotografie di Alessandro Benci: saggio Alessandro Angelini: figg. 9, 11; saggio Matteo Ceriana: fig. 5; saggio Matteini: figg. 5, 7; © The National Gallery, London: saggio Alessandro Angelini: fig. 13; University of Pittsburgh Art Gallery: saggio Mariangela Betti: figg. 4-5.

L'Editore rimane a disposizione degli aventi diritto con i quali non è stato possibile comunicare

Fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, comma 4, della legge 22 aprile 1941 n. 633 ovvero dall'accordo stipulato tra SIAE, AIE, SNS e CNA, ConfArtigianato, CASA, CLAAI, ConfCommercio, ConfEsercenti il 18 dicembre 2000. Le riproduzioni per uso differente da quello personale sopracitato potranno avvenire solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dagli aventi diritto dall'editore. Photocopies for reader's personal use are limited to 15% of every book/issue of periodical and with payment to SIAE of the compensation foreseen in art. 68, codicil 4, of Law 22 April 1941 no. 633 and by the agreement of December 18, 2000 between SIAE, AIE, SNS and CNA, ConfArtigianato, CASA, CLAAI, ConfCommercio, ConfEsercenti. Reproductions for purposes different from the previously mentioned one may be made only after specific authorization by those holding copyright the Publisher.

collana **Problemi di conservazione e restauro. 58**

La *Resurrezione* di Piero della Francesca

Il restauro della «pittura più bella del mondo» tra memorie di storia civica e scoperte

a cura di Cecilia Frosinini

edifir
EDIZIONI FIRENZE



RESTAURO

Il restauro della *Resurrezione* di Piero della Francesca, nel Museo Civico di Sansepolcro, è stato realizzato dal marzo 2015 al marzo 2018.

Opificio delle Pietre Dure di Firenze

Marco Ciatti, Soprintendente

Cecilia Frosinini, Direttrice del Settore Restauro Pitture Murali e Stucchi
Maria Cristina Improta, Vice-Direttrice del Settore Restauro Pitture Murali e Stucchi

Paola Ilaria Mariotti, Restauratore Conservatore; con la collaborazione di Maria Rosa Lanfranchi (Restauratore Conservatore)

Andrea Vigna, Restauratore, collaboratore esterno per la tecnologia degli inserti murari rimovibili

Soprintendenza BAPSAE di Arezzo, Siena e Grosseto

Agostino Bureca, Soprintendente (settembre 2009 - marzo 2015)

Anna Di Bene, Soprintendente (marzo 2015 - febbraio 2019)

Paola Refice, Funzionario storico dell'arte di zona

Umberto Senserini, Funzionario diagnosta restauratore

Donatella Grifo, Architetto

Mauro Marchetti, Geometra

Ente proprietario

Comune di Sansepolcro

Daniela Frullani, Sindaco di Sansepolcro (fino all'aprile 2016)

Mauro Cornioli, Sindaco di Sansepolcro (dall'aprile 2016)

Chiara Andreini, Assessore alla Cultura del Comune di Sansepolcro (fino all'aprile 2016)

Gabriele Marconcini, Assessore alla Cultura del Comune di Sansepolcro (dall'aprile 2016)

Museo Civico di Sansepolcro

Mariangela Betti, Direttrice del Museo Civico (fino al 31 dicembre 2016)

Maria Cristina Giambagli, Direttrice del Museo Civico (dal 2017)

Il restauro è stato realizzato grazie ai contributi di:

Comune di Sansepolcro, Ente proprietario

Dr. Aldo Osti (+), Mecenate e finanziatore

Ministero della Cultura

Giovanni Sarti

Comitato Scientifico

Alessandro Angelini, professore di Storia dell'arte Moderna, Università di Siena

Paola Benigni, già Soprintendente archivistica della Toscana

Giorgio Bonsanti, prof. Emerito di Storia del Restauro, Università degli Studi di Firenze

Matteo Ceriana, storico dell'arte, già funzionario del Museo Nazionale del Bargello, Firenze

Massimo Coli, professore di Geologia strutturale, Scienze della terra, Università degli Studi di Firenze

Frank Dabell, storico, Temple University, Roma

Emanuela Daffra, storico dell'arte, già Pinacoteca di Brera, Milano

Mauro Matteini, chimico, ex-direttore ICVBC-CNR, Firenze

Ponteggio

Progettazione: Pietro Capone

Ditta: Mannucci Geom. Vinicio s.r.l.

INDAGINI DIAGNOSTICHE

Sono state svolte tre campagne di indagini diagnostiche, sia preliminarmente che in concomitanza con il restauro.

Prima campagna diagnostica (2010), su finanziamento del progetto St@rt della Regione Toscana

Riprese fotografiche in luce visibile e in fluorescenza ultravioletta: Luca Lupi, fotografo

Fluorescenza X (XRF) a punti e lineare: Alessandro Migliori, con Francesca Martini (INFN - Sez. Firenze, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare)

Spettroscopia in riflessione nel medio infrarosso con fibre ottiche, portatile (mid-FTIR): Alessia Daveri, Francesca Rosi, Francesca Presciutti, Giovanni Brunetto Brunetti (Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Chimica) - Costanza Miliani (CNR-ISTM - Sez. di Perugia, Dipartimento di Chimica); SMAArt - Centro di Eccellenza (Università di Perugia)

Colorimetria: Susanna Bracci (+) (CNR-ICVBC)

Colorimetria: Simone Porcinai (OPD)

Spettroscopia in riflettanza con fibre ottiche (XRF): Alessandro Migliori, Maria Elena Fedi, Francesca Martini, Pier Andrea Mandò (LABEC - Laboratorio di Tecniche Nucleari applicate ai Beni Culturali - INFN, Sez. di Firenze)

Riflettografia IR: Roberto Bellucci (OPD)

Spettroscopia in riflettanza con fibre ottiche (Fiber Optic Reflectance Spectroscopy-FORS): Marcello Piccolo (IFAC-CNR - Istituto di fisica applicata Nello Carrara, Firenze)

Termografia IR nel MW-IR 3-5 μm band: Claudia Daffara, Luca Pezzati (INO-CNR - Istituto Nazionale di Ottica, Firenze)

Indagine geofisica - Georadar: Claudio Rossi (Studio di geologia e geofisica S.r.l.)

Modellazione in 3D dell'ambiente e costruzione del sito: Chiara Evangelista, Marcello Carrozzino (PERCRO - Istituto Sant'Anna, Pisa)

Indagine fotografica speciale, nelle diverse bande spettrali - particolari: Ottaviano Caruso

Seconda campagna diagnostica (2014)

Campagna di indagini termografiche (Termografia IR nel LW-IR 7-15 μm band), poi approfondita nel 2017: Dario Ambrosini, Domenica Paoletti, Roberta Di Biase, Giovanni Pasqualoni, Stefano Sfarra (LAS.E.R., Laboratorio dell'Università de L'Aquila) e Claudia Daffara (Università di Verona)

Terza campagna diagnostica per il restauro (2015-2018)

Indagini fotografiche e fotografiche multispettrali, preliminari al restauro, durante e dopo il restauro: Annette T. Keller (artIMAGING, Berlino)

Indagini analitiche chimiche: Giancarlo Lanterna e Carlo Galliano Lalli (OPD - Laboratorio Scientifico)

Indagini strutturali alla parete della *Resurrezione* e campagna di rilevazione sismica dell'intero edificio del Palazzo della Residenza (oggi Museo Civico) per stimare il rischio residuale sismico: Massimo Coli (Università degli Studi di Firenze) con Michelangelo Micheloni e Giorgio Lacanna.

Campagna fotografica dell'opera dopo il restauro e particolari con foto macro: Angelo Latronico

Restituzione fotogrammetrica, software di gestione dati e apparati multimediali: Massimo Chimenti (Culturanuova s.r.l., Arezzo)

VOLUME

Il presente volume è a cura di Cecilia Frosinini

Redazione scientifica: Alessandra Becattini

Ricerca iconografica: Alessandra Becattini e Cristiana Massari

RINGRAZIAMENTI

Luigi Andreini, Sergej Androsov, James Banker, Roberto Bellucci, Alessandro Benci, Andrea Borghesi, Claudia Borgia, Guido Botticelli, Machtelt Brügggen Israëls, Luisa Caporossi, Rossella Cavigli, Luciano Cheles, Brianna Cregle, Nicolò Cruciani, Andrea Di Lorenzo, Piero Donati, Iane Donnini, Marco Fagiani, Gianfranco Faina, Emanuela Ferretti, Anna Giambagli, Sabino Giovannoni, Silvano Lazzeri, Serena Magnani, Anna Mieli, Simona Pasquonucci, Simona Rinaldi, Teresa Rossi, Alessandro Sidoti, Michail Talalay, Giorgio Zanchi.

Si ringrazia l'Archivio restauri dell'Opificio delle Pietre Dure (Stefania Giordano e Ornella Savarino).

Si ringraziano Massimo Chimenti e Elena Iacopozzi di Culturanuova per l'elaborazione e fornitura delle immagini ad alta risoluzione e delle cartografie tematiche a corredo del volume.

Un ringraziamento speciale a Daniele Piccini, ex- Presidente dell'Istituzione culturale Biblioteca Museo Archivi storici - Città di Sansepolcro, e a Rosi Fontana Press, ufficio stampa del restauro.

Si ringraziano per la concessione gratuita delle immagini di loro competenza: gli Archivi di Stato di Arezzo, Firenze e Lucca; la Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze; la Biblioteca Palatina di Parma e la Biblioteca Panizzi di Reggio Emilia; i Comuni di Cascia (PG) e San Giovanni Valdarno (AR); la Diocesi di Rimini; il Gabinetto Fotografico delle Gallerie degli Uffizi; la Galleria Nazionale delle Marche; il Museo Civico di Sansepolcro e il Museo Nazionale del Bargello; il Nobile Collegio del Cambio di Perugia; la Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le province di Siena, Grosseto e Arezzo.

Indice

Presentazioni

MARCO CIATTI, <i>Soprintendente dell'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di restauro di Firenze</i>	11
ANDREA MUZZI, <i>già Soprintendente Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le province di Siena, Grosseto e Arezzo</i>	12
MAURO CORNIOLI, <i>Sindaco del Comune di Sansepolcro</i> ; GABRIELE MARCONCINI, <i>Assessore alla Cultura del Comune di Sansepolcro</i> ; MARIA CRISTINA GIAMBAGLI, <i>Direttrice del Museo Civico di Sansepolcro</i>	13
ALDO OSTI (†)	14

Storia

CECILIA FROSININI, <i>Ugo Procacci, alle origini del restauro della Resurrezione</i>	17
PAOLA BENIGNI, <i>La Resurrezione di Piero della Francesca: il contributo della ricerca archivistica</i>	25
LUIGI BORGIA, <i>L'araldica civica in Italia: questioni di metodo</i>	53
PAOLA REFICE, <i>La Resurrezione: riflessioni a margine del restauro</i>	73
ALESSANDRO ANGELINI, <i>Il "segno" con la Resurrezione di San Sepolcro nel percorso di Piero della Francesca</i>	77
FRANK DABELL, <i>"Da non perdere": appunti sulla scoperta all'estero di Piero della Francesca e sull'invisibilità della Resurrezione</i>	93
MARIANGELA BETTI, <i>L'esercizio della copia come strumento di conoscenza (formazione) e garanzia di sopravvivenza delle opere d'arte</i>	101
MATTEO CERIANA, <i>L'architettura della Resurrezione</i>	119

Tavole	131
--------	-----

Tecnica e restauro

MARCO CIATTI, <i>Piero ed il distacco delle pitture murali: alcune riflessioni</i>	149
PAOLA ILARIA MARIOTTI, <i>La Resurrezione di Piero della Francesca: tecnica pittorica di un capolavoro emblema della città</i>	153
PAOLA ILARIA MARIOTTI, <i>Storia delle vicende conservative della Resurrezione di Piero della Francesca</i>	175
PAOLA ILARIA MARIOTTI, MARIA ROSA LANFRANCHI, <i>Stato di conservazione e intervento di restauro</i>	199
UMBERTO SENSERINI, <i>La fase di consolidamento nel restauro della Resurrezione</i>	215
ANDREA VIGNA, <i>Un progetto per placche in fibra di carbonio rimovibili per l'ispezione della struttura muraria della Resurrezione</i>	227

Cartografie tematiche	231
-----------------------	-----

Indagini diagnostiche

MASSIMO COLI, <i>Studi materici sulla parete della Resurrezione di Piero della Francesca a Sansepolcro</i>	249
CLAUDIA DAFFARA, GIACOMO MARCHIORO, DARIO AMBROSINI, PAOLA ILARIA MARIOTTI, <i>La sperimentazione dell'imaging superficiale nel medio infrarosso sulla Resurrezione di Piero della Francesca</i>	259
DARIO AMBROSINI, GIOVANNI PASQUALONI, STEFANO SFARRA, DOMENICA PAOLETTI, <i>Indagini strutturali nel lontano infrarosso</i>	265
PAOLO PINGI, ELIANA SIOTTO, <i>Un modello 3D per lo studio ed il monitoraggio</i>	273
ALESSANDRO MIGLIORI, MARCELLO PICOLLO, <i>Analisi XRF e FORS sulla Resurrezione di Piero della Francesca</i>	277
PATRIZIA MORETTI, ALESSIA DAVERI, LAURA CARTECHINI, CHIARA PETROSELLI, FRANCESCA ROSI, COSTANZA MILIANI, <i>Indagini scientifiche non-invasive per la caratterizzazione chimica dei materiali e il monitoraggio degli interventi di pulitura</i>	285
GIANCARLO LANTERNA, CARLO GALLIANO LALLI, FEDERICA INNOCENTI, <i>Il contributo del Laboratorio Scientifico dell'Opificio al restauro della Resurrezione di Piero della Francesca</i>	293
MASSIMO COLI, MICHELANGELO MICHELONI, <i>Analisi dinamica delle sale della Resurrezione di Piero della Francesca</i>	315

Ricapitolazione sui restauri ad Arezzo

GIORGIO BONSANTI, <i>Vicende conservative della Leggenda della Vera Croce in San Francesco di Arezzo</i>	327
CARLO GALLIANO LALLI, FEDERICA INNOCENTI, <i>Le indagini scientifiche su La Leggenda della Vera Croce di Piero della Francesca in San Francesco di Arezzo</i>	359
MAURO MATTEINI, <i>I materiali artistici del cantiere di Piero della Francesca ad Arezzo e analisi della tecnica di esecuzione</i>	373

Un progetto per placche in fibra di carbonio rimovibili per l'ispezione della struttura muraria della *Resurrezione*

Andrea Vigna

Nel corso del complesso restauro della pittura murale *La Resurrezione* di Cristo di Piero della Francesca, condotto dall'Opificio delle Pietre Dure e dalla Soprintendenza di Arezzo, il team di specialisti ha preso in esame tutti gli aspetti materici del dipinto al fine di individuarne al meglio le condizioni conservative e programmare l'intervento di restauro. Trattandosi di una pittura murale trasportata con l'antica tecnica dello "stacco a massello", la necessità di ispezionare la struttura muraria, per valutarne la tecnica costruttiva e riscontrare eventuali dissesti o anomalie, ha portato i restauratori a creare delle piccole aperture nell'intonaco. Le aree sono state scelte in corrispondenza di integrazioni novecentesche poste marginalmente al dipinto originale (fig. 1).

La nostra consulenza con il Comune di Sansepolcro, in collaborazione col l'O.P.D., ha avuto come obiettivo la

progettazione e realizzazione di tre placche da impiegare come elementi di chiusura delle lacune di intonaco create per l'ispezione della muratura del dipinto.

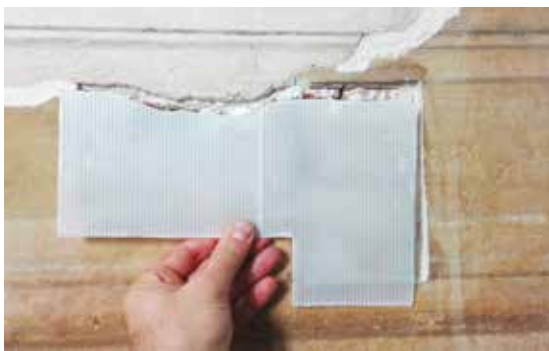
Le caratteristiche delle placche richieste erano le seguenti:

1. rigidezza,
2. leggerezza,
3. spessore non superiore ai 2 mm (l'esiguo spessore era dovuto allo spazio di cui potevamo disporre per inserire le placche) sotto-livello rispetto al piano del dipinto,
4. dotazione di un sistema di ancoraggio reversibile,
5. dotazione di un sistema che ne consentisse la rimozione provvisoria in caso di future ispezioni della struttura muraria.

La realizzazione delle placche ha richiesto una serie di test preliminari che ci hanno indicato i materiali e le



1. Piero della Francesca, *Resurrezione*, particolare, foto prima dell'intervento. Sono segnalate con i numeri (1-3) le aree scelte per l'ispezione della muratura



2. Particolare del foglio di Polionda® e della realizzazione del modello



3. Schema della geometria triangolare per la disposizione degli ancoraggi

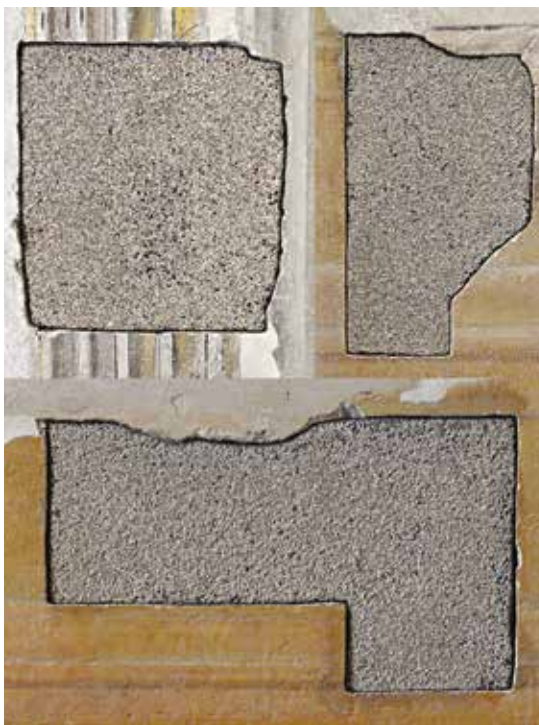
procedure più efficaci per il raggiungimento dell'obiettivo prefissato.

La nostra proposta si è indirizzata sulla combinazione di sottili pannelli in fibra di carbonio con micro-magneti al neodimio; per il materiale di partenza delle placche ci siamo affidati alle collaudate proprietà di lastre dello spessore di 2 mm, composte da pelli esterne di fibra ad armatura *twill* e pelli interne di fibra unidirezionale bilanciata, tutte laminate con resina epossidica.

Queste scelte rendevano necessarie le seguenti fasi operative:

1. il rilievo grafico dell'apertura di intonaco,
2. il riporto del rilievo sulla lastra di carbonio,
3. il taglio ad alta precisione del materiale composito,
4. la scelta e la localizzazione dei magneti,
5. l'inserimento nella struttura muraria di perni metallici necessari per il contatto con i magneti,
6. la messa a punto di un sistema di estrazione delle placche.

Il rilievo delle lacune di intonaco è stato eseguito appoggiando sulla parete un film rigido in PVC trasparente sul quale è stato tracciato il profilo delle aperture. Ritagliata la sagoma, questa è stata riportata su un materiale facilmente lavorabile e dello stesso spessore della definitiva lastra in fibra di carbonio: un foglio di polipropilene



4. Le placche preparate con uno strato di polvere di marmo e sabbia



5. Il funzionamento della maniglia

alveolare (*Polionda*®). I modelli così preparati sono stati inseriti direttamente all'interno delle aperture di intonaco e rettificati dove necessario (fig. 2).

Per il taglio della lastra di fibra di carbonio si è resa necessaria la collaborazione di un'impresa specializzata nel taglio di precisione di materiali ad altissima durezza tramite il sistema del getto d'acqua o *waterjet* abrasivo ¹.

I pannelli in polipropilene precisamente sagomati sulle dimensioni delle aperture ci hanno permesso di produrre le file DWG in scala 1:1, necessario per il funzionamento della macchina di taglio e la realizzazione delle nostre placche.

Il sistema reversibile di rimozione delle placche prevedeva l'inserimento all'interno della muratura di perni metallici e successivamente il posizionamento dei magneti sul retro delle placche. La struttura muraria, composta da mattoni in laterizio e malta di allettamento a base di calce e sabbia, non poteva essere modificata se non in misura minima, pertanto sono stati individuati 3 o 4 punti per ogni lacuna in corrispondenza di naturali vuoti del supporto o di fughe dove porre tasselli ad espansione con relative viti in ferro zincato. Le dimensioni dei tasselli variava molto a seconda dello spazio disponibile, pertanto sono stati impiegati tasselli da 2 a 15 mm di diametro.

Vista la necessità di posizionare le viti in modo da garantire un contatto con i magneti posti sulle placche, il sistema ha consentito la regolazione del livello di ogni vite, calibrando il serraggio delle quali se ne riusciva a posizionare le teste su un unico piano, compensando l'irregolarità della struttura muraria.

Per una buona stabilità delle placche alla parete si è scelto di disporre le viti secondo una geometria triangolare (fig. 3). I magneti sono stati dimensionati sull'effettiva forza di attrazione necessaria per garantire un contatto sufficiente con i perni inseriti nella parete ².

Sono stati scelti magneti cilindrici di piccole dimensioni (h 3 mm, Ø 8 mm) con una Kgf di 0,994 sufficiente a sostenere il peso delle placche ³. I magneti sono stati incollati sul retro delle placche, in perfetta corrispondenza con le teste delle viti, con resina epossidica tixotropica ⁴. Posizionati questi nuovi "sportelli" sulle lacune di intonaco, è stato necessario aumentare i punti di appoggio alla struttura muraria, predisponendo dei cilindri di vetroresina fatti aderire con resina epossidica ⁵. Le superfici esterne delle placche sono state rese ruvide con una spolveratura di polveri di marmo e sabbia su un sottile strato di resina epossidica fluida appena stesa ⁶ (fig. 4). La stuccatura finale è stata realizzata con una malta a basso peso specifico, mentre la restituzione estetica è stata condotta con colori ad acquerello su basi cromatiche a calce.

L'intervento si è concluso con la dotazione delle placche di un sistema di estrazione, semplice e non invasivo. Si è deciso di sfruttare nuovamente la forza di attrazione dei magneti: sul retro delle placche sono state applicate con resina epossidica delle lastre metalliche grazie alle quali sarà possibile estrarre gli "sportelli" appoggiando sulle superficie due magneti fissati ad una maniglia di nylon ⁷ (fig. 5).

¹ R.F.M. S.a.s., San Casciano in Val di Pesa (FI).

² I magneti al neodimio sono composti di neodimio (Nd), ferro (Fe) e boro (B), e sono i magneti più potenti esistenti adesso sul mercato. Per evitare fenomeni di ossidazione vengono trattati con una placcatura di nichel sulla superficie.

³ Le placche complete dell'intonachino avevano i seguenti pesi: 1: g 230; 2: g 172; 3: g 305

⁴ Resina epossidica *EPO 121*[®] e indurente *K 122*[®] (C.T.S. S.r.l. Altavilla Vicentina -VI).

⁵ Questi piedini distanziatori avevano altezze variabili, a seconda delle distanze da compensare, e Ø di 8 mm. La resina per l'adesione è stata la *EPO 121*[®] e indurente *K 122*[®] (C.T.S. S.r.l. Altavilla Vicentina -VI).

⁶ È stata impiegata la resina *EPO 150*[®] e indurente *K 151*[®] (C.T.S. S.r.l. Altavilla Vicentina -VI) su

cui è stata spolverata prima una polvere di marmo a granulometria 1/2 mm e successivamente una polvere di sabbia silicea a granulometria 0/0,6 mm.

⁷ Le lastre poste sul retro delle placche sono in ferro zincato dello spessore di 0,5 mm, adese con resina epossidica *EPO 121*[®] e indurente *K 122*[®] (C.T.S. S.r.l. Altavilla Vicentina-VI). Il retro delle placche è stato verniciato con uno smalto acrilico color nero opaco ad eccezione dei magneti. La scelta è stata dettata da due necessità: isolare le lastre metalliche dalla muratura; lasciar ben visibili i magneti per l'ancoraggio delle placche. La maniglia da utilizzare per estrarre la placca è dotata di due magneti di forma cilindrica con h di mm 8 per un Ø di mm 36, con una Kgf pari a 41. La Kgf dei magneti è stata sovradimensionata per due motivi: il primo legato

all'esigenza di vincere la forza attrattiva della somma dei tre magneti a contatto delle teste delle viti; il secondo legato al depotenziamento della forza di adsorbimento che i nostri magneti avranno, per via della loro distanza dalla lastra metallica posta al di sotto dell'intonaco finale, dello strato preparatorio di polveri di marmo e sabbia e infine della lastra di fibra di carbonio, per un totale di 5/6 mm. La superficie del magnete è stata foderata con uno strato di TNT per impedirne il contatto diretto con la placca. Per facilitare l'estrazione della placca più pesante, la numero 3, sono stati fissati sul retro della placca due magneti stretti e lunghi di mm 40x5x5 con Kgf 6,73, orientandone i poli in modo opposto rispetto a quelli dei magneti della maniglia. Per la fornitura dei magneti: Magfine S.r.l. di Follonica (GR), www.magfine.it.