

SCIENZA E BENI CULTURALI

XXXVI° Convegno Internazionale 2020

**GLI EFFETTI DELL'ACQUA
SUI BENI CULTURALI
VALUTAZIONI, CRITICHE
E MODALITA' DI VERIFICA**

Giornate di studi internazionali

Venezia, 17 – 19 novembre 2020

Edizioni Arcadia Ricerche

36° convegno internazionale Scienza e Beni Culturali
Collana Scienza e Beni Culturali
Volume.2020

ISSN 2039-9790
ISBN 978-88-95409-24-5

*GLI EFFETTI DELL'ACQUA SUI BENI CULTURALI
VALUTAZIONI, CRITICHE E MODALITA' DI VERIFICA*
Venezia, 17-19 novembre 2020

In questo volume vengono pubblicati i contributi estesi che sono stati sottoposti a *double blind peer review* da parte di esperti dello stesso settore.

*THE EFFECTS OF WATER ON CULTURAL HERITAGE
CRITICAL ASSESSMENTS AND VERIFICATION METHODS*
Venice, 17th-19th november 2020

This volume includes extensive contributions (*Full-paper*) that have been subject to double-blind peer review by qualified referees.

Tutti i diritti riservati,
EDIZIONE ARCADIA RICERCHE Srl
Parco Scientifico Tecnologico di Venezia
Via delle Industrie 25/11 – Marghera Venezia
Tel.:041-5093048 E-mail: arcadia@vegapark.ve.it
www.arcadiaricerche.eu

È vietata la riproduzione, anche parziale o ad uso interno o didattico, con qualsiasi mezzo, non autorizzata.

Le riproduzioni a uso differente da quello personale potranno avvenire, per un numero di pagine non superiore al 15% del presente volume, solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dall'editore.

*Finito di stampare nel mese di novembre 2020
presso Imoco Industrie Grafiche – Treviso - Italy*

SCIENZA E BENI CULTURALI

**GLI EFFETTI DELL'ACQUA
SUI BENI CULTURALI
VALUTAZIONI, CRITICHE
E MODALITA' DI VERIFICA**

36° convegno di studi internazionale

Venezia 17 – 19 novembre 2020

a cura di Guido Biscontin e Guido Driussi

Organizzazione:

Associazione Scienza e Beni Culturali
Università Ca' Foscari Venezia
Università degli Studi di Padova, *Dip. di Scienze Chimiche*
Università degli Studi di Genova, *Dip. Architettura e Design*
Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio
Politecnico di Milano, *Dip. di Scienza e Tecnologie dell'Ambiente Costruito*
A.R.I., Südtirol

Enti Patrocinatori:

MiBACT *Ministero per i beni e le attività culturali e per il turismo*
(patrocinio richiesto)
Ordine dei Chimici e Fisici di Venezia
Università degli Studi di Padova
Università Ca' Foscari Venezia

Con la collaborazione di:

Arcadia Ricerche S.r.l
Mapei S.p.a.
Colorificio San Marco S.p.a.

Con il contributo di:

*"PATTO PER LO SVILUPPO PER LA CITTA' DI VENEZIA - Delibera
CIPE 56/2016 (17A02404) G.U. n.79 del 4.4.2017 - Fondo per lo Sviluppo e
la Coesione FSC 2014-2020"*



Città metropolitana
di Venezia



FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione



VENEZIA 2021. PIANO DI ADATTAMENTO AL CAMBIAMENTO CLIMATICO E IMPLEMENTAZIONE DI STRATEGIE DI INTERVENTO PER LA SALVAGUARDIA DEL PATRIMONIO ARCHITETTONICO E AMBIENTALE. PRIMI ESISTI DI UNA RICERCA INTERDISCIPLINARE.

A. Saetta, F. Antonelli, L. Fabian, P. Faccio, F. Peron, P. Romagnoni,
M.C. Tosi, E. Zendri, L. Berto, G. Bruschi, M. De Maria, L. Falchi, E.
Guolo, D.P. Lucero Gomez, L. Iuorio, R. Piovesan, D.A. Talledo, E.
Tesser, L. Velo, G. Zaccariello, I. Zamboni 1

RECENT EVOLUTION OF THE RISING DAMP PHENOMENON IN VENETIAN MASONRIES BY VISUAL-BASED APPROACH

M. Corradini, L. Falchi, P. Lucero Gomez, E. Zendri 11

VENEZIA, TRA CAMBIAMENTI CLIMATICI E ACQUA ALTA. ANALISI DI VULNERABILITA' DEL PIANO TERRA DI PALAZZO MALIPIERO A SAN SAMUELE.

G. Bruschi, P. Faccio, I. Zamboni, L. Berto, E. Lazzarini, A. Saetta 21

SISTEMI PASSIVI E ATTIVI PER LA DIFESA DEI PIANI TERRA DI VENEZIA DALLE "ACQUE ALTE". L'EVOLUZIONE DELLE TECNICHE DI INTERVENTO ATTRAVERSO ALCUNI CASI DI STUDIO

C. Menichelli, R. Scarpa 31

UMIDITÀ DI RISALITA E SORACOMUN A VENEZIA: DEGRADO, OPERE DI CONTRASTO ED ESITI SULLA MATERIA E SULL'IMMAGINE DELLA CITTÀ

A. Squassina 43

SISTEMA MULTIANALITICO INTEGRATO PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'ALTA MAREA SUI PARAMENTI LAPIDEI VENEZIANI

G. Zaccariello, E. Tesser, R. Piovesan, F. Antonelli 59

TRE ESEMPI DI LAVAGGIO DESALINIZZANTE A VENEZIA

L. Schubert 69

L'UTILIZZO DI PROTETTIVI SOL-GEL SU LAPIDEI E STUCCATURE. IL CASO DEL PAVIMENTO IN OPUS SECTILE E TESSELLATUM DELLA GALLERIA FRANCHETTI ALLA CA' D'ORO DI VENEZIA

M. Cecchin, C. Bortolussi, G. Pellizzari, E. Basso 81

PROGETTO DI RESTAURO CONSERVATIVO DELLA FACCIATA DELLA CHIESA DI SANTA MARIA DI NAZARETH (VULGO DEGLI SCALZI) - VENEZIA: CRITERI DI ANALISI, RILIEVO, DIAGNOSTICA E SPERIMENTAZIONE NEL CANTIERE DI RESTAURO

I. Forti, G. Forti, M. Baldan, M. Endrizzi, M. Camaiti 91

**CONSERVAZIONE IN SITU DEL PATRIMONIO ARCHEOLOGICO
SOMMERSO: TECNICHE DI RESTAURO E MATERIALI INNOVATIVI**

R. Mancinelli, A. Bonaccini 103

**PATRIMONIO SOMMERSO. LICEITÀ TECNICA ED ETICA
DELL'AZIONE DI SPOSTAMENTO DEI MONUMENTI E DELLE CITTÀ
PER EFFETTO DELL'ACQUA**

C. Mariotti 113

**L'EGEMONIA DELL'ACQUA: IL PARCO ARCHEOLOGICO DI SIBARI.
"IL SITO SOMMERSO"**

A. Disabato 125

**GLI EFFETTI DELL'ACQUA NELL'INTERRAMENTO E NEL
DISVELAMENTO DELLE AREE ARCHEOLOGICHE. POMPEI,
POZZUOLI E NOLA: CASI A CONFRONTO.**

M. Fumo, V. Calvanese, G. D'Angelo, G. Trinchese 135

**AREE ARCHEOLOGICHE E FALDE AFFIORANTI: PROBLEMATICHE
DI CONSERVAZIONE E STRATEGIE DI INTERVENTO**

A. Donatelli, M.G. Ercolino 151

**MANAGING WATER RISKS IN ARCHAEOLOGICAL SITES: THE
FLOODING OF THE COMPLEX OF SANTA CROCE IN RAVENNA.**

A. Ugolini, E. Melandri, E.R. Agostinelli, M. Sericola, M. Vandini, S.
Fiorentino 163

**L'INTERAZIONE DELL'ACQUA CON IL PATRIMONIO
ARCHEOLOGICO MONUMENTALE DELLA SARDEGNA: CAUSE,
EFFETTI, MATERIALI E METODI PER POSSIBILI SOLUZIONI**

P. Meloni, G. Carcangiu, G. Pia, R. Licheri, G. Iiriti, L. Lecca, M. Arca,
S. Columbu, A. Boninu 175

**LA GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE E I PROBLEMI DI
CONSERVAZIONE NEL PARCO ARCHEOLOGICO DI POMPEI**

A. Mauro, M. Previti 185

**THE WATER MANAGEMENT IN ROMAN THEATERS. THE CASE OF
SESSA AURUNCA**

A. Vaccariello 193

**QUANDO L'AZIONE DELL'ACQUA SI TRASFORMA DA PERICOLOSO
FATTORE DI DEGRADO A STRUMENTO DI DISTRUZIONE: LO
TSUNAMI DEL MARZO 2011 E I DANNI AL PATRIMONIO
CULTURALE DEL GIAPPONE**

F. Gotta 203

BEST PRACTICE E PROTEZIONE DELLE SUPERFICI LAPIDEE: IL CASO DELLA TORRE DI PISA E DEL PROTETTIVO USATO PER LIMITARE I DANNI CAUSATI DALL'ACQUA.

S. Chirico, A. Rovazzani, A. Sutter 215

VULNERABILITÀ ED ESPOSIZIONE DEL PATRIMONIO ARTISTICO E ARCHITETTONICO AL RISCHIO DI INONDAZIONE: IL CASO DI VERONA

M. Balistrocchi, R. Ranzi, B. Scala 225

LA CURA DEL DETTAGLIO PER LA DIFESA DALL'ACQUA. IL CASO DI FARNSWORTH HOUSE

G. Danesi, V. Peron 235

WATER MANAGEMENT AND PROTECTION OF HISTORIC GARDENS: THE GIARDINO DELLE CAMELIE IN BOBOLI.

P. Ruggieri, M. Mazzoleni 247

LA CONSERVAZIONE DELL'ARCHITETTURA NEL TEMPO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI: L'ANALISI COME STRUMENTO DI PROGETTO.

G. Bruschi 259

GLI EFFETTI DELL'ACQUA IN AMBIENTE COSTIERO. IL CASO DELLE *PISCINAS DAS MARÉS* DI ÁLVARO SIZA A PORTO.

T. Cunha Ferreira, E. Fantini, F. Barbosa 269

LA CHIESA RUPESTRE DI S. NICOLA ALL'ANNUNZIATA A MATERA: VERSO UNA CONSERVAZIONE PREVENTIVA

C. Crova, E. Maddalena, F. Castiello 279

I TRACCIATI ACQUEI DELLA CITTÀ DI VICENZA. ANALISI, VALUTAZIONE E CONSERVAZIONE NELLE STRATEGIE DI VALORIZZAZIONE DEL TESSUTO URBANO

R. Gianello, A. Moro, E. Sorbo 291

CAMBIAMENTI CLIMATICI DEL BACINO GARDESANO E IL SUO COSTRUITO STORICO. ANNOTAZIONI E RIFLESSIONI PER NUOVE LINEE DI STUDIO E DI INTERVENTO.

B. Scala 301

IL PROGETTO DI FRANCO MINISSI PER LA PROTEZIONE DALL'UMIDITÀ DEL TEMPIO MAYA DI BONAMPAK (MESSICO) E I PARADOSSI DELLA CONSERVAZIONE DELLE RELATIVE PITTURE MURALI

S. Gizzi 311

IL RUOLO DELL'ACQUA NEL DEGRADO MATERICO E STRUTTURALE DELL'ANFITEATRO ROMANO DI DURAZZO

E. Coisson, Andrea Ghiretti, F. Ottoni 323

LA REGGIA DI COLORNA (PR). INVASIONE, DANNI DA ALLUVIONE E PROVVEDIMENTI ADOTTATI

C. Prati, G. Signani, B. Zilocchi 333

NATURA MORTA DA GINO SEVERINI. IL RESTAURO DEL MOSAICO PARIETALE DI GIBELLINA.

L. Mensi, D. Bonelli, S. Pizzi, E. Isella 345

GLI AFFRESCHI DELLA CRIPTA DEL SANTUARIO DI S. MARIA DEL PIANO IN AUSONIA (FR). PROBLEMI CONSERVATIVI E VERIFICA DEI RISULTATI DEGLI INTERVENTI STORICI DI DEUMIDIFICAZIONE

C. Cacace, F. Fabbri, B. Provinciali, C. Udina 357

LA FORMA DELL'ACQUA – ACQUA COSTITUTIVA E DISTRUTTIVA DELL'ARCHITETTURA IN CALCESTRUZZO ARMATO

C. Piccione 375

ACQUA DA INVASIONE NELLA CHIESA DELL'ANNUNZIATA A Sessa Aurunca (CE). LA DIAGNOSTICA PROPEDEUTICA ALL'APPROCCIO SUI BENI CULTURALI.

G. Ausiello, M. Compagnone, F. Sommese, G. Albano, A. Basile, E. Bugli, R. Di Girolamo 385

SALT RELATED PHENOMENA IN THE MEDIEVAL CHURCH OF ŠMIG

B. Szentirmai 395

LA FACCIATA DI SANTA PUDENZIANA: STUDIO DIAGNOSTICO PER LA CARATTERIZZAZIONE DEI FENOMENI DI DEGRADO, SMALTIMENTO DELLE ACQUE E SPERIMENTAZIONE DI CONSOLIDANTI E PROTETTIVI NANOMETRICI.

M. Bassi, L. Mangiapelo, L. Festa, C. Giovannone 407

A DIFFICULT CHALLENGE: THE CONSERVATION OF EARTHEN ARCHITECTURE

S. Rescic, M. Mattone, F. Fratini 419

DOMUS AUREA NERONIS, IL RESTAURO DEGLI AFFRESCHI DELLA SALA DELLE MASCHERE E DEL CORRIDOIO N. 131: UN INTERVENTO SPERIMENTALE DI CONSERVAZIONE IN AMBIENTE IPOGEO

D. Cavezzali, A. Giovagnoli, E. Giani, B. Mazzone, C. Cacace 431

SUPERFICI AD INTONACO IDROREPELLENTI: VERIFICHE, RECUPERO E AGGIORNAMENTO DELLE TECNICHE TRADIZIONALI

L. Scappin 443

LA SALVAGUARDIA DEGLI AFFRESCHI DEL CAMPOSANTO MONUMENTALE DI PISA DA EVENTI DI CONDENZA: L'UTILIZZO DEI TELI SCALDANTI.

S. Lupo 455

USE OF SALT CRYSTALLISATION MODIFIERS TO MITIGATE THE DAMAGE BY SOLUBLE SALT TRANSPORTED BY CAPILLARY RISING WATER

M. Casti, P. Meloni, M. Carboni, G. Carcangiu, G. Pia, M. Palomba, M. Cappai 465

ACQUA E SUPERFICI DIPINTE IN TERRA CRUDA: IL DEGRADO DAL SITO AL LABORATORIO.

M. Cappai, G. Carcangiu, G. Pia, L. Casnedi, M. Casti, P. Meloni 475

INTERNAL BUILDING INSULATION SYSTEMS FOR HISTORIC BUILDINGS: HYGROTHERMAL PERFORMANCE ANALYSIS

M. Calzolari, P. Davoli, L. Dias Pereira 485

IL DEGRADO CHIMICO-MECCANICO NEGLI IPOGEI SALENTINI E L'ACQUA "DA INVASIONE": CASI DI STUDIO

I. Pecoraro, E. Rosina 497

LE DIVERSE CONSISTENZE DELL'ACQUA. DOTAZIONI IMPIANTISTICHE E CONTROLLO DEL MICROCLIMA A VILLA TUGENDHAT A BRNO

A. Bonora, K. Fabbri, G. Favaretto, M. Pretelli 513

**IL MICROCLIMA DELLE SALE ESPOSITIVE DEL MUSEO ARCHEOLOGICO DI SANTA SCOLASTICA IN BARI
THE MICROCLIMATE OF THE EXHIBITION ROOMS OF THE ARCHAEOLOGICAL MUSEUM OF SANTA SCOLASTICA IN BARI**

V.G. Pellegrino 525

L'IPOGEO DELL'AULA DI SAN PIER SCHERAGGIO: UN PRIMO MONITORAGGIO MICROCLIMATICO PER LA CONOSCENZA E LA CONSERVAZIONE DEI RESTI ARCHEOLOGICI SOTTO L'ALA LEVANTE DEGLI UFFIZI.

A. Urso 537

**CONTROLLO DEL MICROCLIMA NELLA GALLERIA DEGLI
SPECCHI DI PALAZZO REALE A GENOVA. STUDI PREVENTIVI AL
RESTAURO**

**MICROCLIMATE CONTROL IN THE ROYAL PALACE OF GENOA.
PREVENTIVE STUDIES FOR RESTORATION**

A. Magrini, S.F. Musso, G. Franco

547

**DEPOSITI MUSEALI ALL'INTERNO DI EDIFICI STORICI E
MICROCLIMA INDOOR. LA EX-CHIESA DELLA CROCE ALLA
GIUDECCA.**

M.A. De Vivo, L. Signorelli

559

**PAVIMENTAZIONI DRENANTI PER LE STRADE E LE PIAZZE IN
PIETRA. COSÌ L'ACQUA RITORNA ALLA TERRA.... MA
PROGETTAZIONE E POSA BASTANO? ALCUNI CASI DI STUDIO**

G. Signori

569

L'UTILIZZO DI PROTETTIVI SOL-GEL SU LAPIDEI E STUCCATURE.

Il caso del pavimento in *opus sectile* e *tessellatum* della Galleria Franchetti alla Ca' d'Oro di Venezia.

MICHELE CECCHIN¹, CLAUDIA BORTOLUSSI¹, GIOVANNA PELLIZZARI², ELEONORA BASSO².

¹ SILTEA srl, via Carlo Goldoni, 18 35131 Padova, info@siltea.eu

² I.V.B.C. Istituto Veneto per i Beni Culturali, San Marco 2940 – Calle Larga del Clero, 30124 Venezia, info@ivbc.it

Abstract.

The phenomenon of “acqua alta” is the main antagonist of the conservation of stone in Venice, where artifacts need constant restoration and maintenance. Innovative solutions based on functionalized silica are viable alternatives to traditional products for stone protection. The sol-gel process applied to cultural heritage (patent of the University of Padua) is a known technology to obtain silica with reactions at neutral pH and room temperature. Hybrid systems obtained from silica precursors and organically modified alkoxides combine performances and stability of mineral treatments to protective function of organic polymers. The floor of Ca' D'Oro is an ideal case for the evaluation of this method in extreme conditions due to the cycles of immersion-emersion and the high concentration of salts. The flooring at the ground level was realized at the beginning of the twentieth century on a project by Baron Giorgio Franchetti. The work is inspired by Byzantine, Cosmatesque and medieval geometric patterns using an antique method of laying of ancient stones, avoiding marble of contemporary quarries. The first intervention was realized in 2018 by I.V.B.C. on a portion of 20 square meters, thanks to the funding of the committee Save Venice. At that time the sol-gel product provided by SILTEA (SIOX-5 RE40) was applied for the protection of groutings and marbles. After one year of monitoring, when several high tide phenomena were recorded, the treatment has shown excellent resistance. A second intervention and laboratory tests were realized in 2019 confirming the previous results. The study revealed a reduction of the water absorption up to 99%. After the intervention it is essential to consider the issue of planned maintenance.

Due to the extreme environmental conditions of the floor, the next step will be the identification of a monitoring system in order to understand how to schedule a new application of the protective treatment.

Keywords: *Ca' d'Oro, sol-gel treatments, stone protection, opus sectile*

Conoscenza, conservazione e protezione



Il pavimento in *opus sectile* del piano terra di Palazzo Ca' d'Oro a Venezia costituisce un caso studio unico nel proprio genere.

Realizzato nell'arco di trent'anni tra la fine del XIX secolo ed il 1927 con progetto ed esecuzione ad opera del barone Giorgio Franchetti, si estende per circa 350 m² ricoprendo interamente il portico ed unendo il cortile interno di Palazzo Ca' d'Oro con la porta d'acqua sul Canal Grande. Il Franchetti, proprietario del palazzo dal 1894, decise di realizzare il pavimento musivo ispirandosi alle geometrie delle pavimentazioni cosmatesche e a quelle delle più importanti cattedrali della laguna, in particolare appartenenti alla basilica di S. Marco, a SS. Maria e Donato a Murano e a S. Maria Assunta a Torcello. Scelse di utilizzare nella quasi totalità marmi antichi che provenivano principalmente da Roma e li lavorò personalmente fino alla sua morte nel 1922, ma i lavori continuarono fino al completamento dell'opera nel 1927.

Il pavimento è costituito da *opus tessellatum* di circa 1 cm di lato e da *opus sectile* di varia

forma e grandezza, a partire dai piccoli triangoli di nero assoluto con misure di poco superiori al centimetro, fino alle grandi *rotae* con diametro tra i 55 ed i 70 cm in marmi policromi. La composizione del percorso pavimentale consiste in uno schema unitario a quattro losanghe nelle quali ad ogni punta corrisponde una grande *rota*, mentre adiacenti, in corrispondenza ad ogni campata, vi sono pannelli musivi indipendenti, ciascuno decorato con modalità differenti.

Il pavimento musivo ricopre una zona a forma di "L" di circa 20 per 28 m che vede nel proprio braccio corto due campate quadrate, decorate ciascuna con un motivo a quinconce, ed al centro del quadrato adiacente al muro del palazzo, sotto una porzione di colonna in porfido rosso, è posta la tomba del barone Franchetti.

A partire dal 2017 l'Istituto Veneto per i Beni Culturali di Venezia, con la collaborazione della direzione della Galleria Franchetti nella persona della direttrice Claudia Cremonini, ha intrapreso uno studio approfondito per eseguire una manutenzione programmata del pavimento, con particolare attenzione alle zone in cui le tessere presentano un più fragile stato conservativo. Si è riscontrato che la costruzione del pavimento in *opus sectile* e *tessellatum* rispecchia quella tradizionale fino alla profondità di 20 cm dal piano di calpestio. Le tessere in origine sono state posate a giunto unito su uno strato di allettamento in malta di cocchiopesto. I processi di degrado fisico-chimico in atto sono dovuti principalmente alla quota del piano di calpestio poco al di sopra del livello medio della laguna ed ai conseguenti continui cicli di imbibizione di acqua salmastra che, con marea compresa tra +95 e +130 cm s.l.m., arriva a sommergere completamente l'intera pavimentazione. In questa condizione gli effetti della ricristallizzazione dei sali solubili, sommati ad una manutenzione non adeguata e alla continua sollecitazione meccanica dovuta al calpestio del pubblico e alla spazzolatura con scope, hanno portato all'attuale grave condizione conservativa. Negli ultimi anni, in particolare il 29 ottobre 2018 e il 12 novembre 2019 si sono inoltre verificate condizioni eccezionali di acqua alta e "acqua granda" che hanno sommerso completamente e con maggior frequenza il pavimento. Purtroppo tutte le osservazioni in merito alle trasformazioni climatiche portano a pensare che la situazione non possa che peggiorare. Per poter redigere un esaustivo resoconto dello stato di conservazione del pavimento è stato necessario condurre un'osservazione delle singole zone poiché non è stato possibile accertare l'esatta entità ed estensione dei danni al sistema costruttivo che comprende anche gli strati preparatori e la malta di allettamento delle tessere.

Grande importanza ha avuto la fotogrammetria digitale, volta all'indagine dell'andamento delle superfici e indispensabile supporto grafico per la registrazione delle osservazioni. Il piano di posa del pavimento si è confermato inclinato verso la porta d'acqua e rialzato nella zona adiacente la porta di terra, con numerosi avvallamenti che causano il ristagno dell'acqua di marea.

La prima area di intervento individuata nei due quadrati del braccio corto della "L" pavimentale, in corrispondenza della tomba del Franchetti, corrisponde alla porzione di pavimento rialzata rispetto il resto, che per questo viene sommersa meno frequentemente dalle maree. Qui il fenomeno di risalita capillare di acqua salmastra è costante. In particolare durante il periodo estivo, la zona è riscaldata dal sole che asciugando la superficie, attiva la ricristallizzazione dei sali. Gli stress meccanici indotti da questo insistente fenomeno comportano la disgregazione del legante della malta di allettamento delle tessere e la perdita della forma e della matrice lapidea di un cospicuo numero di tessere. Nell'area si sono osservati inoltre evidenti distacchi tra i giunti di malta, il sollevamento di una porzione del pavimento e la fratturazione di alcune lastre affette già da esfoliazione, scagliatura

e polverizzazione. L'effetto della ricristallizzazione dei sali solubili è particolarmente aggressivo verso i litotipi conglomeratici, poiché il cemento che lega insieme i clasti perde la propria resistenza meccanica e si sgretola con maggior facilità. Analisi ESEM-EDS confermano la presenza diffusa di cloruro di sodio sia sul fronte sia sul retro, seppure in minore quantità, assieme a strutture biologiche (alghe e microalghe). I sali, per le loro caratteristiche igroscopiche, aumentano i livelli di umidità e favoriscono la crescita di microrganismi alofili, batteri soprattutto, ponendo le basi per un ulteriore sviluppo di biodeteriogeni nelle aree adiacenti al materiale lapideo intaccato. Data la disomogeneità della conservazione dei lapidei, per la raccolta di quante più informazioni utili per una manutenzione efficace, è stata predisposta una scheda in cui registrare un inquadramento grafico e fotografico del singolo problema, il metodo e la geometria di posa delle tessere, lo studio dei giunti ed osservazioni qualitative rispetto alle peculiarità dell'area in esame e al suo stato di conservazione. Parallelamente si sono raccolti i dati geometrici riportando le dimensioni del pannello in esame, dimensioni e quantità delle tessere, grandezza delle fasce di inserimento e delle cornici relative. Con l'aiuto del professor L. Lazzarini è stata condotta una campagna di riconoscimento autoptico delle tessere colorate individuando i litotipi di importazione e quelli appartenenti a zone limitrofe a quella di posa. Lo stato di conservazione di alcune tessere è tale da non poter effettuare il riconoscimento, mentre i marmi bianchi, grigi e neri possono essere riconosciuti univocamente solo attraverso diffrazione a raggi X.

A partire dal 2018 la manutenzione del pavimento è stata al centro degli interventi, provvedendo anche alla sperimentazione di nuove soluzioni per la protezione dei marmi policromi. L'intervento si è svolto sull'area adiacente la tomba del Franchetti, che ha visto come prima fase la pulitura della superficie con acqua e spazzole morbide. Si è proseguito poi con la rimozione mediante sottili scalpelli e micro vibroincisori di piccole aree di *opus sectile* confermando quindi le ipotesi sul reale spessore delle tessere che varia da 5 mm a 3,5 cm circa (in funzione del litotipo in esame) e consentendo di verificare lo stato di conservazione della parte non in superficie. Si è osservato come, data la costante presenza di acqua di risalita nella parte a contatto con la malta di allettamento, la superficie non esposta all'aria e al calpestio, generalmente sia in condizioni di conservazione ottimale. Sono emerse anche evidenti differenze di taglio, di spessore e di posa in opera delle lastre marmoree che presentavano sul retro sia segni di sbazzatura grezza a scalpello, sia superfici levigate dal taglio netto con una sega. Le osservazioni raccolte hanno permesso di considerare come metodo di intervento il ribaltamento delle tessere maggiormente deteriorate rispetto alla stuccatura delle lacune o alla più radicale sostituzione del pezzo. Il vantaggio è di rimettere in opera il litotipo con le medesime caratteristiche chimiche, igrometriche e microclimatiche, nonché quello di rispettarne la forma, la geometria, l'integrità e la riconoscibilità.

Ogni tessera rimossa è stata pulita meccanicamente con scalpelli e bisturi, i depositi di varia natura sono stati asportati con spazzolini e aspiratori. Le tessere fratturate sono state ricomposte attraverso l'impiego puntuale di resina acrilica, Paraloid B72, mentre per la messa in opera si è riproposta la ricetta originale della malta di allettamento usata dal barone, compatibile con i litotipi utilizzati, composta da una parte di calce idrata "Fiore", una parte di calce pozzolanica "Pantheon", una parte di sabbia silicea e una parte di cocchiopesto.

Come primo tentativo è stata sperimentata su alcune tessere che presentano lacune consistenti una stuccatura a base di Templum (96 g di Templum e 4 g di catalizzatore), ma a distanza di due anni l'aderenza al substrato non è sempre efficace e sulla superficie è presente un viraggio dal biancastro al verde non auspicabile. Un nuovo tentativo nel 2019 condotto su un piccolo tondo di pavonazzetto ha previsto l'applicazione di una stuccatura con una resina termoplastica di tipo dentistico che si è dimostrata molto convincente soprattutto per trasparenza e reversibilità. In alcuni punti, sul retro della tessera, per il fissaggio delle scaglie si è utilizzata poca resina epossidica con filtro UV. Ad oggi la sperimentazione sulle stuccature sta proseguendo con l'impiego di un preparato epossipoliammidoamminico e polietilendiamminico derivato da epicloridrina-bisfenolo A/F, tuttavia un cospicuo numero di tessere completamente degradate è stato sostituito.

Silice funzionalizzata come alternativa ai polimeri organici

La necessità primaria che si riscontra nel caso specifico è di proteggere le superfici dall'acqua, impedendo ai sali di cristallizzare nel materiale per assorbimento dall'alto, lasciando comunque la libertà alle specie ioniche di migrare dal basso, ed inibendo la crescita di biodeteriogeni. Poiché l'utilizzo di polimeri tradizionali trova spesso dei limiti, si è deciso di testare e monitorare un trattamento protettivo a base di silice ottenuta via sol-gel (SIOX-5 RE40 prodotto da SILTEA SRL), basato sul metodo messo a punto dall'Università di Padova. Il sistema è stato applicato già in diversi cantieri pilota con ottimi risultati, dagli smalti di Gio Ponti al cotto cinquecentesco della Certosa di Pavia.

Il termine sol-gel indica un processo per la sintesi di matrici ceramiche come la silice vetrosa, partendo da reazioni chimiche anziché dalla cottura di materie prime minerali. Rispetto ai sistemi sol-gel convenzionali, il metodo qui proposto risponde alle esigenze del restauro grazie a catalisi neutra e densificazione a temperatura ambiente. La versatilità del metodo sol-gel permette di controllare spessore, concentrazione, densità, porosità e tempi di presa, oltre alla possibilità di creare matrici funzionalizzate con componenti organiche: i cosiddetti ORMOSIL (*organic modified silica*). Il formulato ibrido testato sul pavimento è ottenuto da un precursore della silice (silicato di etile o TEOS tra 30 e 50% v/v) e da un co-precursore alcossidico (dietossi-dimetilsilano o DDMES tra il 10 ed il 30% v/v) in

soluzione di alcol isopropilico. I gruppi metilici terminali si dispongono in superficie o nelle porosità della silice, andando a sostituire i terminali -OH. Durante la formazione del reticolo inorganico, la parte alchilica della molecola di DDMES crea una zona idrofobica orientata verso l'esterno rispetto alla superficie lapidea. Il formulato è stabilizzato in alcol, solvente a bassa viscosità che permette una buona penetrazione e ne facilita l'applicazione. La parte organica migliora l'idrorepellenza, la flessibilità, e la lavorabilità, mentre la parte inorganica conferisce durezza, stabilità termica e chimica ed una bassa espansione termica. L'incorporazione di gruppi organici non reattivi nella rete inorganica crea strutture più interrotte o aperte rispetto al corrispondente sistema non modificato, consentendo una maggior traspirazione del materiale. La silice è stabile agli UV e tra gruppi funzionali non è possibile la formazione di *cross-linking*. Il trattamento può essere riapplicato ed è reversibile con impacchi alcalini. Il prodotto infine è ecocompatibile: non è tossico, non è bioaccumulabile e non è persistente (come da scheda di sicurezza).

I limiti di applicabilità nel caso della Ca' d'Oro risiedono nella presenza di acqua nei pori del pavimento, e dunque nella capacità di penetrazione. Si dovrà perciò considerare la necessità di programmare il trattamento protettivo in periodi dell'anno in cui le superfici risultino, per quanto possibile, asciutte. Un ulteriore elemento di attenzione deve essere la rimozione preventiva dei sali. L'estrazione con impacchi può eliminare ciò che si deposita durante i cicli di marea, ma rischia di essere un'operazione inconcludente dato il richiamo continuo di sali dalla base del pavimento. Oltre a portare le superfici in condizioni ottimali per un trattamento esteso, è fondamentale definire un sistema di monitoraggio che fornisca dati oggettivi sulla resistenza nel tempo al calpestio, al deposito di cloruri e alle azioni meccaniche di pulitura che vengono ad oggi operate dopo ogni ciclo di acqua alta.

Valutazione del protettivo e dei sistemi di monitoraggio

Per testare l'efficacia del prodotto nel tempo e trovare un sistema oggettivo di monitoraggio, è stata condotta una sperimentazione in laboratorio su 3 campioni di stuccatura a calce (applicata su supporto poroso in pietra di Vicenza), e su 3 lastre di pietra calcarea sedimentaria (Rosso Verona), scelta come materiale rappresentativo del contesto. Due campioni di ciascun materiale sono stati lasciati tal quali come riferimento. Due campioni di stuccatura sono stati trattati con il prodotto SIOX-5 RE40 applicato a pennello in stesura singola e doppia. I due campioni di marmo sono stati trattati con lo stesso metodo, rimuovendo l'eccesso con un panno in microfibra. I materiali sono stati sottoposti ad un invecchiamento accelerato. L'effetto della marea è stato simulato con fasi alternate di immersione di un'ora (in acqua del Canal Grande) ed emersione di due ore in condizioni ambientali, per un totale di 40 cicli.

Le misure di angolo di contatto pre e post invecchiamento sono indice del mantenimento dell'effetto idrorepellente del protettivo. Il trattamento incrementa notevolmente l'angolo di contatto superficie-acqua che passa da $\theta = 49^\circ$ del marmo tal quale, a $\theta = 85^\circ$ e 88° dei campioni protetti rispettivamente con una e due stesure. Al termine dell'invecchiamento, sebbene ridotti a 58° e 72° , gli angoli di contatto si attestano comunque su valori superiori al dato del materiale non trattato. Anche dopo i cicli di immersione, il trattamento è in grado di mantenere un buon livello di idrofobicità. Lo stesso comportamento si osserva nella stuccatura ma con un incremento dell'idrorepellenza più marcato, essendo il materiale di partenza completamente assorbente. Prima delle immersioni gli angoli di contatto misurati sono di $\theta = 88^\circ$ (stesura singola) e $\theta = 94^\circ$ (stesura doppia); dopo i 40 cicli si misura un θ prossimo ai 60° . Sebbene ridotto dall'invecchiamento e dalla presenza di sali igroscopici, l'angolo incrementa notevolmente rispetto al materiale non trattato ($\theta = 0^\circ$) dimostrando la persistenza dell'effetto idrorepellente anche nelle stuccature.

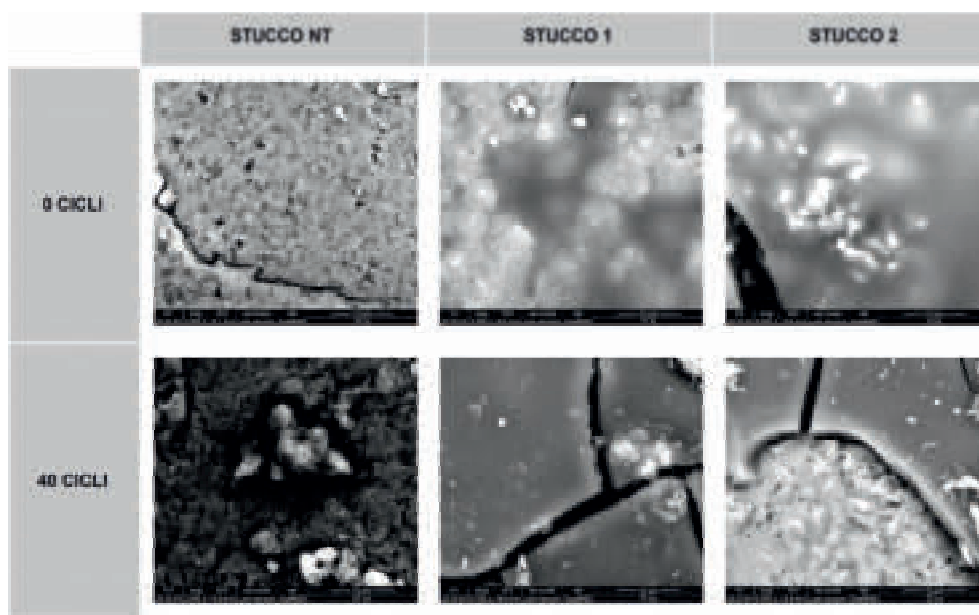


Figura 2. Confronto tra immagini ESEM dei campioni di stuccatura prima e dopo l'invecchiamento.

Un approfondimento di tipo chimico-morfologico è stato condotto al microscopio elettronico ESEM-EDS sui campioni di stuccatura. Osservando il comportamento del protettivo, le immagini ESEM mostrano delle caratteristiche migliori di resistenza della stesura singola rispetto ad una doppia applicazione (fig. 2). Nel campione STUCCO 1 il trattamento risulta inglobato nella matrice, ha una buona

penetrazione ed è omogeneo anche dopo l'invecchiamento, pur presentando delle fessurazioni (in parte attribuibili alla formazione del vuoto nella camera di analisi). La doppia stesura invece ha l'aspetto di un *coating* di spessore troppo elevato, con conseguente perdita di porzioni di protettivo dopo l'invecchiamento che lasciano esposte ampie aree del materiale sottostante. Il materiale estraneo apportato dall'acqua è costituito principalmente da cloruro di sodio con tracce di zolfo. I cristalli di sale sono ben visibili dopo l'invecchiamento e l'analisi semi-quantitativa dimostra un deposito ridotto di sali ed inquinanti sulle superfici dei materiali trattati (tab. 1).

Tabella 1. Valori degli inquinanti secondo analisi EDS su campioni di stucco dopo invecchiamento.

	STUCCO NT	STUCCO 1	STUCCO 2
Na (wt%)	4,01	1.54	1,94
Cl (wt%)	2.95	1.15	1,18
S (wt%)	2.08	1.71	0,32

Un altro parametro verificato pre e post invecchiamento è il coefficiente di assorbimento d'acqua (W_a espresso $g/cm^2 \times min$), misurato attraverso il metodo della spugna di contatto sviluppato dal CNR ICVBC di Firenze (UNI 11432:2011).

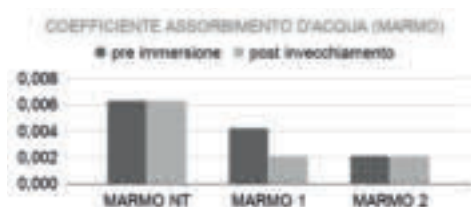


Figura 3. Grafico dell'assorbimento d'acqua su campioni di marmo, prima e dopo invecchiamento.

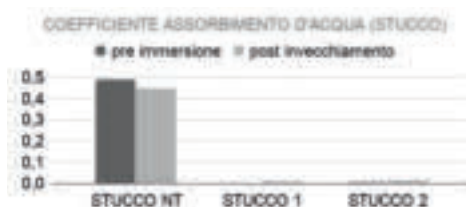


Figura 4. Grafico dell'assorbimento d'acqua su campioni di stucco, prima e dopo invecchiamento.

Il coefficiente è fortemente abbassato dal trattamento e mantenuto anche dopo i 40 cicli sia per il marmo che per la stuccatura. Questo metodo era stato considerato come un possibile sistema di monitoraggio *in situ*, rapido e non invasivo. Un incremento del W_a infatti può essere considerato un indice della perdita di efficacia del trattamento, che dovrà quindi essere riapplicato. Tuttavia, i materiali in opera già saturi di acqua risultano non assorbenti e la misura è fortemente influenzata dalle condizioni meteorologiche e dal momento di acquisizione dei dati. Inoltre questo tipo di rilevazione necessita di superfici sufficientemente ampie per l'appoggio della spugna, facilmente individuabili per le tessere lapidee ma non per le stuccature.

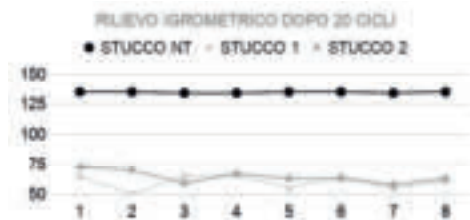


Figura 5. Andamento del contenuto di umidità nei campioni di stucco dopo 20 cicli di invecchiamento.

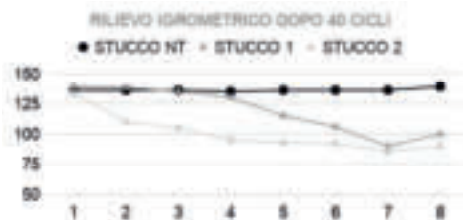


Figura 6. Andamento del contenuto di umidità nei campioni di stucco dopo 40 cicli di invecchiamento.

Un approccio alternativo è stato testato attraverso misure condotte per mezzo di un igrometro digitale con sonda a contatto. L'esame fornisce un'indicazione del contenuto d'acqua nei materiali, con una profondità massima di misurazione variabile da 1,5 a 2 cm. Nei grafici (fig. 5, 6) sono riportate le misure effettuate sui campioni di stuccatura dopo 20 e 40 cicli di immersione. I materiali sono stati immersi per un ora in acqua di mare e, una volta estratti, sono stati monitorati per 8 ore a temperatura ambiente. I valori in *digit* permettono di classificare il livello di umidità nei materiali (0-40 asciutto, 40-80 umido, >80 bagnato). Si può notare come le stuccature tal quali trattengono l'acqua, il cui contenuto nel corso delle 8 ore non subisce variazioni significative. Nei campioni trattati, dopo 20 cicli il contenuto di umidità è più che dimezzato rispetto ai campioni tal quali. Dopo i 40 cicli i valori crescono e si allineano nell'immediato a quelli dello stucco senza trattamento. L'effetto più interessante è però da rintracciare nel corso del monitoraggio, durante il quale è evidente come la presenza del trattamento permetta una progressiva asciugatura delle superfici. L'invecchiamento ha sicuramente attenuato l'effetto idrorepellente ma la riduzione dell'umidità nel tempo indica che si tratta di acqua presente solo in superficie e non nella porosità del materiale. Il trattamento è quindi in grado di assicurare un'evaporazione di acqua che altrimenti non avverrebbe e di proteggere il nucleo del materiale. Lo stesso tipo di misurazioni effettuate *in situ* hanno fornito risultati in linea con quelli rilevati in laboratorio. L'impiego dell'igrometro digitale può quindi essere considerato un metodo potenzialmente valido per il monitoraggio dell'intervento, rapido e non invasivo.

CONCLUSIONI

L'assenza di situazioni analoghe a cui riferirsi per il restauro, la protezione ed il monitoraggio dello stato di conservazione del pavimento, ha reso indispensabile affrontare uno studio per la definizione di soluzioni specifiche. La sperimentazione si è orientata su prodotti sol-gel a base minerale che meglio rispondono alle sollecitazioni delle maree rispetto ai trattamenti tradizionali, con una valutazione

parallela in situ e in laboratorio. I dati raccolti hanno confermato l'efficacia protettiva del prodotto sol-gel, osservando una sensibile riduzione del coefficiente di assorbimento d'acqua ed una resistenza ottimale a 40 cicli di invecchiamento accelerato. Lo studio ha anche evidenziato alcuni limiti di questo sistema. La presenza costante di un ambiente umido influisce negativamente sulla penetrazione del prodotto, perciò si rende necessaria la programmazione del trattamento nei periodi in cui le superfici sono maggiormente asciutte. L'eliminazione dei sali solubili è impraticabile in questo contesto e si deve quindi optare per una manutenzione programmata del protettivo sottoposto nel tempo al calpestio, al deposito di cloruri e alle azioni meccaniche di pulitura ad oggi operate dopo ogni ciclo di acqua alta. Al fine di valutare in modo rapido, non invasivo e poco costoso lo stato e l'efficacia protettiva del trattamento, l'igrometro digitale è risultato lo strumento migliore. Con la definizione di un opportuno protocollo, grazie ad un confronto immediato del contenuto d'acqua tra zone trattate e non, si potrà verificare la durata del trattamento e stabilire un piano di manutenzione adeguato.

BIBLIOGRAFIA

1. C. Cremonini, F. Fergonzi (a cura di), *Da Giorgio Franchetti a Giorgio Franchetti Collezionismi alla Ca' d'Oro*, ed. MondoMostre, Venezia, 2013.
2. F. Guidobaldi, A. Guidobaldi, *Pavimenti marmorei di Roma dal IV al IX secolo*, *Studi di Antichità Cristiana*, XXXVI, Città del Vaticano, 1983.
3. L. Lazzarini, *Studi preliminari sui materiali lapidei della Basilica di San Marco a Venezia*, in "Conservazione dei Monumenti" (a cura del CNR Opere d'Arte di Firenze), Firenze, 1994.
4. F. Rossini (a cura di), *I marmi a Verona*, ed. ASMAVE, Associazione Marmisti Veronesi, Verona, 1987.
5. E. Doehne, C.A. Price, *Stone Conservation, An Overview of Current Research (Second Edition)*, The Getty Conservation Institute, 2010.
6. M. Favaro et al., *Evaluation of polymers for conservation treatments of outdoor exposed stone monuments. Part II: Photo-oxidative and salt-induced weathering of acrylic-silicone mixtures*, *Polymer Degradation and Stability*, Volume 92, Issue 3, 2007, pp 335-351.
7. C. Bortolussi, M. Cecchin, *La tecnologia sol-gel per la protezione della ceramica*, *Bollettino del Museo Internazionale delle ceramiche in Faenza* n. 1-2 2019 "Il restauro della ceramica", Edizioni Polistampa, pp 74-82.
8. B. Dal Bianco, R. Bertocello, *Sol-gel silica coatings for the protection of cultural heritage glass*, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 266, 2008, pp 2358-2362.
9. M. De Bardi et al., *Sol-gel silica coating for potash-lime-silica stained glass: Applicability and protective effect*, *Journal of Non-Crystalline Solids* 390, 2014, pp 45-50.
10. J.D. Wright, N. A.J.M. Sommerdijk, *Sol-gel materials. Chemistry and applications*, CRC Advanced chemistry Text, 2000.
11. R. E. Saputra et al., *Hydrophobicity of silica thin films: The deconvolution and interpretation by Fourier-transform infrared spectroscopy*, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 199, 2018, pp 12-20.

TESTI DI

Agostinelli E.R.	163	Crova C.	279
Albano G.	385	Cunha Ferreira T.	269
Antonelli F.	1, 59	Danesi G.	235
Arca M.	175	D'Angelo G.	135
Ausiello G.	385	Davoli P.	485
Baldan M.	91	De Maria M.	1
Balistrocchi M.	225	De Vivo M.A.	559
Barbosa F.	269	Di Girolamo R.	385
Basile A.	385	Di Sabato A.	125
Bassi M.	407	Dias Pereira L.	485
Basso E.	81	Donatelli A.	151
Berto L.	1, 21	Endrizzi M.	91
Bonaccini A.	103	Ercolino M.G.	151
Bonelli D.	345	Fabbri F.	357
Boninu A.	175	Fabbri K.	513
Bonora A.	513	Fabian L.	1
Bortolussi C.	81	Faccio P.	1, 21
Bruschi G.	1, 21, 259	Falchi L.	1, 11
Bugli E.	385	Fantini E.	269
Cacace C.	357, 431	Favaretto G.	513
Calvanese V.	135	Festa L.	407
Calzolari M.	485	Fiorentino S.	163
Camaiti M.	91	Forti G.	91
Cappai M.	465, 475	Forti I.	91
Carboni M.	465	Franco G.	547
Carcangiu G.	175, 465, 475	Fratini F.	419
Casnedi L.	475	Fumo M.	135
Casti M.	465, 475	Ghiretti A.	323
Castiello F.	279	Gianello R.	291
Cavezzali D.	431	Giani E.	431
Cecchin M.	81	Giovagnoli A.	431
Chirico S.	215	Giovannone C.	407
Coisson E.	323	Gizzi S.	311
Columbu S.	175	Gotta F.	203
Compagnone M.	385	Guolo E.	1
Corradini M.	11	Iiritti G.	175

Isella E.	345	Provinciali B.	357
Iuorio L.	1	Ranzi R.	225
Lazzarini E.	21	Rescic S.	419
Lecca L.	175	Romagnoni P.	1
Licheri R.	175	Rosina E.	497
Lucero Gomez D.P.	1, 11	Rovazzani A.	215
Lupo S.	455	Ruggieri P.	247
Maddalena E.	279	Saetta A.	1, 21
Magrini A.	547	Scala B.	225, 301
Mancinelli R.	103	Scappin L.	443
Mangiapelo L.	407	Scarpa R.	31
Mariotti C.	113	Schubert L.	69
Mattone M.	419	Sericola M.	163
Mauro A.	185	Signani G.	333
Mazzoleni M.	247	Signorelli L.	559
Mazzone B.	431	Signori G.	569
Melandri E.	163	Sommese F.	385
Meloni P.	175, 465, 475	Sorbo E.	291
Menichelli C.	31	Squassina A.	43
Mensi L.	345	Sutter A.	215
Mori A.	291	Szentirmai B.	395
Musso S.F.	547	Talledo D.A.	1
Ottoni F.	323	Tesser E.	1, 59
Palomba M.	465	Tosi M.C.	1
Pecoraro I.	497	Trinchese G.	135
Pellegrino V.G.	525	Udina C.	357
Pellizzari G.	81	Ugolini A.	163
Peron F.	1	Urso A.	537
Peron V.	235	Vaccariello A.	193
Pia G.	175, 465, 475	Vandini M.	163
Piccione C.	375	Velo L.	1
Piovesan R.	1, 59	Zaccariello G.	1, 59
Pizzi S.	345	Zamboni I.	1, 21
Prati C.	333	Zendri E.	1, 11
Pretelli M.	513	Zilocchi B.	333
Previti M.	185		

ATTI DEL CONVEGNO SCIENZA E BENI CULTURALI

- 1985 L'intonaco: Storia, Cultura e Tecnologia
- 1986 Manutenzione e conservazione del costruito fra tradizione ed innovazione
- 1987 Conoscenze e sviluppi teorici per la conservazione di sistemi costruttivi tradizionali in muratura
- 1988 Le Scienze, le Istituzioni, gli Operatori alla soglia degli anni '90
- 1989 Il Cantiere della Conoscenza, il Cantiere del Restauro
- 1990 Superfici dell'Architettura: le Finiture
- 1991 Le Pietre nell'Architettura: Struttura e superfici
- 1992 Le Superfici dell'Architettura: il cotto. Caratterizzazione e trattamenti
- 1993 Calcestruzzi Antichi e Moderni: Storia, cultura e tecnologia
- 1994 N° 10 - Bilancio e Prospettive
- 1995 La Pulitura delle Superfici dell'Architettura
- 1996 Dal sito Archeologico alla Archeologia del costruito
- 1997 Lacune in Architettura: aspetti Teorici ed Operativi
- 1998 Progettare i restauri. Orientamenti e metodi - Indagini e materiali
- 1999 Ripensare alla manutenzione. Ricerche, progettazione, materiali, tecniche per la cura del costruito
- 2000 La prova del tempo. Verifiche degli interventi per la conservazione del costruito
- 2001 Lo stucco. Cultura, tecnologia, conoscenza
- 2002 I Mosaici. Cultura, tecnologia, conservazione
- 2003 La Reversibilità nel Restauro. Riflessioni, esperienze, percorsi di ricerca
- 2004 Architettura e Materiali del Novecento. Conservazione, restauro, manutenzione
- 2005 Sulle pitture murali. Riflessioni, conoscenze, interventi
- 2006 Pavimentazioni storiche. Uso e conservazione
- 2007 Il consolidamento degli apparati architettonici e decorativi
- 2008 Restaurare i restauri. Metodi, compatibilità, cantieri
- 2009 Conservare e restaurare il legno. Conoscenza, esperienze, prospettive
- 2010 Pensare la prevenzione. Manufatti, usi, ambienti
- 2011 Governare l'innovazione. processi, strutture, materiali e tecnologie tra passato e futuro
- 2012 La conservazione del patrimonio architettonico all'aperto. Superfici, strutture, finiture e contesti
- 2013 Conservazione e valorizzazione dei siti archeologici. Approcci scientifici e problemi di metodo
- 2014 Quale sostenibilità per il restauro?
- 2015 Metalli in Architettura. Conoscenza, Conservazione, Innovazione
- 2016 Eresia ed ortodossia nel restauro. Progetti e realizzazioni
- 2017 Le Nuove frontiere del restauro. Trasferimenti, contaminazioni, ibridazioni
- 2018 Intervenire sulle superfici dell'architettura tra bilanci e prospettive
- 2019 Il Patrimonio Culturale in mutamento. Le sfide dell'uso

ISSN 2039-9790

ISBN 978-88-95409-24-5