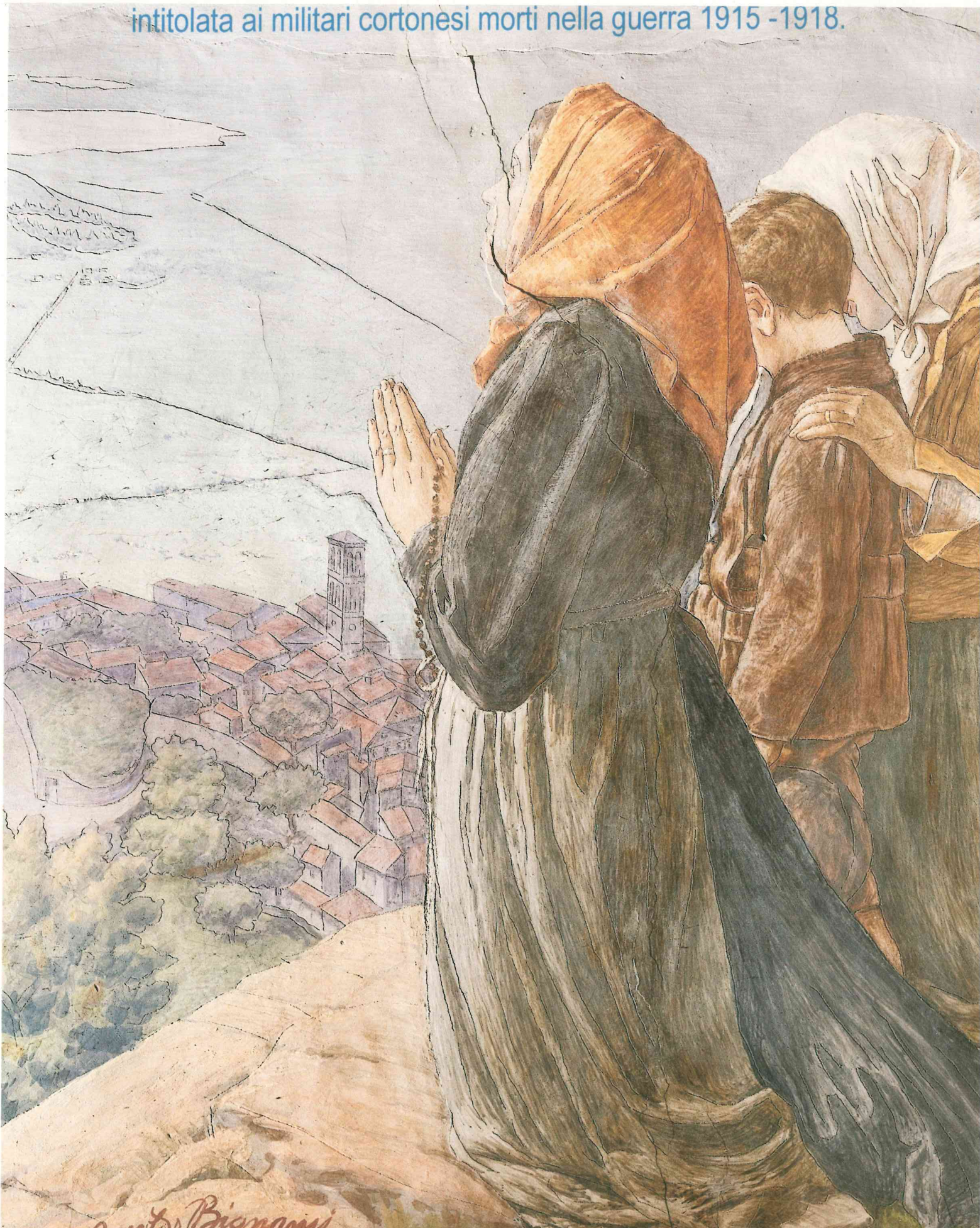




Cortona, Basilica di Santa Margherita. Restauro della Cappella  
intitolata ai militari cortonesi morti nella guerra 1915 -1918.



Antonio Bionanni

# IL RISANAMENTO DELLE MURATURE



COMUNE DI CORTONA  
"BASILICA DI SANTA MARGHERITA DA CORTONA  
DIOCESI DI AREZZO-CORTONA-SANSEPOLCRO"

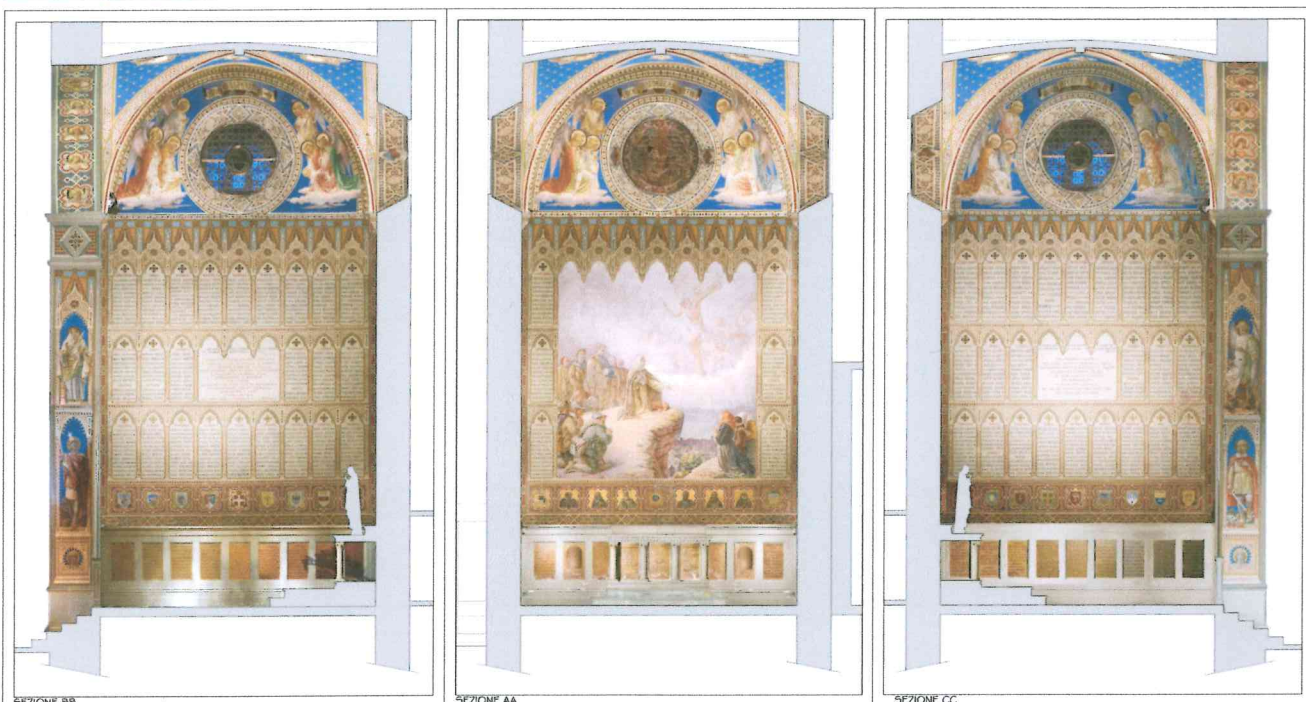
Alta Sorveglianza Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le province di  
Siena, Grosseto e Arezzo

PROGETTO PER IL RESTAURO DELLA CAPPELLA INTITOLATA AI  
MILITARI CORTONESI MORTI NELLA GUERRA 1915-1918  
PRIMA FASE: RISANAMENTO DELLE MURATURE



INTERVENTO PROMOSSO, COORDINATO E SPONSORIZZATO DALLA  
"ASSOCIAZIONE PER IL RECUPERO E LA VALORIZZAZIONE DEGLI ORGANI  
STORICI DELLA CITTA' DI CORTONA"

- via Gino Severini n° 87 Cortona (AR) - c.f.: 93003840514 -



PROGETTISTI:

ARCH. MARCO POESINI  
via della Portaccia n°5 - Cortona (AR)

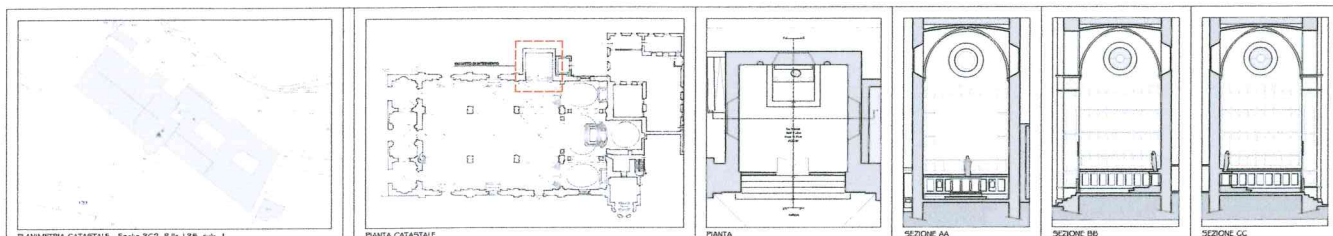
DIRETTORI DEI LAVORI:

ARCH. MARCO POESINI  
via della Portaccia n°5 - Cortona (AR)

IMPRESA ESECUTRICE:

ECODRY ITALIA SRL  
via Venezia n°11 - Bovisio Masciago (Monza e Brianza)

AUT. SOPRINTENDENZA PROT. N° 21722 34.16.10/9.43 DEL 09/08/2018



Si ringraziano: IL RETTORE E I FRATI MINORI DELLA BASILICA  
DI SANTA MARGHERITA

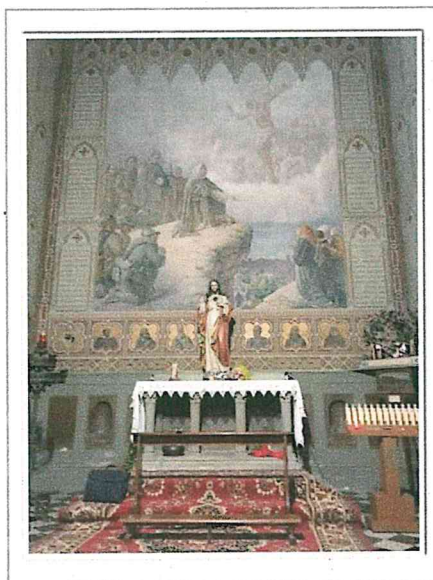
IL PRESIDENTE E I SOCI DELLA  
ASSOCIAZIONE ORGANI STORICI  
DI CORTONA

L'IMPRESA EDILE E STRADALE  
MAGINI SRL

Monza e Brianza, 15 marzo 2018

**Spett.le Associazione per il Recupero e la Valorizzazione degli Organi Storici della Città di Cortona**  
Via Gino Severini 87  
52044 Cortona (Arezzo)

Offerta per la deumidificazione della muratura  
D.I.M. Tecnologia a diretta interazione molecolare



Cappella dei Caduti – Basilica di Santa Margherita

Oggetto: Offerta tecnico-economica di deumidificazione muraria con Tecnologia a Diretta Interazione Molecolare D.I.M. per la Cappella dei Caduti presso Basilica di Santa Margherita - piazza Santa Margherita, Cortona (AR).

In relazione agli accordi, abbiamo il piacere di sottoporre la nostra offerta per la fornitura della nostra tecnologia idonea a bloccare l'umidità muraria di risalita di cui soffre l'immobile in oggetto.

Dalla prima analisi in superficie realizzata durante il sopralluogo tecnico, per verificare anomalie termo-igrometriche con lo strumento elettronico Voltcraft capacitivo ad impedenza, è stata rilevata la presenza di umidità nei muri (valori fino a 90: alto tasso di umidità). La presente offerta è studiata con lo scopo di provvedere alla deumidificazione del manufatto per il piano terra come indicato considerando l'area da deumidificare evidenziata alla pagina successiva. La documentazione che segue illustra nei dettagli l'offerta stessa sia sotto l'aspetto tecnico che sotto l'aspetto economico, per i quali aspetti abbiamo tenuto nella massima considerazione il prestigio che potrà derivare alla Ecodry nel risolvere un così importante problema. Pertanto, dichiariamo di poter conseguire una discesa dell'umidità entro i parametri naturali di una struttura muraria.

In attesa di una gradita conferma d'ordine, porgiamo cordiali saluti.

Responsabile per la presente offerta  
Consulente di Progetto

**Direzione Tecnica Ing. Berndt Müller Hammerström**

Responsabile di zona: Geom. Fabio Giorgetti - cell. 335 5860198

Rossano De Rosa  
Ecodry Italia

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rossano De Rosa', is written over a circular stamp. The stamp contains the text 'ECODRY ITALIA s.r.l.' and 'prodotto e distribuito in Italia'.

Made in Germany dal 1981

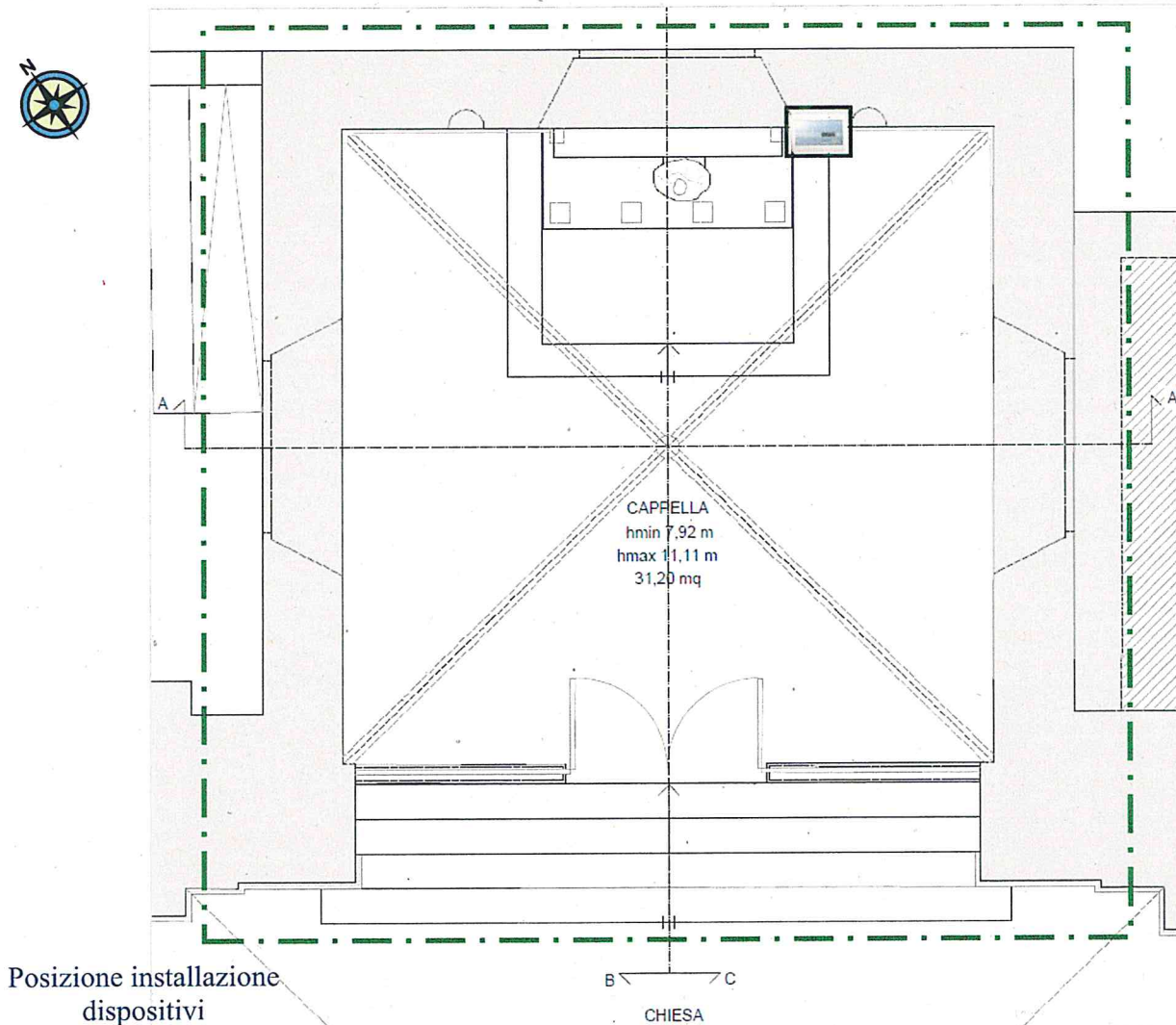


## SCHEMA INSTALLAZIONE DISPOSITIVI

**Garantiamo la deumidificazione muraria dell'immobile esaminato**

Per la configurazione architettonica dell'immobile, la presenza importante dei sali nel manufatto e il tasso di umidità, abbiamo optato per una soluzione tecnica con dispositivi di ultima generazione generatori d'impulsi elettromagnetici: in questo modo si sfrutta al meglio la propagazione degli impulsi lungo l'intera struttura muraria. ***Viene, di fatto, accelerata la realizzazione della barriera elettromagnetica nei muri al fine di bloccare il rifornimento idrico nel manufatto dovuto alla risalita.*** L'impiego della tecnologia Ecodry rappresenta il primo passo nel processo di risanamento definitivo dell'immobile dalle problematiche legate all'umidità.

Area da deumidificare tratteggiata in verde - tecnologia D.I.M. a diretta interazione molecolare brevettata



Posizione installazione dispositivi



ZETA III

Data la presenza di decorazioni di pregio, la posizione e l'altezza del dispositivo, per quanto possibile, verranno definite dalla direzione lavori con lo scopo di non impattare esteticamente su alcuna superficie. Si potrà installare o a filo altezza superiore dell'altare o in basso filo gradino. Rassicuriamo che la tecnologia non andrà a intaccare le superfici di pregio. Precisiamo che i dispositivi Ecodry sono in grado di funzionare mediante determinate frequenze, tali da non alterare nessun equilibrio.

**Norme sicurezza tecnologia tedesca:**

Sulla base di questa originale tecnologia tedesca, i dispositivi elettronici Ecodry per la deumidificazione muraria emettono impulsi elettromagnetici a cui è associato un campo magnetico la cui intensità massima, misurata a due metri di distanza, è inferiore ai 20 nT. Con questa tipologia di intervento solo le molecole dell'acqua presenti nella sostanza vengono eccitate.

Le emissioni e la stabilità elettromagnetica rispettano la normativa VDE sulla compatibilità elettromagnetica. I valori rimangono in ogni caso al di sotto di quelli ammessi di cui alle norme europee (norme CE conforme alla normativa 93/465/EWG nonché conforme alla normativa VDE, e conforme alla normativa EMV EN 61000-3-3). Restano inferiori persino dei valori assai più severi della bio-edilizia (certificazione IGWL – Istituto per abitazioni e vita sane di Bad Heilbrunn).

### Condizioni attuali dell'immobile

La Basilica di Santa Margherita sorge nella parte alta di una collina in un'incantevole posizione. Sul luogo della chiesa attuale esisteva una chiesetta costruita dai monaci camaldolesi nel XI secolo e dedicata a San Basilio. La chiesetta venne danneggiata nel corso del Sacco di Cortona del 1258 e ricostruita nel 1288 da Santa Margherita fu dedicata oltre che a San Basilio, a Sant'Egidio monaco ed a Santa Caterina d'Alessandria.

La chiesa subì una notevole trasformazione barocca nel 1738 ed in epoca moderna, nella seconda metà del XIX secolo, tanto la chiesetta come la chiesa più grande del Pisano vennero quasi completamente demolite per cui oggi non risultano più leggibili.

L'area oggetto di intervento corrisponde a una grande cappella che ricorda i caduti in guerra cortonesi, posizionata sulla navata sinistra.

L'impiego della tecnologia Ecodry rappresenta il primo passo nel processo di risanamento dei locali dalle problematiche legate all'umidità: la sua azione metterà in sicurezza il rifacimento di nuovi intonaci e nuove pitture.

Di seguito analizziamo alcune criticità che il sopralluogo tecnico ha evidenziato:

- **Murature di grosso spessore:** le fondazioni immerse nel terreno assorbono l'acqua in esso contenuta trasportandola in alto in maniera tanto maggiore quanto più forte è lo spessore dei muri a parità di altre condizioni: infatti, ad un eguale contenuto percentuale d'acqua i muri di maggior spessore ne contengono una quantità maggiore mentre la superficie esterna dei paramenti murari - da cui può evaporare - è indipendente dallo spessore dei muri medesimi, per cui la quantità d'acqua trattenuta risulta tanto maggiore quanto più spessi sono i muri.

- **Murature in pietra:** il tessuto murario è costituito da **pietra**. Non conosciamo le specifiche caratteristiche litiche del materiale e il suo grado di porosità: se questo è elevato, la pietra non costituisce certo un ostacolo alla risalita. Resta vero che anche le pietre più dure e compatte hanno una finissima porosità che permette all'acqua di interagire con il materiale con i seguenti processi: reazioni di tipo chimico/fisico, mezzo di trasporto di sali in soluzione, formazione di un substrato per la crescita biologica. Questi processi, unitamente alle caratteristiche mineralogiche della pietra, favoriscono l'assorbimento dell'umidità che poi viene trasmessa agli intonaci. Nel caso delle murature in pietra l'acqua trova anche un'altra via per penetrare più rapidamente: i giunti tra le pietre. Attraverso questa via l'acqua si espande all'interno del tessuto murario per giungere poi sul paramento e degradare l'intonaco attraverso il fenomeno dell'evaporazione e della cristallizzazione dei sali in soluzione.

- **Edificio su declivio:** il contesto ambientale contribuisce a rendere più critico il problema: l'immobile, infatti, potrebbe trovarsi sul percorso di acque sotterranee che dalla sovrastante zona di raccolta ruscellano verso Cortona incontrando sul loro cammino la struttura muraria del nostro manufatto. Precisiamo che, in seguito ad importanti e copiose precipitazioni, si potrebbe verificare un innalzamento dell'acqua presente nel terreno e di conseguenza un ritorno della stessa all'interno della muratura nei punti più in basso: la nostra tecnologia non può contrastare precipitazioni eccezionali e vene sotterranee, in pratica vere e proprie infiltrazioni d'acqua dal terreno. È necessario sottolineare che le precipitazioni hanno natura temporanea e variabile nel tempo e possono assumere solo sporadicamente valori non standard. La condizione è aggravata dalla presenza di pluviali a perdere nelle vicinanze della cappella (vedi foto a lato).



È necessario essere incisivi nell'azione di deumidificazione muraria in quanto siamo in presenza delle criticità sopra elencate e di muri non adeguatamente isolati dal terreno. In definitiva, le circostanze come sopra analizzate potranno variare le tempistiche di discesa dell'umidità.

I segni del degrado causato dall'umidità sono ben visibili: *vi sono fenomeni di erosione e disgregazione per effetto dell'umidità e della conseguente presenza di sali solubili*. È necessario, quindi, prima di provvedere ad un eventuale rifacimento degli intonaci, eliminare ogni possibile **causa** che possa danneggiare quelli nuovi. Va rilevato, tuttavia, che le circostanze che possono provocare l'ingresso e la diffusione dell'acqua nelle murature sono numerose e, di conseguenza, una manifestazione umida può a volte essere originata da più fenomeni. Non esiste, infatti, una relazione univoca causa-effetto: ad una stessa causa possono corrispondere manifestazioni diverse, così come una stessa manifestazione può derivare da cause diverse. Talvolta si assiste ad una sovrapposizione di cause o di effetti.

L'azione elettromagnetica dei dispositivi Ecodry produce l'immediato effetto di fermare la risalita dell'umidità, mentre la discesa dell'acqua inizia lentamente, ma inesorabilmente, fino a ridurre l'umidità a una quantità naturale, insopprimibile, di circa il 3% - 4%.

**N.B.** Qualora, nei primi mesi successivi all'installazione dei dispositivi Ecodry, si dovesse notare un aumento dell'umidità ambientale all'interno dei locali, causata dall'evaporazione dell'umidità muraria, essa potrà essere smaltita con una semplice ventilazione naturale o anche *meccanica, mediante la ventilazione forzata con ventole dotate di igrostato e idonee a estrarre dai locali l'umidità relativa in eccesso*.

## Tecnologia Tedesca D.I.M. a Diretta Interazione Molecolare soluzione del problema umidità

### Metodo intervento:

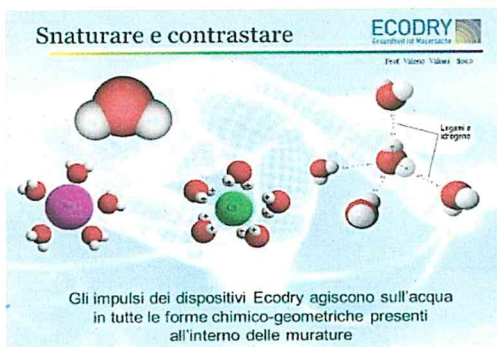
ECODRY, con la propria tecnologia in grado di agire direttamente sulla struttura molecolare dell'acqua, ha sviluppato una innovativa tecnologia per la deumidificazione della muratura, che supera di molto l'efficacia del sistema fino ad ora applicato della cosiddetta asciugatura elettrofisica del muro.

La deumidificazione ECODRY utilizza il carattere dipolare dell'acqua e i sali disciolti nell'acqua (del sottosuolo e del materiale edile) che ne generano la conduttività.

Dall'ascensione dell'acqua nei capillari della muratura ha luogo il processo, per il quale l'acqua sale sempre più in alto per mezzo dei tre fenomeni chimico-fisici che ne permettono il movimento: capillarità, differenza di potenziale elettrico e gradiente di pressione osmotica. Sottili impulsi elettromagnetici intervengono in questo processo e invertono l'effetto ascensionale dell'acqua, agendo direttamente sulla struttura geometrica della molecola stessa e quindi sulle sue caratteristiche chimico, fisiche.

### Tecnologia Brevettata:

I dispositivi elettronici ECODRY alimentati elettricamente emettono impulsi elettromagnetici, a onda lunga, che, associati ad un appropriato campo magnetico variabile e quindi induttore, intervengono nei processi ascensionali e trasversali delle molecole d'acqua all'interno dell'intera struttura muraria. Gli impulsi elettromagnetici si propagano in tutti i muri dell'immobile mediante la continuità muraria delle fondazioni e della pavimentazione, in quanto gli impulsi elettromagnetici non viaggiano via etere (nell'aria).



### Il degrado dei manufatti:

La maggior parte dei fenomeni di degrado rilevabili sulle strutture murarie, sono da ricondurre alla presenza di umidità nelle murature: di risalita dal terreno circostante e sottostante. L'azione dell'acqua, combinata a quella dei sali in essa disciolti, provoca macchie, rigonfiamenti, sfarinamenti, disgregazioni, esfoliazioni e distacchi degli intonaci, nonché disgregazione degli stessi laterizi che costituiscono il manufatto.

I dispositivi ECODRY emettono impulsi elettromagnetici ai quali è associato un adeguato campo magnetico oscillante che, amplificato nei manufatti, genera particolari correnti indotte disturbanti, mentre il campo elettrico fornisce energia di eccitazione alle singole molecole d'acqua; l'energia assorbita crea nelle stesse una importante disarmonia geometrica con conseguente perdita delle più importanti caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua stessa. Con gli impulsi elettromagnetici i dispositivi elettronici ECODRY disturbano l'equilibrio di quelle forze elettro-fisiche alla base di tutti i movimenti naturali che l'acqua è in grado di effettuare tra il suolo e le fondamenta all'interno dell'intera struttura muraria. Questi complessi fenomeni perdono totalmente la loro efficacia!

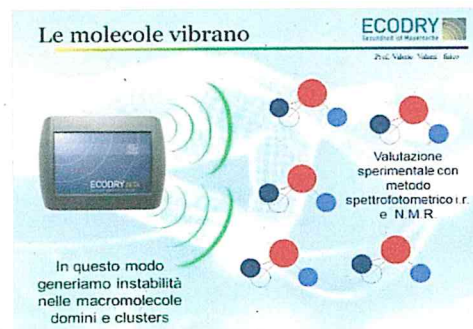
La tecnologia ECODRY si può regolare sul materiale di costruzione e sullo stato dell'immobile. In questo modo il processo di deumidificazione è ottimizzato in relazione alle criticità e le variabili presenti nella struttura muraria da deumidificare di ogni immobile colpito da umidità di risalita capillare.

### Risoluzione Ecodry:

Il primo effetto positivo risulterà l'evaporazione dell'umidità dalla massa muraria in superficie attraverso gli intonaci e pitture, il secondo effetto è il re-instradamento dell'umidità dannosa verso il terreno.

### Discesa e confinamento della umidità nel terreno :

Questo particolare squilibrio indotto annulla le forze di natura elettrochimica ed osmotica che guidano gli spostamenti delle molecole d'acqua all'interno del manufatto. Di conseguenza l'acqua ritorna per caduta libera verso il terreno trascinando con sé anche i sali disciolti in forma ionica. La tecnologia ECODRY è in grado di confinare l'umidità al di sotto del manufatto nel terreno e di mantenerne, una percentuale naturale e fisiologica.



*NB.: per maggiori approfondimenti scientifici sulla tecnologia ECODRY si prega di consultare il sito web a pagina tecnologia*

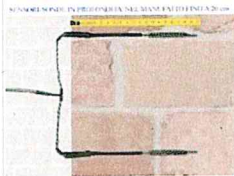
## DIAGNOSTICA a richiesta del committente



### A) Misurazioni termo gravimetriche dell'umidità con il metodo ponderale mediante termobilancia:

Consistono nel misurare l'umidità di campioni murari, prelevati mediante carotaggio e sottoposti al metodo "ponderale" della termobilancia tedesca di marca Kern, effettuate da tecnici Ecodry applicando la normativa UNI. I campioni murari sono prelevati con un trapano elettrico che gira a bassa velocità, allo scopo di non alterarne l'umidità. La termobilancia acquisisce automaticamente i dati-base, determina il peso bagnato ed il peso asciutto e calcola la percentuale di umidità muraria senza interferenze e quindi in modo assolutamente oggettivo.

### B) Monitoraggio costante tendenza discesa umidità nei muri mediante inserimento sensori-sonde nei muri per valutare la conducibilità elettrica nel manufatto:



Verifica dell'umidità nei muri in modalità costante mediante **sensori-sonde** (diametro 7 mm) inseriti nei muri in profondità fino a cm 20, rileviamo quotidianamente la resistenza elettrica del manufatto in rapporto all'umidità presente nei muri. Il valore registrato è in funzione della conducibilità del materiale che dipende di-

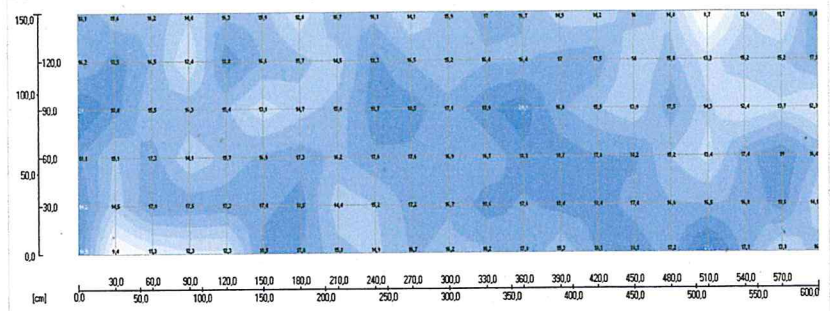


rettamente dalla concentrazione della **soluzione salina**. Tale valore macchina verrà riportato in un apposito grafico sull'asse delle ordinate: l'aumento temporale dimostrerà quindi una costante diminuzione della capacità conduttiva del materiale e quindi dell'umidità presente (cfr. esempio grafico in alto a destra).

I sensori rimarranno in modo permanente nei muri per controlli puntuali e i dati immagazzinati da un data logger a bordo del dispositivo, collegato ai sensori nei muri mediante cavo dati, indi scaricati su PC con report grafico dell'andamento-tendenza dell'umidità presente nei muri e relativa discesa dell'umidità.

### C) INDAGINE in profondità mediante tecnologia a MICRO ONDE non invasiva.

Con l'utilizzo di una apparecchiatura tecnologicamente all'avanguardia, i tecnici Ecodry, sono in grado di fornire una mappatura dei muri umidi tramite un sistema a **micro onde** assolutamente non invasivo. Le sonde sono in grado di operare fino a 12 cm in profondità nei muri, emettono e ricevono fasci di microonde all'interno della struttura muraria. Un particolare elaboratore a loro collegato (tarato sul materiale da costruzione presente), valuta il ritardo del segnale ed elabora in scala cromatica e valore macchina, la quantità di acqua presente. Tale sistema fornisce quindi una mappatura (una griglia) della umidità presente nel muro testato.



Un particolare elaboratore a loro collegato (tarato sul materiale da costruzione presente), valuta il ritardo del segnale ed elabora in scala cromatica e valore macchina, la quantità di acqua presente. Tale sistema fornisce quindi una mappatura (una griglia) della umidità presente nel muro testato.

## INTONACI e PITTURE speciali ECODRY

La nostra società è in grado di fornire prodotti speciali denominati **ECOPOR** (intonaci) ed **ECO-PAIN** (pitture), ideali per il rifacimento di intonaci e pitture di pregio. I prodotti **Ecopor** ed **Ecopaint** consentono una salutare traspirazione dei muri ed impediscono il formarsi di screpolature, ricettacolo di scorie, consentendo però alle pareti di respirare, e quindi, consentire l'evaporazione del vapore acqueo dei muri e contribuire ad una sensazione di benessere. I prodotti **Ecopor** ed **Ecopaint** hanno una incredibile durata e non contengono componenti dannosi alle cose ed alle persone. Essi sono il frutto di anni di studio della chimica tedesca e formano oggetto di brevetto della casa madre Ecodry Systeme GmbH. La nostra direzione commerciale potrà fornirVi ulteriori dettagli, a semplice Vostra richiesta.





## Garanzie deumidificazione muraria Tecnologia D.I.M. diretta interazione molecolare

### Asciugatura dell'umidità muraria da risalita

**1. Raccomandazione preliminare.** ECODRY consiglia di installare la tecnologia prima di ogni restauro e di ogni opera conservativa, al fine di creare la barriera elettromagnetica con lo scopo di arrestare il degrado dell'immobile. L'impiego della tecnologia Ecodry rappresenta, infatti, il primo passo nel processo di risanamento dei locali dalle problematiche legate all'umidità: la sua azione metterà in sicurezza il rifacimento di nuovi intonaci e nuove pitture laddove è in programma il restauro conservativo.

**2. Nota tecnica di base.** I dispositivi elettronici generano particolari impulsi elettromagnetici, regolati sulle caratteristiche del manufatto. Tali impulsi agiscono sulla struttura geometrica delle molecole d'acqua, interne alla muratura, variandone i principali parametri chimico-fisici: in questo modo verrà inibita la risalita dell'acqua, provocandone la discesa e stimolando l'evaporazione. Il metodo Ecodry non prevede alcun intervento invasivo sulla struttura muraria.

**Alimentazione elettrica:** deve avvenire mediante presa di corrente a 10A, distante almeno 30 cm dai dispositivi. La presa ed eventuali cavi di collegamento devono essere installati a cura dell'elettricista del cliente. I dispositivi inoltre devono essere distanti almeno 1 metro da quadri elettrici, contatori elettrici, forni industriali o stufe.

**N.B.** in caso di installazione di un numero superiore a n. 1 dispositivo, per motivi tecnici è necessario attivare i dispositivi contemporaneamente partendo dall'interruttore del quadro elettrico.

Precisiamo che il dispositivo non è da installare su tramezze, contropareti, pannelli in cartongesso, piastrelle o rivestimenti vari, sopra l'architrave delle porte, a ridosso di finestre, di porte o porte-finestre.

**3. Obiettivo.** L'obiettivo che Ecodry si propone con la propria tecnologia è di eliminare l'umidità dannosa. L'umidità dannosa è quella che eccede l'umidità naturale e cioè normale per ogni struttura muraria. Con l'eliminazione dell'umidità dai muri, l'acqua ritorna per caduta verso il terreno trascinando con sé anche i sali disciolti in forma ionica nella massa muraria (eccetto la cristallizzazione salina degli intonaci). Si evita in questo modo la cristallizzazione dei sali all'interno del manufatto, per cui la posa in opera di nuovi intonaci e l'applicazione di pitture non subirà la loro aggressione, salvaguardando in questo modo anche la stabilità della struttura portante. Inoltre, non sarà più necessario potenziare il riscaldamento d'inverno, onde evitare che geli l'acqua nei muri, con beneficio per il comfort e per i costi energetici.

**4. Garanzia tecnica.** Le parti elettroniche che compongono il dispositivo sono garantite per 2 anni dal giorno della sua installazione. Nel caso in cui un qualsiasi componente del dispositivo fornito risulti affetto da vizi di fabbricazione tali da alterare le caratteristiche funzionali del prodotto, Ecodry provvederà alla sua riparazione e/o sostituzione senza che ciò comporti una estensione della garanzia in favore dell'acquirente, il quale dovrà solo farne denuncia per e-mail o fax. Il numero di interventi e la frequenza delle riparazioni potrebbero variare in relazione alle esigenze imposte dal caso specifico e sono rimesse ai tecnici Ecodry. La garanzia tecnica decade nel caso in cui il dispositivo venga danneggiato o venga aperto senza l'assistenza di una persona autorizzata da Ecodry o ne venga modificata la posizione o la regolazione. La Casa produttrice tedesca indica in almeno **20 (venti) anni** la vita utile di un dispositivo, dall'inizio del suo funzionamento. Non occorre manutenzione. Per l'intero processo di deumidificazione ci riserviamo il diritto di: sostituire il tipo di apparecchiatura, modificare le regolazioni dei generatori, installare sistemi aggiuntivi, oppure modificare la posizione dei dispositivi.

**5. Metodo di controllo - Servizi tecnici a richiesta.** Il nostro servizio di deumidificazione prevede controlli a richiesta del processo di deumidificazione e della manutenzione del sistema.

**6. Misurazioni termo gravimetriche dell'umidità con il metodo ponderale e termobilancia.** Consistono nel misurare l'umidità di campioni murari, prelevati mediante carotaggio e sottoposti al metodo "ponderale" della termobilancia tedesca di marca Kern, le misurazioni sono effettuate in modo professionale da tecnici Ecodry. I campioni murari sono prelevati con un trapano elettrico che gira a bassa velocità, allo scopo di non alterarne l'umidità. La bilancia acquisisce automaticamente i dati-base, determina il peso bagnato ed il peso asciutto e calcola la percentuale di umidità muraria senza interferenze e quindi in modo assolutamente oggettivo.



**7. Come si effettuano le misurazioni ordinate dal cliente.** La prima misurazione è eseguita al momento dell'installazione dei dispositivi e costituisce la misurazione base.

La seconda misurazione è eseguita entro 36 mesi e viene confrontata con la precedente, in modo da poter calcolare

la differenza in percentuale. Le misurazioni sono effettuate a richiesta ai fini della verifica dell'abbattimento dell'umidità presente nei muri, tale intervento comporta un costo. In alcuni casi Ecodyr si riserva di eseguire misurazioni intermedie, allo scopo di monitorare lo stato del processo di deumidificazione, per propri fini statistici. Per ognuna delle due fasi - misurazione iniziale e misurazione finale -, vengono valutati i campioni murari prelevati in tre diversi punti dei muri, sia in superficie che in profondità. Si procede quindi alla media aritmetica generale ed al confronto tra le due medie.

I valori sono riportati in una scheda tecnica, poi sottoscritta dalle parti.

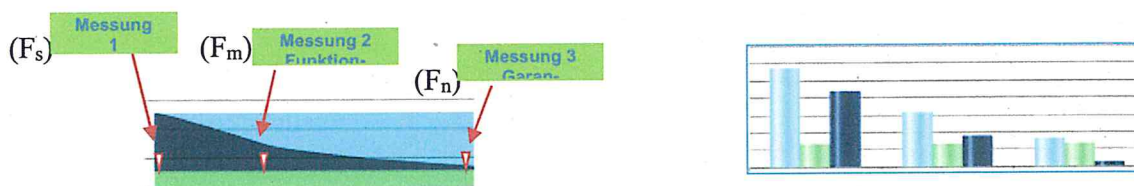
**8. Il tempo di risalita.** L'umidità da risalita è diffusa nelle abitazioni, soprattutto nelle murature in corrispondenza dei piani terreni e interrati ed è causata dal fenomeno della capillarità, ossia la capacità dell'acqua di penetrare dal terreno nelle murature e di propagarsi verso l'alto attraverso i capillari presenti nei materiali, secondo la legge chimico-fisica di Jurin. Il processo di risalita è lentissimo e, quando ci si accorge, sono passati anni dal suo inizio.

### 9. Il tempo di discesa

**Formula: umidità in eccesso = umidità misurata – umidità naturale**

L'umidità fisiologica insopprimibile può andare dal 3% dei piani terra al 4-5% per i piani interrati, ma in genere dipende dalla porosità dei materiali che costituiscono la muratura.

$$F_s = F_m - F_n \text{ Umidità dannosa } (F_s) = \text{umidità misurata } (F_m) - \text{umidità naturale } (F_n)$$



**10. Garanzia di efficienza.** Installata la tecnologia Ecodyr, con la quale si realizza in tempi rapidi lo sbarramento alla risalita dell'umidità dal terreno, inizia la deumidificazione della muratura che avviene per caduta verso il terreno e per evaporazione. I tempi sono variabili in funzione della percentuale di umidità presente nei muri, dei sali, dei materiali che la compongono, del rapporto percentuale tra i medesimi, dello spessore, del tipo di terreno, della esposizione, della ventilazione ed altri fattori fisico-chimici. Sulla base della propria lunga esperienza, Ecodyr valuta approssimativamente in **36 mesi un periodo medio** richiesto dal processo di deumidificazione (vedi note di seguito), la discesa sarà lenta ma costante.

**11. Clausola legale di garanzia.** (Sintesi di quanto illustrato nei precedenti punti da 4 a 10 delle presenti garanzie) ECODRY garantisce che, compatibilmente con il tempo richiesto dalle caratteristiche fisico-chimiche della muratura e del terreno su cui insiste, **l'umidità muraria dannosa sarà completamente eliminata al 100%**. Inoltre, qualora il cliente abbia commissionato la misurazione iniziale (servizi tecnici a richiesta) consentendo così i controlli successivi, egli avrà diritto alla restituzione del prezzo dei dispositivi, se l'umidità da risalita capillare iniziale non sarà scesa **indicativamente del 50%** entro i primi 36 mesi per i piani terra e 36/48 mesi per i piani interrati dalla installazione (vedi formula sopra). In tal caso, i dispositivi saranno disinstallati e ripresi in carico a cura e spese di Ecodyr, secondo le norme fiscali vigenti (art. 26 c. 2° DPR 633/72).

**11. BIS Clausola legale di garanzia per risoluzioni con l'installazione di sonde-sensori murari collegati al dispositivo Zeta III.** (Sintesi di quanto illustrato nei punti da 4 a 10 delle presenti garanzie).

ECODRY garantisce che, compatibilmente con il tempo richiesto dalle caratteristiche fisico-chimiche della muratura e del terreno su cui insiste l'immobile, **l'umidità muraria dannosa sarà completamente eliminata al 100%**.

Il cliente può richiedere l'installazione di sonde-sensori murari: i dati registrati dal dispositivo (valori numerici macchina denominati **HUM**) sono ricavati dalla misurazione della resistenza elettrica tra le due sonde inserite nei muri e collegate via cavo al dispositivo stesso, così da consentire il rilevamento della conducibilità elettrica della soluzione salina e di conseguenza il livello dell'andamento-discesa dell'umidità presente nel manufatto per caduta libera. I dati registrati dalle sonde permettono quindi il monitoraggio costante e continuativo della soluzione salina garantendo al cliente una visione intera del processo di deumidificazione muraria dal momento dell'installazione al momento dello scarico dei dati; lo scarico dei dati dai dispositivi può essere realizzato a richiesta del cliente o ogni qualvolta la società Ecodyr ritenga necessario monitorare il processo di deumidificazione muraria.

Qualora il cliente abbia commissionato l'installazione di **sonde-sensori murari** collegati al dispositivo Zeta III, egli avrà modo (a richiesta) di commissionare lo scarico dati memorizzati dal data logger a bordo del dispositivo, il report grafico e la relazione tecnica. Inoltre, il cliente avrà diritto alla restituzione del prezzo del dispositivo, se il

valore numerico macchina HUM iniziale non sarà salito **indicativamente del 50%** in riferimento ad un valore di fondo scala pari a un massimo di HUM 140. Il valore numerico macchina dovrà aumentare indicativamente del 50% entro i primi 36 mesi per i piani terra e 36/48 mesi per i piani interrati dalla installazione. In caso contrario, i dispositivi saranno disinstallati e ripresi in carico a cura e spese di Ecodry, secondo le norme fiscali vigenti (art. 26 c. 2° DPR 633/72).

#### INSTALLAZIONE della TECNOLOGIA ECODRY

### Note tecniche sul processo di deumidificazione muraria dell'immobile

- 1) **L'obiettivo** dichiarato della tecnologia Ecodry è quello di bloccare ed eliminare l'umidità dannosa che penetra all'interno della struttura muraria mediante la risalita capillare. L'umidità dannosa è quella che eccede l'umidità naturale considerata "fisiologica" per ogni struttura muraria (valutata come tale entro una percentuale del 3% per i muri fuori terra e del 4-5% per i muri contro terra).
- 2) **Successivamente all'installazione** dei dispositivi Ecodry si crea in tempi rapidi una barriera elettromagnetica nei muri in grado di bloccare la risalita dell'umidità dal sottosuolo.
- 3) Nei mesi successivi all'installazione dei dispositivi Ecodry si possono verificare i seguenti fenomeni:
  - un aumento dell'umidità ambientale all'interno dell'immobile, specie se si tratta di piani interrati, in quanto l'umidità si porta in evaporazione sulla superficie del paramento murario per disperdersi successivamente nell'ambiente. Un'elevata percentuale di umidità ambientale ostacola l'evaporazione dell'acqua dalla struttura muraria per cui si consiglia di favorirne lo smaltimento mediante **la ventilazione naturale o forzata** mediante estrattori ventole dei locali;
  - con il progredire della deumidificazione del manufatto, dovuta allo "sbarramento elettromagnetico", possono verificarsi nuove manifestazioni di efflorescenze saline sulla superficie dell'intonaco: esse sono causate dall'inizio asciugatura dei muri, ovvero per la cristallizzazione dei sali che avviene in seguito all'evaporazione dell'umidità in superficie.

La cristallizzazione salina è un fatto positivo solo se avviene lentamente e soprattutto in superficie, dove le efflorescenze possono essere rimosse semplicemente **spazzolando a secco** o con tecniche specifiche. Nel caso in cui l'evaporazione si compia troppo rapidamente, la cristallizzazione avviene all'interno del manufatto (sub-efflorescenza) con conseguenze deleterie per le murature. In conseguenza di ciò consigliamo di evitare tutti quegli interventi che possono provocare un aumento repentino del fattore evaporativo con conseguente formazione di sub-efflorescenze all'interno della massa muraria (per esempio, la stonatura prima della discesa dell'umidità nei muri).

**N.B. questi fenomeni confermano l'asciugatura dei muri, i tempi possono essere standard-medi o lunghi in relazione alla quantità d'acqua presente nei muri e alle altre condizioni elencate al punto 5.**

- 4) **La presenza di contro-pareti** - soprattutto quelle non areate o non correttamente areate - realizzate a ridosso di muri che presentano queste caratteristiche (condensazione + risalita), bloccano l'evaporazione dell'umidità all'interno della camera d'aria che si crea dietro la contro-parete stessa, provoca il fenomeno della **condensazione interstiziale**. Tra le condizioni che favoriscono questo fenomeno abbiamo i muri contro-terra (piani interrati o seminterrati), le pareti fuori terra rivestite con materiali che impediscono la naturale traspirazione della struttura muraria (marmo, pietra, cemento, pitture sintetiche ecc.) e la realizzazione di cappotti esterni. In tutti questi casi l'umidità, in particolare quella dovuta alla risalita in atto, non potendo evaporare verso l'esterno trova come unica via di fuga il lato interno dei locali andando poi ad accumularsi all'interno dell'intercapedine.

Si hanno, pertanto, due tipi di condensazione: quella **superficiale**, quando il vapore condensa sulla superficie del paramento murario e quella **interstiziale**, quando il vapore condensa all'interno dell'intercapedine che si crea tra il muro umido e la contro-parete. Entrambi possono essere eliminate sia intervenendo direttamente sulla risalita dell'umidità per bloccarla ed eliminarla sia mediante una corretta areazione - naturale o artificiale - all'interno dell'intercapedine (quando possibile) ed all'interno dei locali stessi.

- 5) **I tempi di discesa dell'umidità di risalita** presente nei muri dipendono da numerose **variabili**:

- a. percentuale di umidità presente nei muri;
- b. quantità di sali presenti nel manufatto e nel terreno e loro tipologia;
- c. composizione e caratteristiche fisico-chimiche del manufatto (per esempio tipo di materiale: mattoni, pietra arenaria o calcarea, tufo, spessore murario, cappotto su pareti, muri a sacco, calcestruzzo, cemento armato, ecc.);
- d. intonaco non traspirante (cementizio oppure prodotto non traspirante; finitura a gesso materiale altamente igroscopico, assorbe l'umidità dall'ambiente, ecc.). In caso di necessità il rifacimento degli intonaci è

consigliabile non prima di 30/36 mesi dall'installazione.

- e. pitture non traspiranti;
- f. zoccolature esterne (lastre di pietra, di marmo, stollato in cemento) e rivestimenti vari;
- g. condizioni ambientali e meteoriche (per esempio alluvioni o precipitazioni eccezionali).
- h. tipologie di terreno (geologica e idrogeologica), a fronte della complessità della natura del terreno (composizione geotecnica) spesso di difficile indagine (non rilevabile in sede di sopralluogo se non per mezzo di costose indagini specialistiche), indichiamo preventivamente che, nei suoli poco permeabili e/o impermeabili o con deflusso lento delle acque, condizioni tali per cui il sottosuolo circostante le fondazioni è caratterizzato da scarsa areazione e difficile drenaggio, la discesa dell'umidità dalle murature potrebbe subire tempi più lunghi.

ECODRY *garantisce che l'umidità muraria dannosa sarà completamente eliminata* nei tempi precisati (vedi Garanzie). Ciò vale nei casi in cui le variabili sopra indicate non presentino condizioni eccezionali o nel caso in cui tali eccezioni - per forza di causa maggiore non imputabili ai tecnici Ecody - non risultino individuabili in sede di sopralluogo.

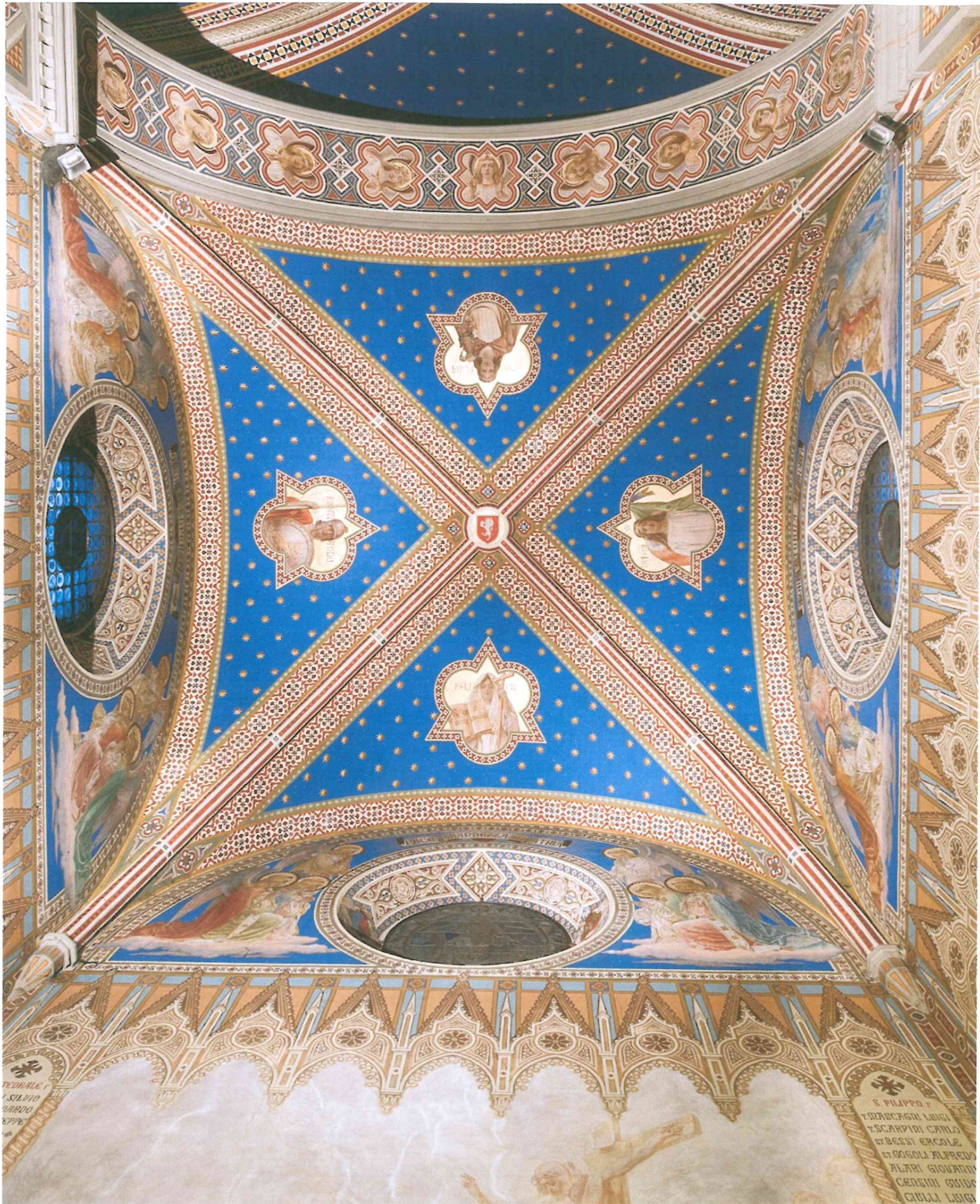
Per favorire la discesa dell'umidità muraria dove avviene con difficoltà, nei casi più gravi, consigliamo di rimuovere gli intonaci, in particolare le porzioni ammalorate-degradate, dal piano calpestio almeno fino a 30/50 cm d'altezza dopo 18/24 mesi dall'installazione dei dispositivi Ecody, al fine di permettere una deumidificazione senza difficoltà-barriere.

6) *Falda acquifera superficiale a ridosso delle fondazioni o infiltrazioni d'acqua diretta* (causate da precipitazioni eccezionali, allagamenti, perdite impianti ecc.). Grazie alla ormai quarantennale esperienza di Ecody, i nostri specialisti si sono confrontati con casi, progressivamente sempre più frequenti, correlati ai valori anomali delle precipitazioni meteoriche. Confrontando ed incrociando dati sperimentali di diversa natura (valori misurazioni, utilizzo dei dati precipitazioni meteo ufficiali forniti dall'Arpa, profondità delle falde acquifere, lettura dei dati sensori Ecody inseriti nei muri), la nostra azienda è giunta alla seguente determinazione: in caso di infiltrazioni eccezionali, come sopra descritte, la tecnologia Ecody non blocca l'ingresso dell'acqua nell'immobile, tuttavia l'elettromagnetismo generato dai dispositivi Ecody, agisce direttamente sulla struttura molecolare **dell'acqua d'infiltrazione nel manufatto** aumentando il suo grado di **ipotonicità** (scarso contenuto salino): decrescendo quindi la percentuale di sali disciolti contenuti nella soluzione salina, diminuisce anche quantitativamente il fenomeno della cristallizzazione - conseguente l'evaporazione dell'acqua - che rappresenta la causa principale dei danni apportati alla struttura muraria del manufatto e che colpiscono in particolare gli intonaci e le pitture. Riteniamo doveroso precisare che l'acqua che impregna il manufatto per infiltrazioni dirette ha sullo stesso un impatto chimico-fisico difficilmente prevedibile e quantificabile, a tal proposito consigliamo una verifica per escludere eventuali infiltrazioni, perdite da tubazioni ecc.

Gli impulsi emessi dai dispositivi Ecody risultano, comunque, efficaci e sono in grado di far fronte, pur con un inevitabile ma contenuto allungamento dei tempi di azione, anche al repentino e anomalo ingresso nelle murature di quantità d'acqua di natura "secondaria".

**Firma cliente per presa visione**

# IL RESTAURO DELLE PITTURE MURALI





## *Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo*

OPIFICIO DELLE PIETRE DURE - FIRENZE

Settore Restauro Pitture Murali

**Resoconto del sopralluogo a Cortona (AR)**

**Cappella dei Caduti nella Basilica di Santa Margherita**

**9 novembre 2016**



Il sopralluogo era motivato dalla richiesta da parte dell'Associazione per il Recupero e la Valorizzazione degli Organi Storici di Cortona (con me l'arch. P. Vaccaro e l'ing. G. C. Ristori per l'Associazione) di prendere visione della cappella votiva dei Caduti nella Basilica di Santa Margherita per suggerire i possibili passi conservativi. La cappella si trova sul lato sinistro della chiesa, è perciò cioè rivolta a nord-est. La muratura è in pietra e non presenta alcun intonaco di rivestimento esterno, similmente al resto della Basilica.

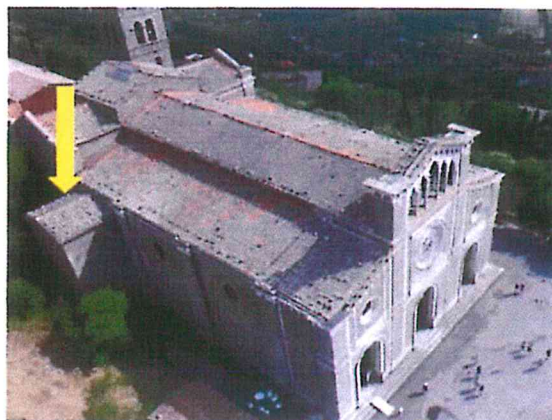
La sua costruzione si deve all'iniziativa del vescovo di Cortona, mons. Baldetti, che nel 1917 inaugurava la posa della prima pietra per onorare i Cortonesi che sarebbero morti nella Prima Guerra Mondiale. L'opera verrà terminata nel 1918 per essere poi decorata all'interno.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Le informazioni sono prese dall'articolo apparso su "L'Etruria" n. 17, 2016 a firma di Gian Carlo Ristori. In realtà ospiterà anche la memoria dei soldati morti in un incidente ferroviario accaduto alla stazione di Cortona nel 1916 e poi altri successivi delle guerre del Ventennio.

La cappella riporta quindi lungo le pareti laterali e in tutto il basamento una serie assai cospicua di nomi dei caduti della guerra, indicandone la provenienza. Questa sequenza è collocata ordinatamente in lapidi impaginate da pilastri e cornici dipinte (fig.1). L'arco d'ingresso, le lunette delle pareti e la volta recano figure di Angeli, Allegorie e Santi, mentre sulla parete più ampia del fondo il pittore **Oswaldo Bignami**

(Lodi 1856-Civate 1936) raffigura nel 1920 (firmato e datato) santa Margherita, stante su uno sprone di roccia e di fronte all'apparizione del Crocifisso, in atto di intercedere per i militi. Attorno a lei varie figure di soldati e dei devoti; sullo sfondo la città di Cortona (fig.2).

All'interno la cappella appare tutto sommato in buone condizioni conservative se si



eccettua un'evidente fenomeno di risalita capillare che si concentra nella parete di fondo in basso, proprio quella cioè a contatto con il pendio esterno della collina che si addossa ad una buona porzione di muro, con un prolungamento anche in quelle limitrofe, e a qualche fenomeno di degrado sulla decorazione pittorica della zona soprastante che però non è dovuto alla stessa causa.



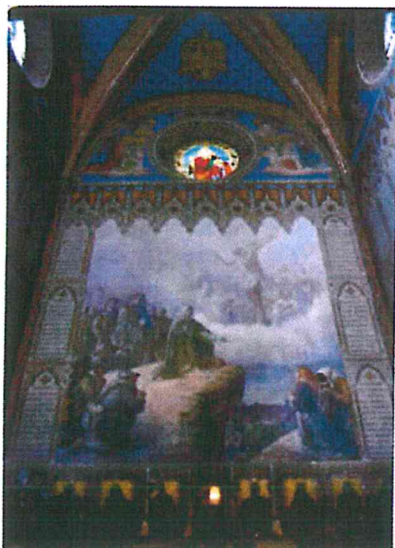
Della situazione di risalita capillare l'origine si trova proprio nel banco di roccia su cui appoggia la costruzione da cui proviene probabilmente dell'acqua liquida fino alla base della muratura. Il primo provvedimento dovrebbe perciò essere l'interruzione della risalita, o interrompendo a

monte l'afflusso di acqua, o facendo sì che alla base delle pareti si crei una barriera alla risalita; magari rimuovendo le attuali cornici e lasciando asciugare la muratura.

Il fenomeno ha prodotto e continua a produrre sulla superficie efflorescenze saline che portano alla scomparsa di qualche nome dei caduti ricordati e il processo è evidentemente di antica data, vista la presenza di varie e poco accurate integrazioni nella tinta del basamento e nella scrittura dei nomi. Si potrebbero eseguire alcune prove di rimozione delle varie e grossolane ridipinture

presenti nel basamento per verificare l'esistenza dello strato originale; se questo non fosse più presente consiglieri il rifacimento dell'intonaco, per eliminare l'attuale inquinato dai Sali, e la riproposizione dei nomi ivi scritti.

Anche la pietra dell'altare appare degradata per questo stesso fenomeno a conferma che l'acqua ha un grande potenziale di danno.



La grande scena del Bignami rappresenta un caso tecnico a sé stante nella cappella, infatti sembra che l'esecuzione delle parti decorative di minor impegno sia dovuta a pittori di vena più decorativa che usano una tecnica probabilmente a tempera su intonaco ruvido, mentre qui l'intonaco è più liscio e la composizione viene tradotta dai cartoni mediante spolvero poi ribadito con l'incisione grazie a una punta graffiata nell'intonaco (figg3 e 4). Si vedono anche dal basso alcuni confini di giornata e tutto ciò fa pensare che si tratti di una pittura condotta con l'intenzione di avere perlomeno una base a fresco.

Sono evidenti i segni di un passato intervento di restauro che ha riparato una serie di fratture diagonali lungo la superficie e nascosto con il ritocco le lacune corrispondenti. In alcuni casi il ritocco si presenta sotto forma di integrazioni mimetiche (il soldato in basso a sinistra. fig.5), altre come una serie di linee che paiono invece ispirate a criteri più aggiornati di ritocco. Confidiamo nei dati di archivio per chiarire la consistenza e l'epoca di questo intervento.

Oggi possiamo notare anche dal basso molte di queste fratture perché hanno un alone biancastro (fig.6) e in luce radente si nota in qualche zona un effetto di schiacciamento tra le parti che ha prodotto la sconnessione di frammenti (fig.7). Sembrano anche presenti alcuni piccoli sollevamenti



e in alto qualche lacuna dell'intonaco dovuta ai bottaccioni.



In questo caso sarebbe necessario compiere una perlustrazione ravvicinata e puntuale della superficie per valutare lo stato dell'intonaco lungo le fratture, se cioè sono presenti dei distacchi, e appurare la ragione per cui le fratture sono così chiare.

A prima vista potrebbe trattarsi semplicemente di un degrado del ritocco fatto a suo tempo, oppure essere una conseguenza della fuoriuscita di sali. La parete esposta a nord comunque potrebbe essere una sede di possibile condensa dell'acqua durante la notte, quando la parete diventa più fredda, e ciò potrebbe essere la causa della rovina del ritocco sulle stucature.

L'occasione del controllo e della sistemazione delle fratture e del ritocco potrebbe coincidere anche con una spolveratura del dipinto che presenta dei depositi di polvere.

In conclusione sarebbe opportuno innanzitutto verificare la quota raggiunta dallo scavo che già esiste nella zona retrostante alla cappella (fig. 8) per capire come risolvere efficacemente l'isolamento della muratura dall'umidità di risalita. Una ditta edile specializzata nel restauro architettonico potrà eseguire l'eventuale inserimento di barriere polimeriche all'interno della sezione del muro, evitando nelle operazioni di perforazione, sconnessioni o vibrazioni eccessive che potrebbero danneggiare gli intonaci dipinti del rivestimento interno. Solo dopo aver fatto questa operazione si può pensare alla sistemazione del basamento, ma nel frattempo si consiglia lo smantellamento delle cornici più basse, perlomeno nella parete di fondo e nel primo metro di quelle laterali, per agevolare l'asciugatura e la fuoriuscita dei sali.

Per la pittura l'intervento di una ditta di restauro qualificata potrà eseguire il controllo ravvicinato della stabilità degli intonaci lungo le fratture, eseguire alcune piccole fermature della pellicola pittorica e alcune stucature, riparare i fenomeni di alterazione del vecchio ritocco pittorico - rimuovendo i ritocchi alterati, ripulendo meglio le stucature e rifacendo l'integrazione del colore perso- e spolverare tutta la superficie. Data l'entità dei fenomeni le operazioni potrebbero richiedere il lavoro di un operatore per circa due mesi, a meno che non si rivelino altri fenomeni da me ora non previsti.

Il progetto dettagliato e definitivo, la scelta delle ditte e la verifica della buona esecuzione sarà a cura della locale Soprintendenza e dei proprietari della cappella<sup>2</sup>.

**Maria Rosa Lanfranchi**

Funzionario restauratore  
Settore Pitture Murali e Stucchi

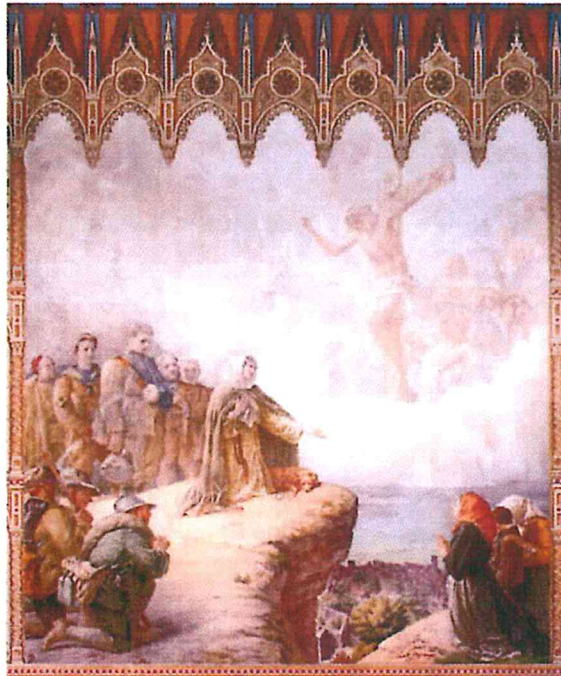
---

<sup>2</sup> La Basilica appartiene alla Diocesi di Arezzo.

CORREDO FOTOGRAFICO (fotografo Ristori; Cortona)



1 veduta generale dell'interno della cappella dei Caduti, Basilica di Santa Margherita a Cortona. 1917-20



2 Osvaldo Bignami, Basilica di Santa Margherita a Cortona; cappella dei Caduti: *Santa Margherita intercede per il popolo di Cortona* (1920).



3 Particolare della mano della Santa in cui è evidente l'incisione diretta di una punta nell'intonaco per il disegno



4 Particolare della borraccia del soldato in basso a sinistra in cui è evidente l'incisione diretta di una punta nell'intonaco che segue un primo tracciato realizzato a spolvero



5 Particolare del soldato in basso a sinistra in cui è evidente il rifacimento mimetico, oggi alterato, della veste.



6 Particolare dell'ufficiale dietro la Santa: si veda la stuccatura che chiude una frattura evidentemente oggi senza alcun ritocco



7 Particolare della figura in basso a destra della scena: si veda la sconnessione tra i frammenti dell'intonaco segno di un schiacciamento tra le parti contigue.



8 intercapedine retrostante la base della cappella dei Caduti a Cortona.