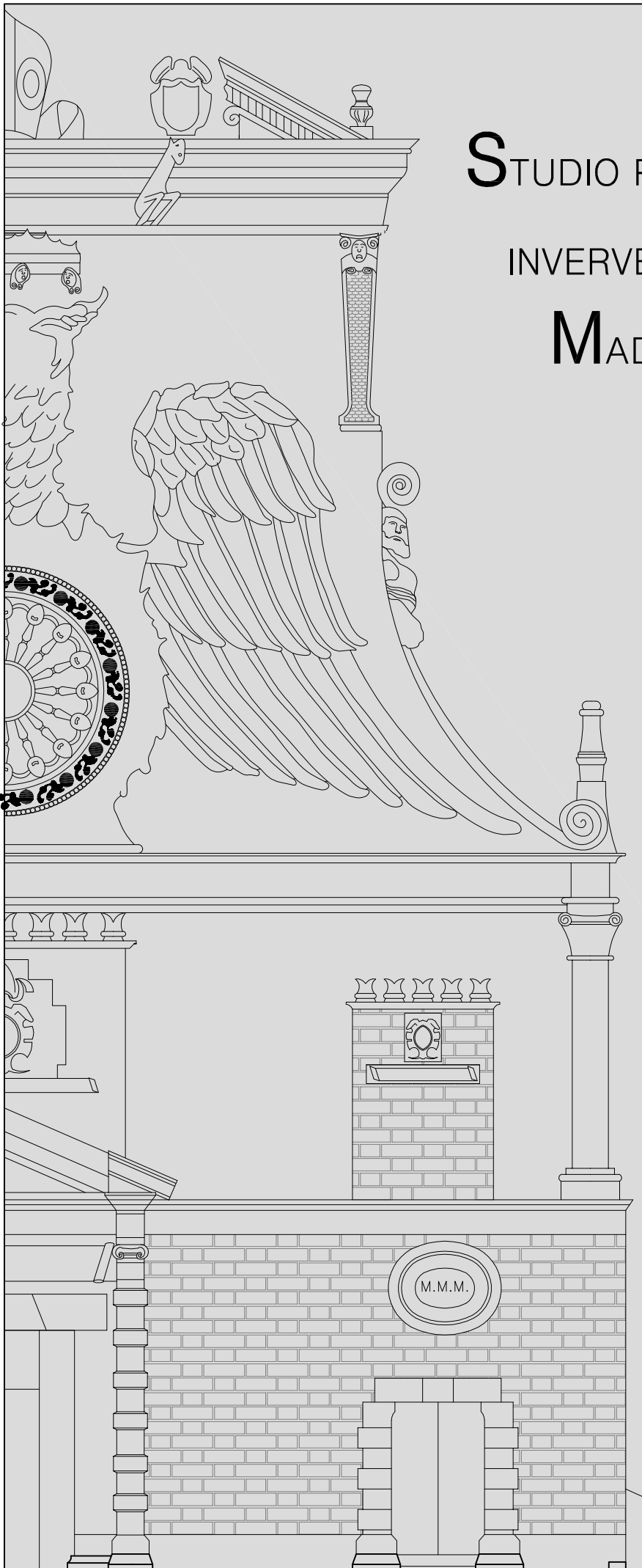


STUDIO PREVIO E PROGETTO DI
INVERVENTO DEL **S**ANTUARIO
MADONNA DELLE **G**RAZIE



POLITECNICO DI **B**ARI

CORSO DI LAUREA DI ARCHITETTURA–A.A.2014/2015

LABORATORIO DI LAUREA: Santuario Madonna delle Grazie

RELATORE: Prof.Giacomo MARTINES
Prof.Carmelo TORRE

–Daiana ID BETAN SCHAER

INDICE

I. CAPITOLO . INQUADRAMENTO.....	3
1.1. INQUADRAMENTO STORICO	4
1.1.1. SANTUARIO MADONNA DELLE GRAZIE	4
1.1.2. CHIESA IN ABBANDONO	5
1.1.3. LA PRIMA RISTRUTTURAZIONE	6
1.1.4. ALTRE MODIFICHE	8
1.2. INQUADRAMENTO URBANÍSTICO	10
1.2.1. POSIZIONE DEL SANTUARIO	10
II. CAPITOLO . STATO ATTUALE CHIESA.....	13
2.1 INTERPRETAZIONE DELLE PATOLOGIE	14
2.2 PIANI E REPORTAGE FOTOGRAFICO	15
III. CAPITOLO . ANALISI MATERIALI.....	22
IV. CAPITOLO . DIAGNOSTICA	28
4.1. INDAGINE IN FORO	29
4.1.1 MESSA IN LUCE DEI PRECEDENTI INTERVENTI DI CUCITURA ARMATA.....	29
4.1.2.1. Generalità sulla metodologia.....	30
4.1.2.2. Premessa e metodologia di lavoro.....	30
4.1.2.3. Raccolta di dalti.....	33
4.2 INDAGINE SONICA	40
4.2.1. GENERALITÀ SULLA METODOLOGIA	40
4.2.2. PREMESSA E METODOLOGIA DI LAVORO	41
4.2.3. PRE ANALISI DEI DATI	44
4.2.4. REPRESENTAZIONE 3D DELLE LESIONI	57
4.3. INDAGINE TERMOGRAFICA.....	62
4.3.1. GENERALITÀ SULLA METODOLOGIA	62
4.3.2. PREMESSA E METODOLOGIA DI LAVORO	63
4.3.3. RACCOLTA DI DATI.....	63
V. CAPITOLO . QUADRO FESSURATIVO	81
5.1. INTERPRETAZIONE DEL CINEMATISMI.....	83
5.2. MAPPATURA FESSURATIVA	84

VI. CAPITOLO . MAPPATURA DEGRADI	90
VII. CAPITOLO . PROGETTO DI INTERVENTI	107
7.1. PREMESSA.....	108
7.2. CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE	108
7.2.1. INIEZIONE PER REGENERAZIONE DEL NUCLEO	108
7.2.2. TIROFONDI NEI MURI DI SPINA	113
7.2.3. CUCITURE ARMATE	117
7.3. UMIDIFICAZIONE	120
7.3.1. SCANNAFOSSO	120
VIII. CAPITOLO . ADEGUAMENTO LITURGICO.....	126
8.1. ELEMENTI ECCLESIASTICI.....	129

I. CAPITOLO. INQUADRAMENTO

1.1. INQUADRAMENTO STORICO

1.1.1. SANTUARIO MADONNA DELLE GRAZIE

L'origine di questo santuario è documentata nell' Archivio Segreto Vaticano, nel quale è presente una "Relatio ad Limina" del Mons. Vincenzo Giustiniano che descrive lo stato del sito come segue:

"Esisteva un tempo, fuori le mura delle città, una cappella campestre, nella quale, effigiata alla parete c'era l'immagine della Vergine, Madre de Dio, denominata: Santa Maria della Gratia, presso la quale tutti i sabati, grande diveniva l'affluenza del popolo per la guarigione a moltissimi resa, di cui la fama elebra era presso tutti. (Il Vescovo) più vicino alla città la trasferì e trasportò l'effigie con lo stesso muro, (oggi si vede a sinistra di chi guarda l'altare maggiore, sul muro l'effigie della Madonna, del 1500) secondo l'uso ecclesiastico, nella maniera più decorosa possibile, e in onore della Santissima Vergine una magnifica-insigne- chiesa dalle fondamenta eresse e con molte cappelle rifinite la adornò...edificato inoltre un Palazzo abbastanza comodo per l'abitazione del Vescovo accanto alla stessa Chiesa, perciò non solo della città, ma anche di tutta la Provincia verso la Santa Immagine venne crescendo la devozione.."

così Mons. Vincenzo Giustiniani¹ scriveva alla Santa sede (cfr Archivio Segreto Vaticano, carta 374 A, scritto il 2 Agosto 1612, documento riportato nella cartella a "fol.22,retro"



Mons. Vincenzo
Giustiniano
Fonte esterna

Nel **1602**, richiesta di Giustiniani la Santa sede ordinò la costruzione del Santuario per destinarlo tra l'altro a residenza estiva del Vescovo e dei seminaristi, il posto era fuori le mura della città (sul sito della già menzionata antica cappella), circondato da verde prato e silenzio; -La posizione è stata dettata dalla idea che questo dovesse essere facilmente visibile da qualsiasi punto della città. L'impostazione dell'aula "ad instar Cathedralis" (come la Cattedrale), doveva essere a tre navate, per favorire la devozione popolare, con presbiterio



Rosone della facciata principale
Fonte: Elaborazione propria

¹ Vincenzo Giustiniani, cardinale, nato a una isola vicina alle coste dell'Asia Minore, la sua famiglia aveva dato alla Chiesa sei Vescovi, tutti destinati a sedi italiane. Vincenzo col fratello Marco Antonio raggiunsero prima Genova e poi Torino, presso lo zio Vescovo Angelo Giustiniani. Qui Vincenzo studiò, "eccelse nella grazia e nelle lingue e si laureò pure in legge": fu sacerdote pio e dotto, scrittore e vicario del Card. Benedetto Giustiniani, "in legatione Marchiae".

corrispondente all'ampiezza della navata centrale e le navatelle laterali di ampiezza pari alla metà della navata centrale, (di fatto sostituire già nella primigenia realizzazione) da capelle. Una facciata liscia solo al centro, un rosone fatto di mazzaro. Dentro, al centro del presbiterio, un grande altare al centro, un arco di trionfo fatto di tufi. Dietro il Coro, una stanza per la sacrestia.



Gravina. Facciata Santuario Madonna delle Grazie (Data non rivelata)

Immagine estratta del libro "Madonna Della Grazia". Patrona di Gravina è La Madre di Tutte Le Grazie. Angelo Casino.

1.1.2. CHIESA IN ABBANDONO

Il 3 ottobre 1614 all'età di 64 anni morì Vincenzo Giustiniano, il cui successore fu Mons. Fr. Agostino Cassandra da Castelfidardo. Un Vescovo attento e pratico. Si rese conto della situazione religiosa della sua nuova Diocesi, e si accorse che "l'Insigne Tempio" di Santa Maria della Grazia non era ancora completo. Mancavano i fondi. Giustiniano affidò la cura pastorale al Capitolo, il quale non aveva fondi per portare a termine le opere. Lentamente il santuario cadde in disuso sino ad abbandonarlo a pochi anni dalla morte del fondatore.

Il Capitolo Cattedrale, riunito in assemblea, venne a conoscenza, tramite l'arcidiacono Amati, di una "certa lettera venutali dalla Sacra Congregazione et ordinò di leggere in Capitolo dale Cancellire, et quella lettera conteneva duoi capi.

Il primo dove detta Congregazione ordinava a detto Monsignore Rev. Mo che persuadesse il Capitolo di concedere la Chiesa di S.Maria della Grazia alli frati di S. Agostino, chiesa di esso capitolo, che recevesse li voti secreti.

Il secondo che quando al suddetto Capitolo non piacesse di concedere la suddetta chiesa alli suddetti frati, in tal caso il Rev. Mo non permettesse che la fabrica di detta chiesa non caminasse inanti et che dalli frutti et intrate di detta chiesa di S.Maria della Grazia si fabbricasse. Le votazione fu negativa, al primo capo 14 no e 2 sì. E il secondo non fu altrimenti votato.”In data 15 luglio 1622, il Capitolo venne convocato dall’ Arcidiacono Amati per la “defensione di esso Capitolo sopra il precetto et sequestro dell’intrate di S. Maria della Grazia per continuatione della fabbrica da Mons. Rev. Mo in virtù della lettera della Sacra Congregazione, si deputassero alcuni Canonici per difendere le ragioni del Capitolo-, non essendo d’obbligo a far fabbrica, ma solo conservarla nello stato gli è stata lasciata dalla buona memoria del Giustiniano il quale per la sua devotione fece fabbricare di proprie spese” (A.V.G. Instrumenta Varia I K 4 Fo.179, Anno luglio 1622).

1.1.3. LA PRIMA RISTRUTTURAZIONE

Nel **1652** avvennero i primi interventi di recupero and opera del Vescovo Cennini che fecero voltare pagina su quella “vergogna ecclesiale”, alterano l’impostazione originale dell’impianto, consisteva nel ridurre la volta del presbiterio con volta di tufi, fece costruire un arco a tutto sesto, e chiuse così quattro cappelle laterali e coprì quattro medaglioni degli Apostoli. Il prospetto, ripartito in tre ordini da cornici marcapiano.

Il primo ordine, con paramento in bugnato di tufi, accoglie tre portali architravati. Sulle due porte laterali sono situati due medaglioni nel cui campo sono incise tre P sulla sinistrae tre M, sulla destra:



P [ROPRIA] P [ECUNIA] P[OSUIT]
=Realizzato con risorse proprie.

Fonte: Elaborazione propria



M [ARIAE] M[ATRI]M [ISERICORDIAE]
=Maria, Madre della Misericordia.

Fonte: Elaborazione propria

Sopra de la porta centrale d'ingresso, la trabeazione riporta la seguente iscrizione:

“S. Mariae Gratiarum Matri Deiparae, Eps. Gravinen, Vicentius Jutinianus Genuensis, ex Condominis Chii, a Fundamentis Erexit 1602. Si intendere come, A Santa Maria delle Grazie, Madre di Dio, il Vescovo di Gravina, Vincenzo Giustiniani, dalla discendenza di Chio, eresse (questa Chiesa) dalle fondamenta.

Aldi sopra dell'architrave della porta centrale si trova un timpano triangolare con cornicioni spioventi laterali che chiudono la corsa della trabeazione. Nell'interno di detto timpano è incisa la frase:

Per Fidem-Spem-Et Charitatem=Grazie alla Fede, alla Speranza, alla Carità.



Porta centrale d'ingresso di fusta

Fonte esterna

Nel secondo ordine campeggia una torre bugnata, che presenta al centro, uno scudo di mazzaro lavorato, sostenuto da angeli alati, in movimento. Lo scudo presenta ornamenti di gusto ancora cinquecentesco che riproducono, a rilievo, lo stemma del Vescovo. In corrispondenza delle due porte laterali sono presenti due torri minori, anche esse con uno scudo al centro.



Torre centrale

Fonte: Elaborazione propria

Il terzo ordine è fasciato da un cornicione trabeato di tufo sedimentario compatto scolpito, con gocciolatoio a gutte la scritta:

“Sicut Aquila provocans ad volandum pullos suos et super eos volitans expandit alas suas et portat eos”. (Deut. 32.11) = Come l'aquila che veglia la sua nidiata, che vola sopra i suoi nati, e spiega le sue ali e li porta.

Due semivolute laterali danno movimento alle piccole torrette e pinnacolo che sovrastano le lesene del primo ordine. Al centro un rosone a protiro circolanti due teste di angeli alati e due puttini, intervallati da rosette ornamentali con tralci di viti e forme vegetali. La raggiera, divisa in sedici reparti con robuste colonnine, di fattura seicentesca e con capitelli che uniscono gli archi tra di loro, al centro, un medaglione riproduce il Buon Pastore.



Mitra sulla sommità della facciata del Santuario "Madonna delle Grazie"
Fonte: Elaborazione propria

L'ultimo cornicione con la fascia marcapiano con modanature barocche: rosette, teste di animali, accenni floreali. La fascia è interrotta da due cavalli rampanti. Alla sommità della facciata, al centro, una grande mitra, ornata da pezzi di vetro rotondo, che ai raggi del sole luccicano con prestigioso effetto.

Le due infule ai lati sono ripiegate. A destra, lo stemma di Gravina: spighe di grano e grappoli di uva, a sinistra, lo stemma di casa Orsini, poco decifrabile per l'usura del tempo.

1.1.4. ALTRE MODIFICHE

Al di sopra del bugnato della parte basamentale si ergono tre torri sormontate, nell'elevato della facciata, da un'aquila ad ali spiegate con una corona regale che riporta di pezzi di vetri policromi incastonati nel tufo. Il rilievo a forma di Aquila che risale al 1710, riproduce lo stemma di famiglia del vescovo. Il Corpo dell'aquila è interrotto dall'apertura del rosone.



Elevato con aquila e campanile
Fonte: Elaborazione propria

La costruzione di un campanile a vela sul lato sinistro della facciata risale al **1841**, come riportato sul davanzale del fornice della campana: "A.D. MDCLII. A *devozione dei Divoti*". Si presenta con una balconata di sapore borrominiano, poggiante su due colonne sagomate che racchiudono il complesso definito da un cornicione. Il terminale centrale che svetta è riccamente lavorato come a voler esaltare l'altezza di tutto il complesso.

Negli ultimi anni, tra il **1996** e il **1997** la facciata è stata restaurata e ripulita.



Il Santuario agli inizi del 1900



Interno del Santuario, così sino al 16 dicembre 1980

Il 23 di novembre di **1980**, un terremoto con epicentro l'Irpinia ha causato importanti danni alla chiesa, la facciata, l'aquila, tutto il muro di prospetto era staccato dal corpo della costruzione con lesioni passanti di ampiezza tale da traguardare la luce esterna. L'architetto responsabile per conto della Soprintendenza dei Beni Culturali Ambientali di Bari responsabile per il restauro fu Marcello Benedettelli, della Soprintendenza, a seguito dei lavori di sola conservazione e riaggiungimento delle murature con iniezioni armate, la chiesa fu riaperta e consacrata la sera del 16 dicembre de 1989, dal Mons. Tarcisio Pisani.



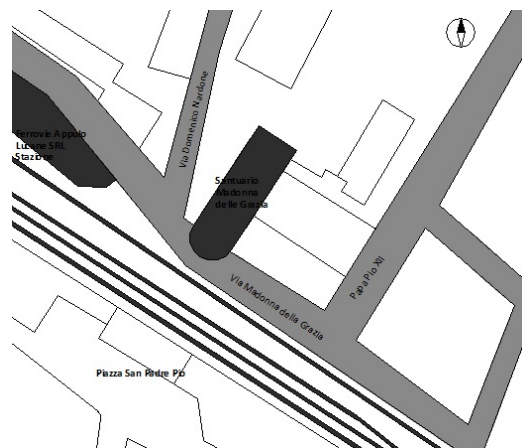
Gravina-Santuario Madonna delle Grazie-Interno

Immagine estratta del libro "Madonna Della Grazia".
Patrona di Gravina è La Madre di Tutte Le Grazie.
Angelo Casino.

1.2. INQUADRAMENTO URBANISTICO

1.2.1. POSIZIONE DEL SANTUARIO

Il Santuario si trova tra le vie: Madonna delle Grazie e via Domenico Nardone, fuori della cinta muraria di Gravina di Puglia in provincia di Bari, nei pressi della stazione delle ferrovie Apulo – Lucane. In un'area oggi periferica della città e, fino a poche decine di anni orsono, in aperta campagna.



Fonte: Elaborazione propria

Tuttavia, già dal trasferimento nel 1602 nella cappella campestre fuori le mura della città (al posto della quale oggi troviamo il Santuario) del'immagine della Vergine, denominata "Santa Maria delle Grazie" ogni sabato una gran quantità di fedeli si recava qui per pregare.

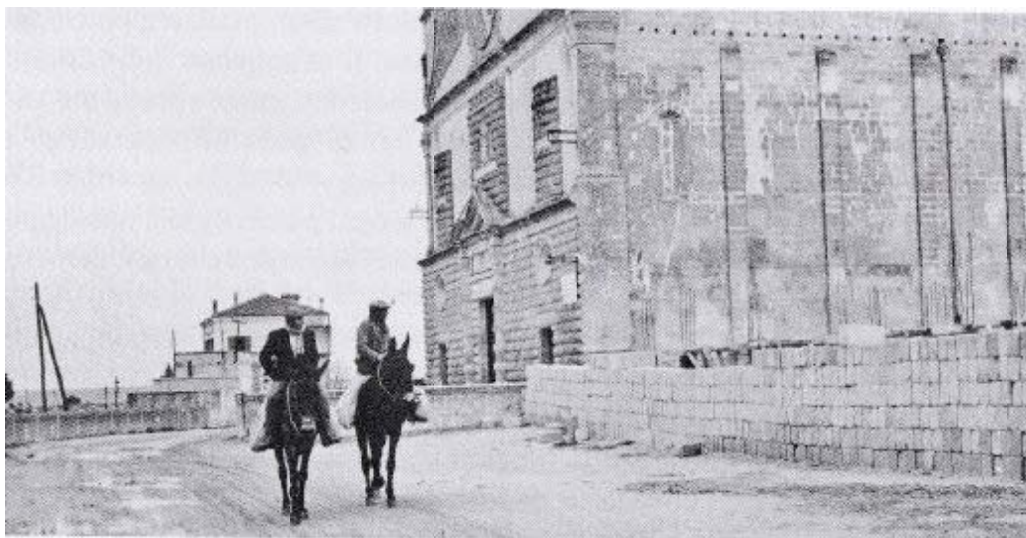
Nel 1891 fu inaugurata la stazione di Gravina in Puglia, questo fatto ha determinato l'insorgere di un nuovo problema per la fabbrica, legato alle vibrazioni che il passaggio dei treni trasmette al terreno, e quindi alla fondazione della chiesa, ed in particolare alla facciata, questa continua variazione dello stato di equilibrio è la più probabile causa delle fessurazioni oggi apprezzabili sui cantonali e sulle porzioni laterali della facciata principale.



Fonte esterna: Google Maps



Gravina- Stazione Ferroviaria e Santuario Madonna delle Grazie-Anno 1900



Di passaggio al Santuario prima di recarsi al lavoro nei campi-Anno 1960

Immagini estratte del libro "Madonna Della Grazia". Patrona di Gravina è La Madre di Tutte Le Grazie.
Angelo Casino.

BIBLIOGRAFIA

CASINO, A. (2010). *“Madonna della Grazia”. Patrona di Gravina è la Madre di tutte le Grazie*. Matera: Centrostamp.

DB-CITY. *“Gravina in Puglia”*

<http://es.db-city.com/Italia--Apulia--Bari--Gravina-in-Puglia>

GRAVINAOGGI. *“Santuario Madonna dalla Grazia”*

http://www.gravinaoggi.it/santuario_madonna_dalla_grazia.html

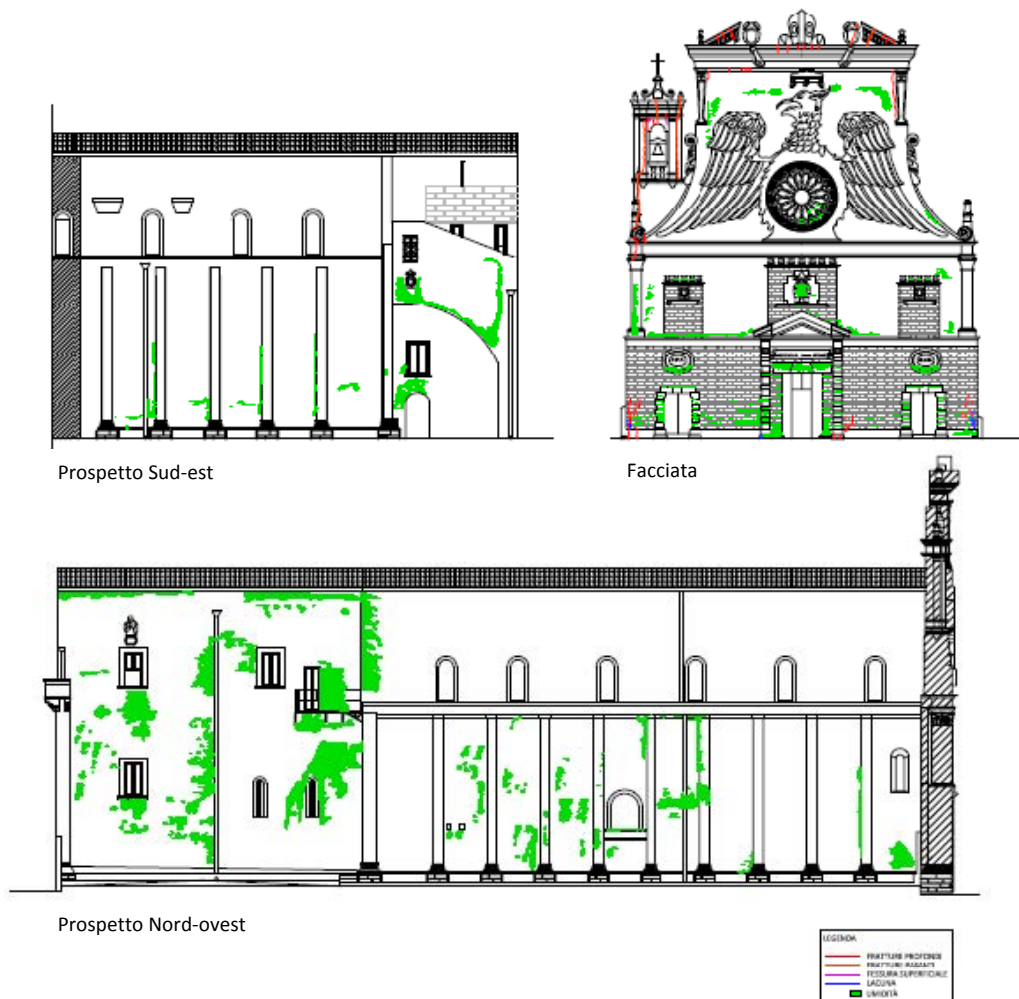
TISCALI. *“CHIESA Santuario “Madonna della*

Grazia”<http://web.tiscali.it/maddellagrazia/bollettino.html>

II. CAPITOLO . STATO ATTUALE DELLA CHIESA

2.1 INTERPRETAZIONE DELLE PATOLOGIE

L'oggetto principale di questa tesi si incentra sull'analisi delle patologie, tenendo conto delle indagini realizzate, con la finalità di sviluppare un progetto di interventi per dotare l'edificio di un miglioramento strutturale e della conservazione dei materiali. Le lesioni predominanti sui diversi prospetti sono date da umidità, disgregazioni e mancanza dello strato superficiale. Inoltre, a livello strutturale, esistono diverse fessure e fratture e spaccamento della parte bassa della facciata provocato, in parte, dalle vibrazioni della ferrovia nelle vicinanze e dal terremoto del 1980. Si è optato per diversi interventi di consolidamento strutturale e di unificazione per la riparazione dei suddetti danni. Si è, inoltre, realizzato un adeguamento liturgico dei diversi elementi ecclesiastici principali, con il fine di ridisegnare il santuario.

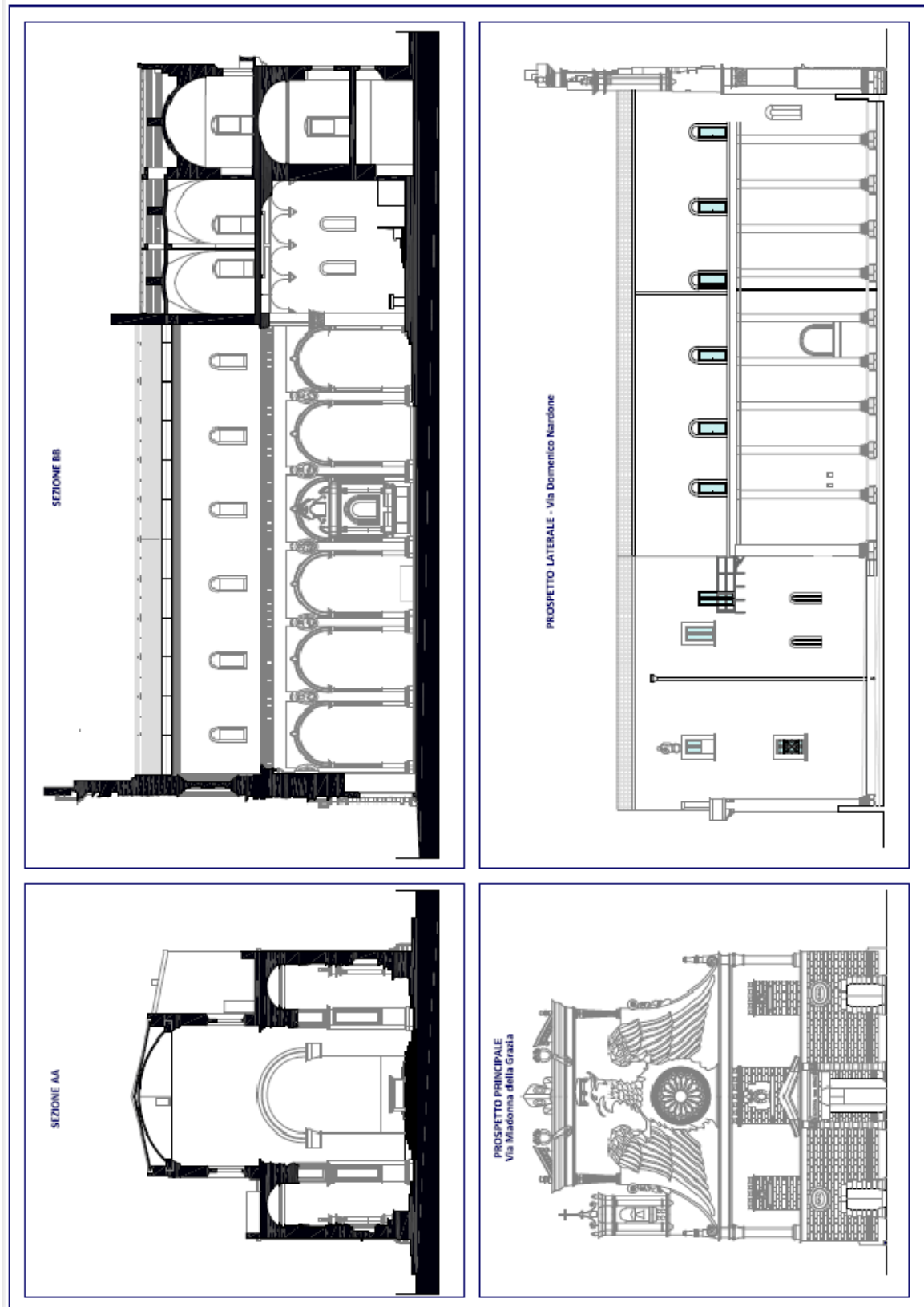


Principale patologie

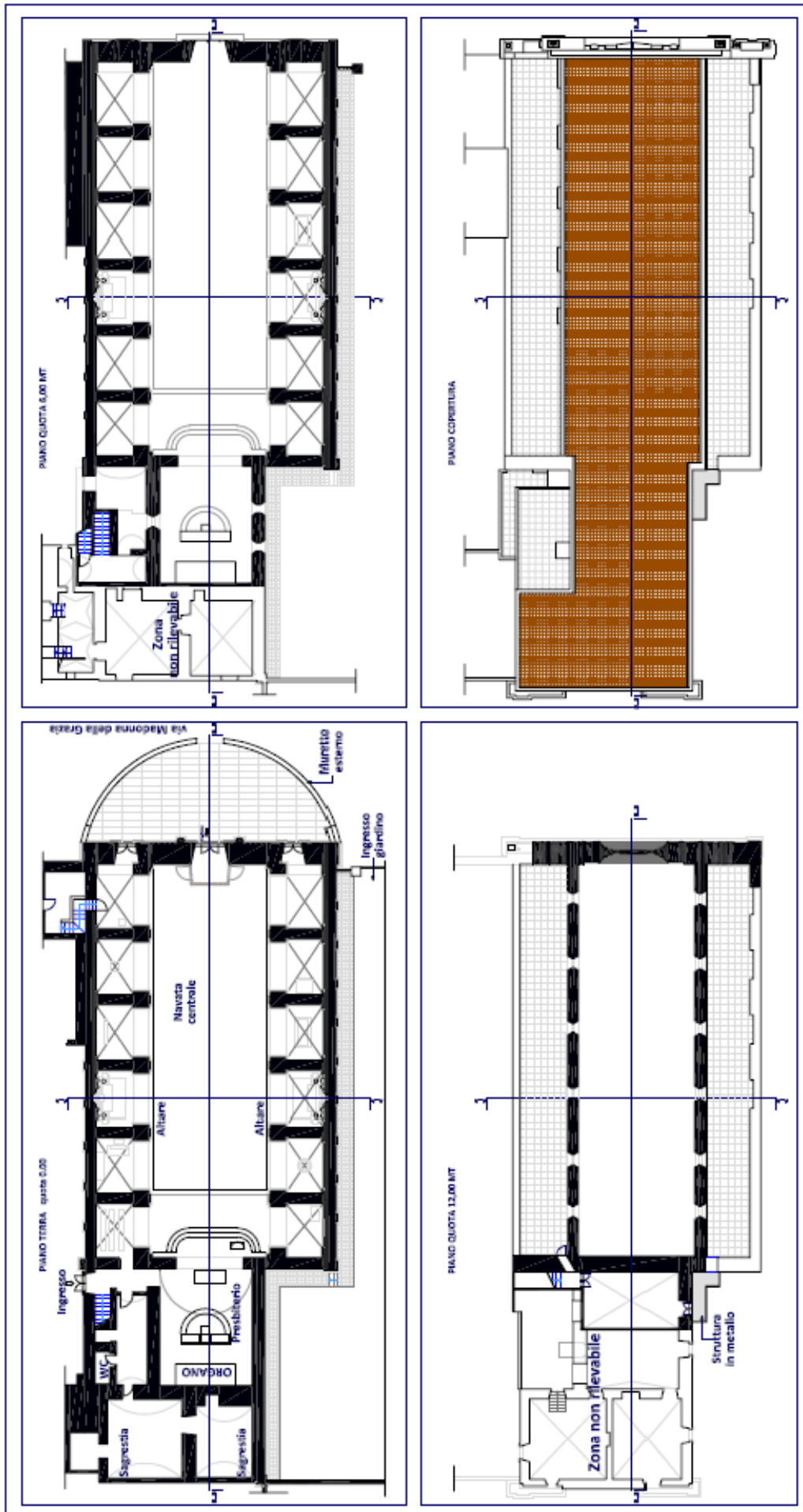
Fonte: Elaborazione propria

2.2 PIANI E REPORTAGE FOTOGRAFICO

Prospetti, facciata e sezioni



Piante



SCALA 1/400

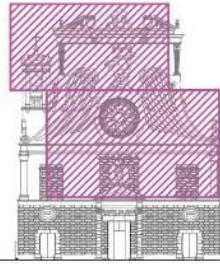
Fonte: Elaborazione propria

REPORTAGE FOTOGRAFICO - Facciata

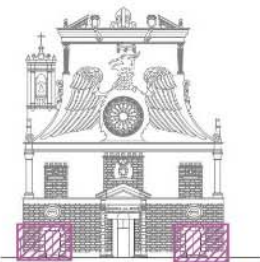
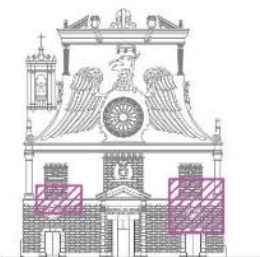
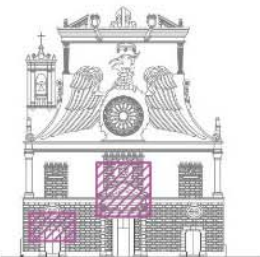
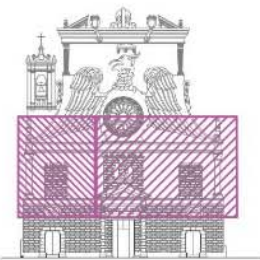
Fonte: Immagini di paternità propria



Rappresentazione della localizzazione dell'immagine
Elaborazione propria

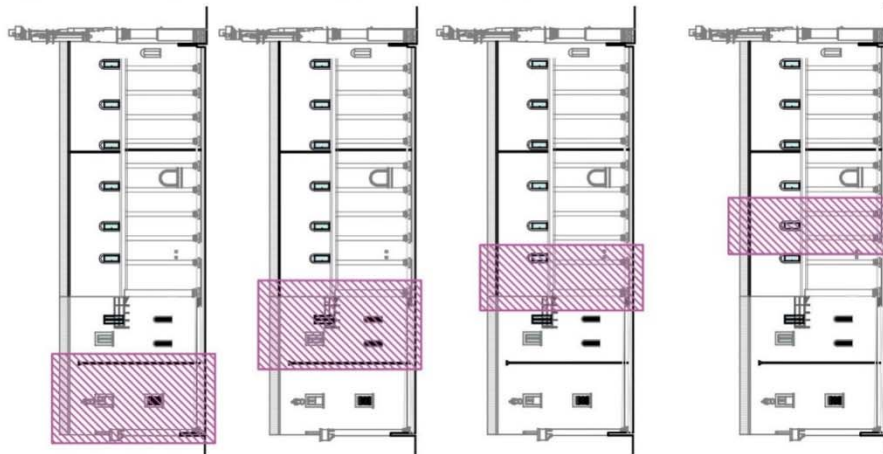


Fonte: Immagini di paternità propria



REPORTAGE FOTOGRAFICO - Prospetto Nord-ovest

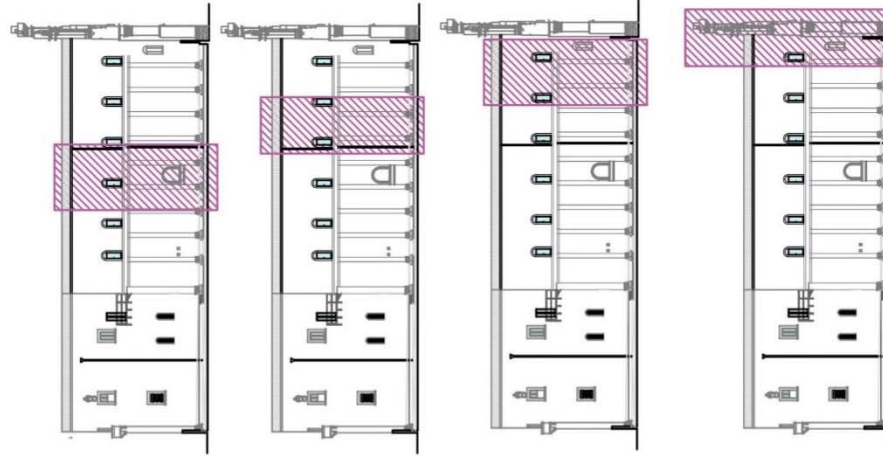
Rappresentazione della
localizzazione dell'immagine
Elaborazione propria



Fonte: Immagini di paternità propria



Rappresentazione della
localizzazione dell'immagine
Elaborazione propria

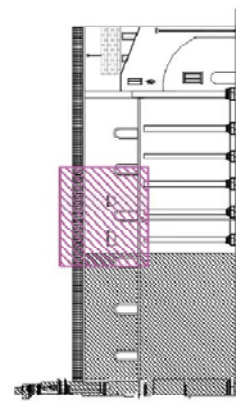
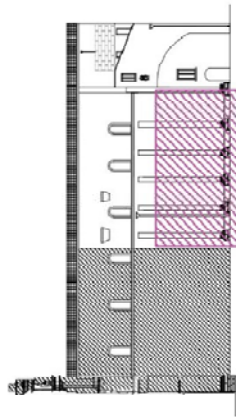
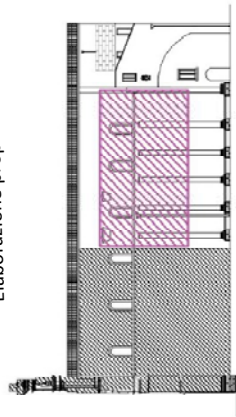


Fonte: Immagini di paternità propria



REPORTAGE FOTOGRAFICO - Prospetto Sud - est

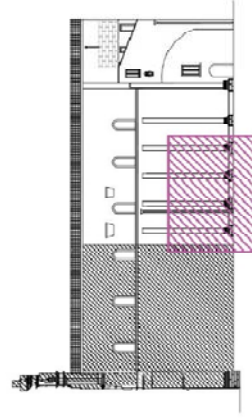
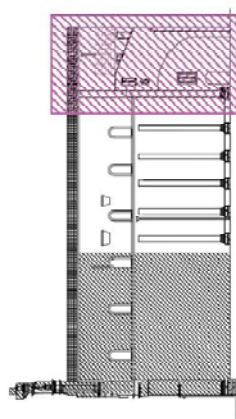
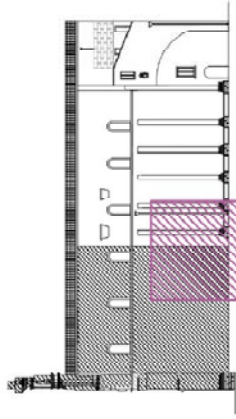
Rappresentazione della
localizzazione dell'immagine
Elaborazione propria



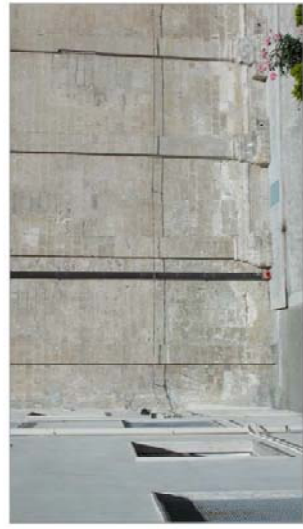
Fonte: immagini di paternità propria



Rappresentazione della
localizzazione dell'immagine
Elaborazione propria

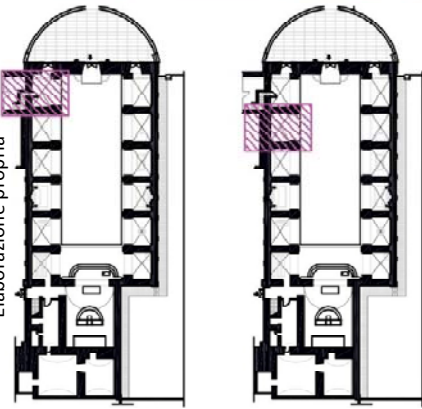


Fonte: immagini di paternità propria



REPORTAGE FOTOGRAFICO - Interno destra

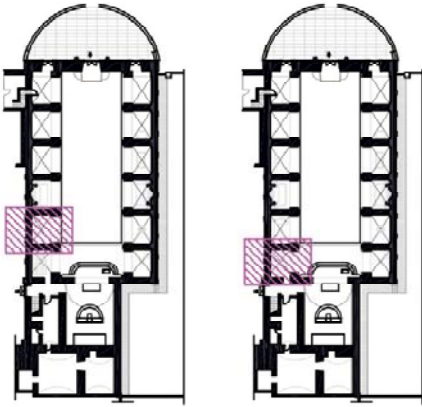
Rappresentazione della localizzazione dell'immagine
Elaborazione propria



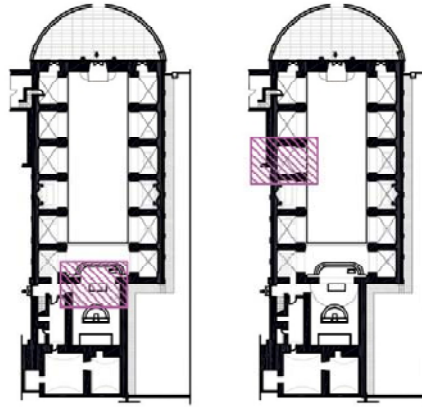
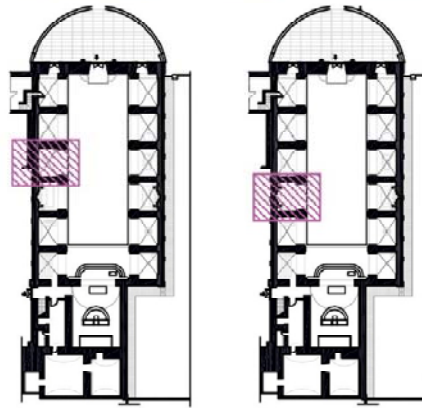
Fonte: Immagini di paternità propria



Rappresentazione della localizzazione dell'immagine
Elaborazione propria

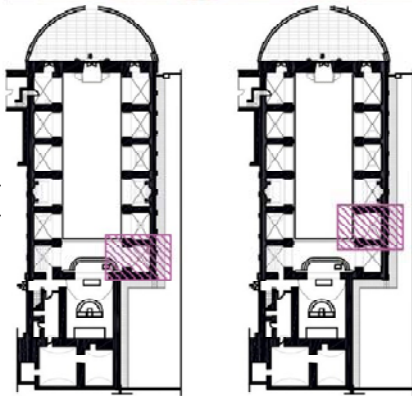


Fonte: Immagini di paternità propria



REPORTAGE FOTOGRAFICO - Interno sinistra

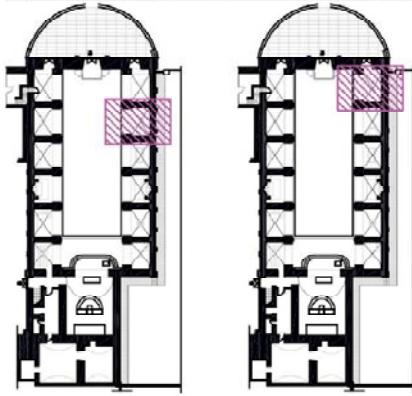
Rappresentazione della localizzazione dell'immagine Elaborazione propria



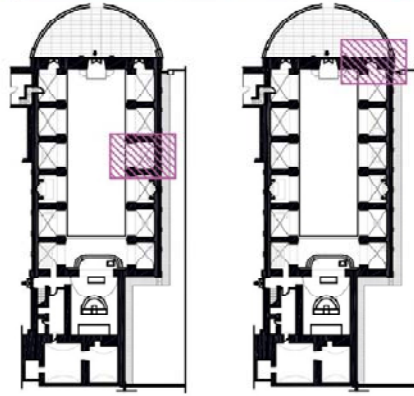
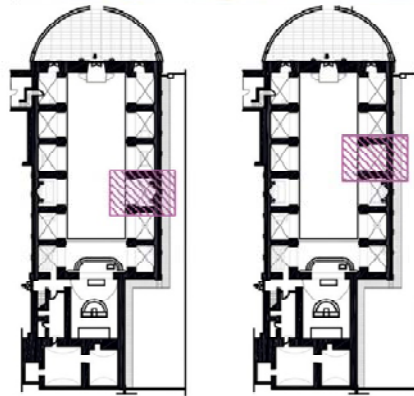
Fonte: Immagini di paternità propria

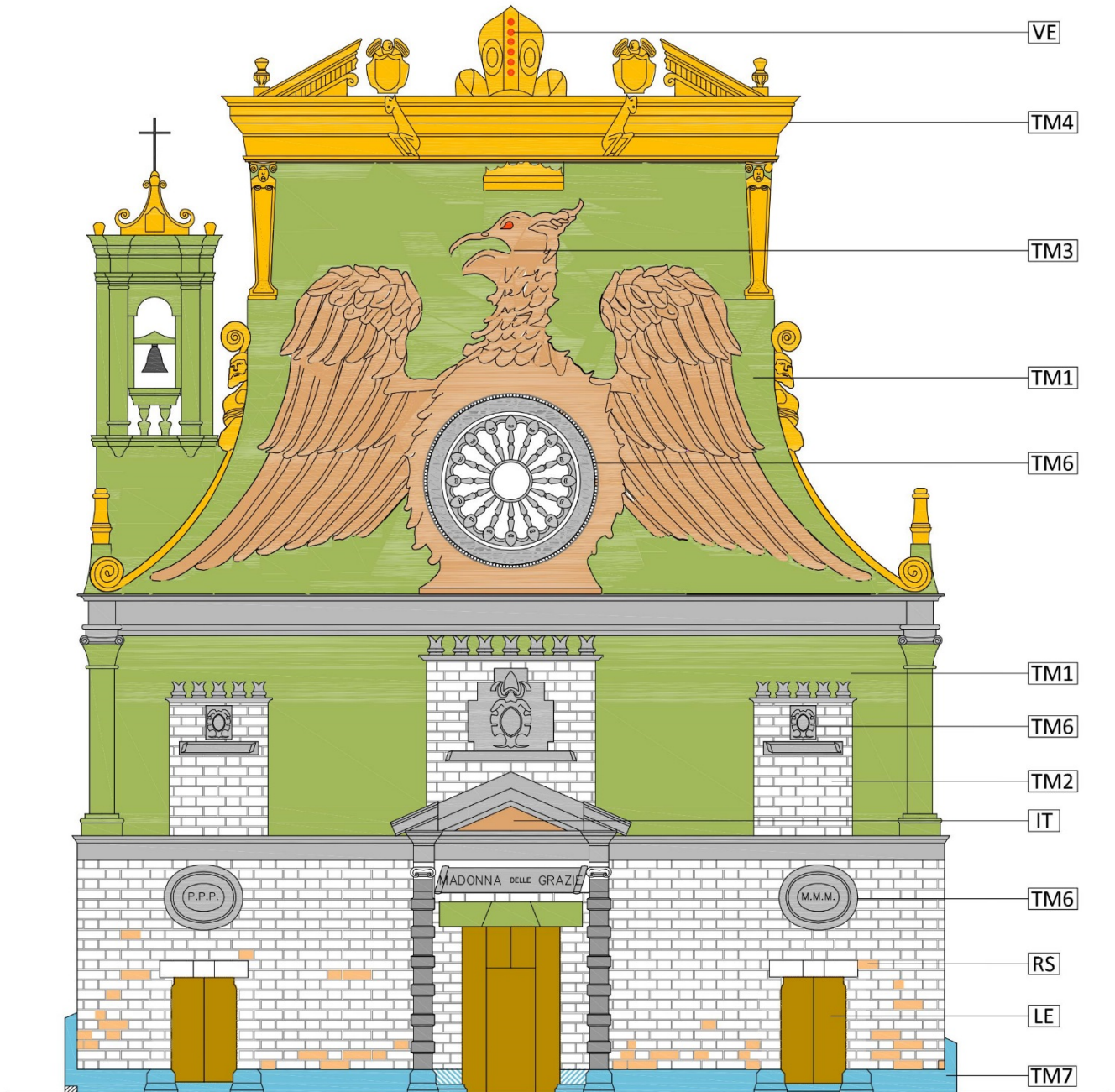


Rappresentazione della localizzazione dell'immagine Elaborazione propria



Fonte: Immagini di paternità propria

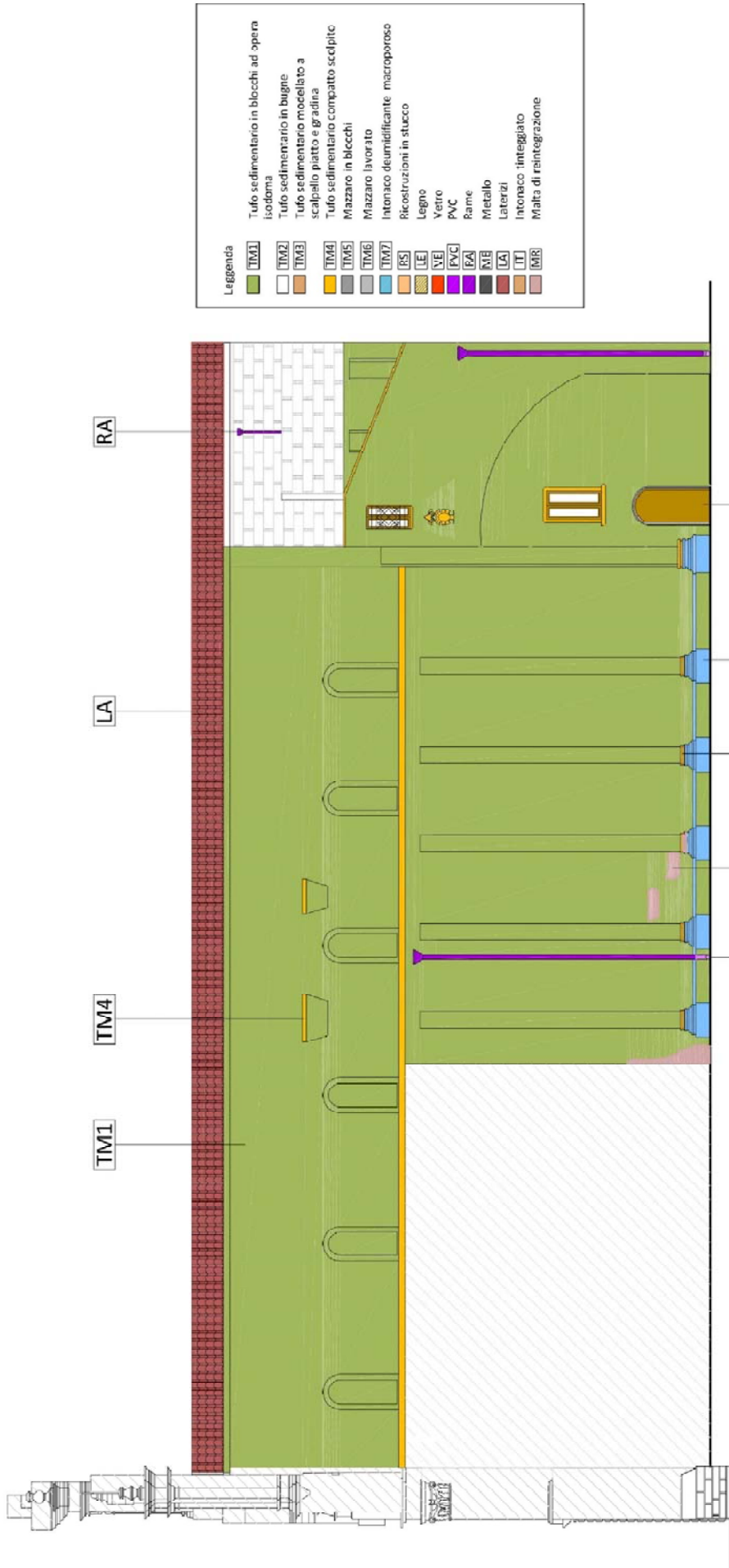




Fonte: Elaborazione propria

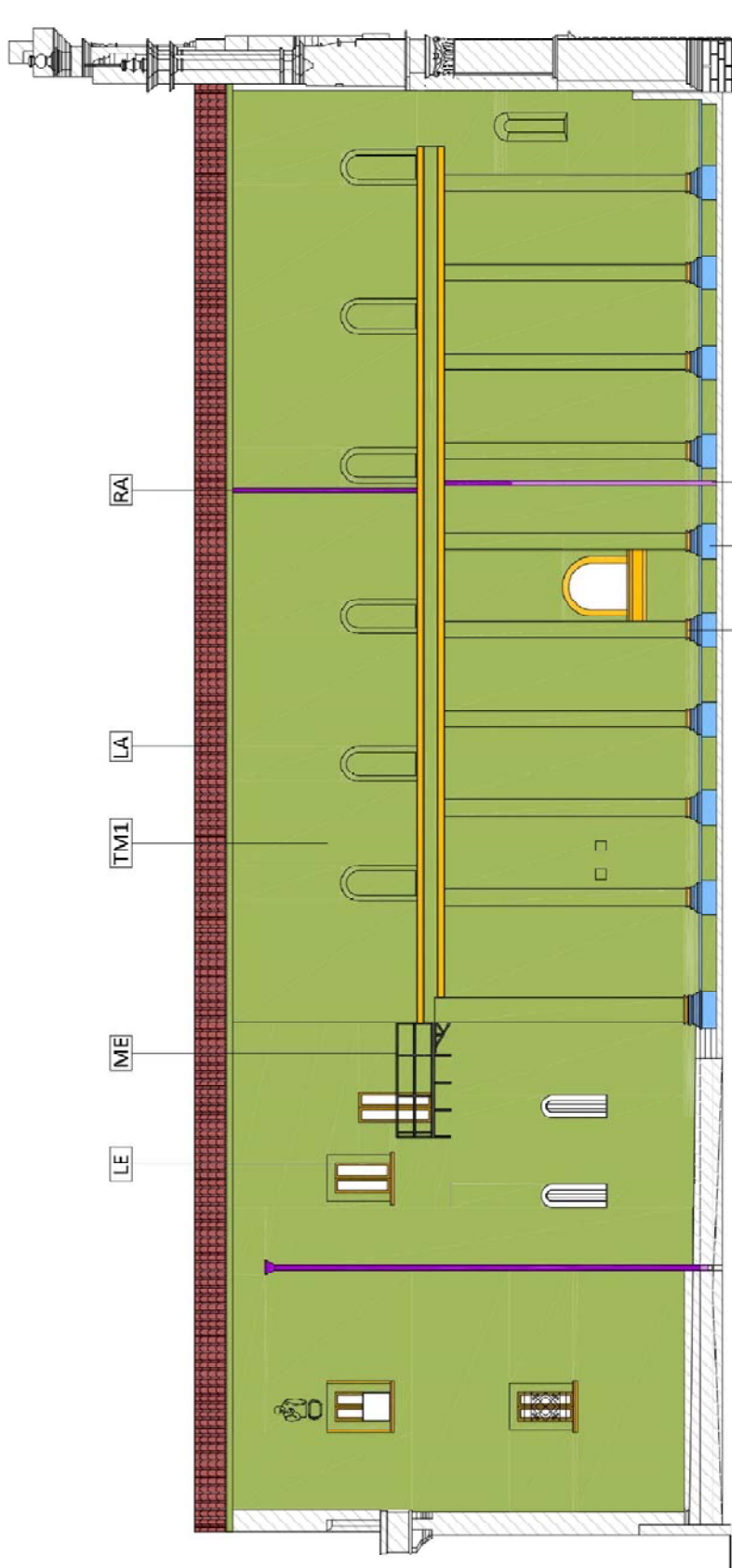
Leggenda	
■ TM1	Tufo sedimentario in blocchi ad opera isodoma
■ TM2	Tufo sedimentario in bugne
■ TM3	Tufo sedimentario modellato a scalpello piatto e gradina
■ TM4	Tufo sedimentario compatto scolpito
■ TM5	Mazzaro in blocchi
■ TM6	Mazzaro lavorato
■ TM7	Intonaco deumidificante macroporoso
■ RS	Ricostruzioni in stucco
■ LE	Legno
■ VE	Vetro
■ PVC	PVC
■ RA	Rame
■ ME	Metallo
■ LA	Laterizi
■ IT	Intonaco tinteggiato
■ MR	Malta di reintegrazione

MADONNA DELLE GRAZIE	
TIPOLOGIA MATERIALI	
FACCIATA	
SCALA 1:125	N° 1



Fonte: Elaborazione propria

MADONNA DELLE GRAZIE	
TIPOLOGIA MATERIALI	
Prospetto Sud-est	
SCALA 1:175	N° 2

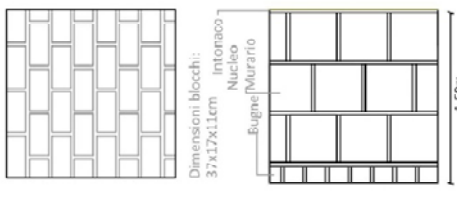
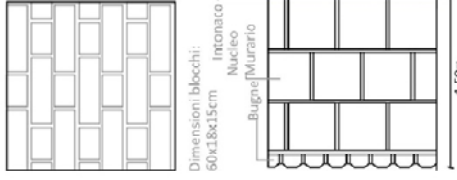


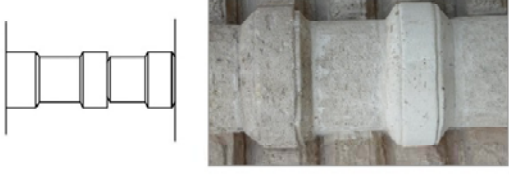

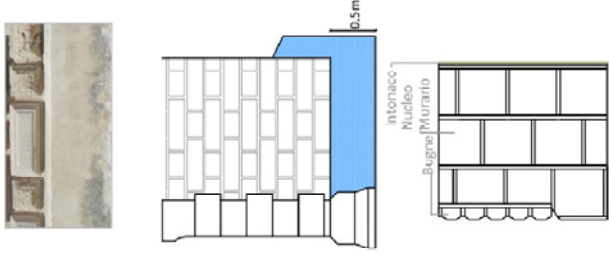


Legenda

TM1	Tufo sedimentario in blocchi ad aperto nodosa
TM2	Tufo sedimentario in tegole
TM3	Tufo sedimentario macellata
TM4	Sci per spalti in lignina
TM5	Tufo sedimentario completo sciolto
TM6	Mastice in bocco
TM7	Mastice in bocco
TM8	Intraccio in gesso
TM9	Intraccio in gesso
TM10	Intraccio in gesso
TM11	Intraccio in gesso
TM12	Intraccio in gesso
TM13	Intraccio in gesso
TM14	Intraccio in gesso
TM15	Intraccio in gesso
TM16	Intraccio in gesso
TM17	Intraccio in gesso
TM18	Intraccio in gesso
TM19	Intraccio in gesso
TM20	Intraccio in gesso
TM21	Intraccio in gesso
TM22	Intraccio in gesso
TM23	Intraccio in gesso
TM24	Intraccio in gesso
TM25	Intraccio in gesso
TM26	Intraccio in gesso
TM27	Intraccio in gesso
TM28	Intraccio in gesso
TM29	Intraccio in gesso
TM30	Intraccio in gesso
TM31	Intraccio in gesso
TM32	Intraccio in gesso
TM33	Intraccio in gesso
TM34	Intraccio in gesso
TM35	Intraccio in gesso
TM36	Intraccio in gesso
TM37	Intraccio in gesso
TM38	Intraccio in gesso
TM39	Intraccio in gesso
TM40	Intraccio in gesso
TM41	Intraccio in gesso
TM42	Intraccio in gesso
TM43	Intraccio in gesso
TM44	Intraccio in gesso
TM45	Intraccio in gesso
TM46	Intraccio in gesso
TM47	Intraccio in gesso
TM48	Intraccio in gesso
TM49	Intraccio in gesso
TM50	Intraccio in gesso
TM51	Intraccio in gesso
TM52	Intraccio in gesso
TM53	Intraccio in gesso
TM54	Intraccio in gesso
TM55	Intraccio in gesso
TM56	Intraccio in gesso
TM57	Intraccio in gesso
TM58	Intraccio in gesso
TM59	Intraccio in gesso
TM60	Intraccio in gesso
TM61	Intraccio in gesso
TM62	Intraccio in gesso
TM63	Intraccio in gesso
TM64	Intraccio in gesso
TM65	Intraccio in gesso
TM66	Intraccio in gesso
TM67	Intraccio in gesso
TM68	Intraccio in gesso
TM69	Intraccio in gesso
TM70	Intraccio in gesso
TM71	Intraccio in gesso
TM72	Intraccio in gesso
TM73	Intraccio in gesso
TM74	Intraccio in gesso
TM75	Intraccio in gesso
TM76	Intraccio in gesso
TM77	Intraccio in gesso
TM78	Intraccio in gesso
TM79	Intraccio in gesso
TM80	Intraccio in gesso
TM81	Intraccio in gesso
TM82	Intraccio in gesso
TM83	Intraccio in gesso
TM84	Intraccio in gesso
TM85	Intraccio in gesso
TM86	Intraccio in gesso
TM87	Intraccio in gesso
TM88	Intraccio in gesso
TM89	Intraccio in gesso
TM90	Intraccio in gesso
TM91	Intraccio in gesso
TM92	Intraccio in gesso
TM93	Intraccio in gesso
TM94	Intraccio in gesso
TM95	Intraccio in gesso
TM96	Intraccio in gesso
TM97	Intraccio in gesso
TM98	Intraccio in gesso
TM99	Intraccio in gesso
TM100	Intraccio in gesso

MADONNA DELLE GRAZIE	
TIPOLOGIA MATERIALI	
Prospecto Nord-ovest	
SCALA 1:200	N° 3

Fonte: Elaborazione propria

Tipologia Materiali		TUFO				MAZZARO		INTONACO
Tipo lapideo	<p>Sono così indicate le cosiddette calcareniti e calciluiti, la cui composizione è principalmente calcifica. L'azione disgregante si è svolta a danno di rocce calcaree già esistenti dando luogo a clasti di varie dimensioni, cementati successivamente da cristalli di calcite.</p>							
Descrizione	<p>Il tipo lapideo del "tufo di Gravina" è assimilato ad una roccia sedimentaria calcarenitica a clasti irregolari. La formazione dei letti di sedimentazione avviene in gran parte per l'erosione dei letti carsici ed il deposito per strati si considerevole spessore nelle aree di deposito pleistoceniche ed oloceniche. Si tratta pertanto di formazioni lapidee relativamente recenti, con bassissimo livello di metamorfizzazione e basse caratteristiche di resistenza meccanica, che la rendono facilmente lavorabile.</p>							
Estrazione	<p>L'estrazione è oggi prevalentemente effettuata in cave a cielo aperto, meccanicamente a sega rotativa, nell'area di Gravina sono presenti numerosi siti di antica cavazione sia a cielo aperto che in grotta, mediante taglio a mano.</p>							
Abbreviazione	TIPOLOGIA MURARIA 1 TM1	TIPOLOGIA MURARIA 2 TM2	TIPOLOGIA MURARIA 3 TM3	TIPOLOGIA MURARIA 4 TM4	TIPOLOGIA MURARIA 5 TM5	TIPOLOGIA MURARIA 6 TM6	TIPOLOGIA MURARIA 7 TM7	
Come si presenti	Tufo sedimentario in blocchi ad opera isodoma	Tufo sedimentario in bugne	Tufo sedimentario modelato a scalpello	Tufo sedimentario compatto scolpito	Mazzaro in blocchi	Mazzaro lavorato	Intonaco	deumidificante-macroporoso
Apparecchiatura	 <p>Dimensioni blocchi: 37x17x11cm</p>	 <p>Dimensioni blocchi: 60x18x15cm</p>						
% Malta	4.86%	5.07%	-	-	5.13%	-	3.45%	

Fonte: Elaborazione propria

MADONNA DELLE GRAZIE	
TIPOLOGIA MATERIALI	
Tavola materiali	
SCALA -	N° -

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (2007). "Manuale Recupero/Materiali". Mancosu Editore

CHERUBINI, C., REINA, A., BRUNO, D., (2007). "*Le rocce tenere del salento: proposta di classificazione con l'uso delle caratteristiche tecniche e meccaniche*"<http://www.geologipuglia.it/doc/downloads/840-le-rocce-tenere-del-salento-proposta-di-classificazione-con-l-uso-delle-caratteristiche-tecniche-e-meccaniche---geologi-e-territorio-n2-2007.pdf>

MILLOSEVICH, F. (1937). "*Tufo*"

[http://www.treccani.it/enciclopedia/tufo_\(Enciclopedia-Italiana\)](http://www.treccani.it/enciclopedia/tufo_(Enciclopedia-Italiana))

4.1. INDAGINE IN FORO

4.1.1 MESSA IN LUCE DEI PRECEDENTI INTERVENTI DI CUCITURA ARMATA

Prima di eseguire l'indagine endoscopica abbiamo realizzato una piccola prova della zona muraria danneggiata, e più precisamente sul fianco laterale del cantonale destro per verificare lo stato di conservazione dell'armatura (Fig 1-2-3 .). Delle cuciture si sono ispezionati a campione i primi tre fori partendo da terra rispettivamente posti a quota 1,8m, 1,5m, 0,5m. Si sono scelti questi tre fori per la campionatura in quanto posti in corrispondenza della massima apertura della lesione. Dall'indagine si è osservata la mancanza nei primi due fori. Mentre nel foro inferiore l'armatura risultava presente ed in buono stato di conservazione.



Fig.1 Saggio di ricerca dell'armatura nelle perforazioni.

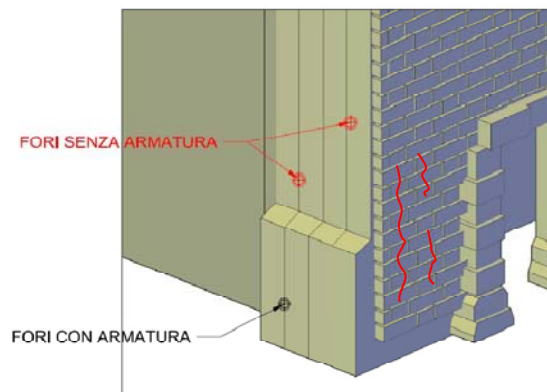


Fig.2 Saggio di ricerca dell'armatura nelle perforazioni.



Fig.3 Saggio di ricerca dell'armatura nelle perforazioni.

Fonte: Immagini di paternità propria

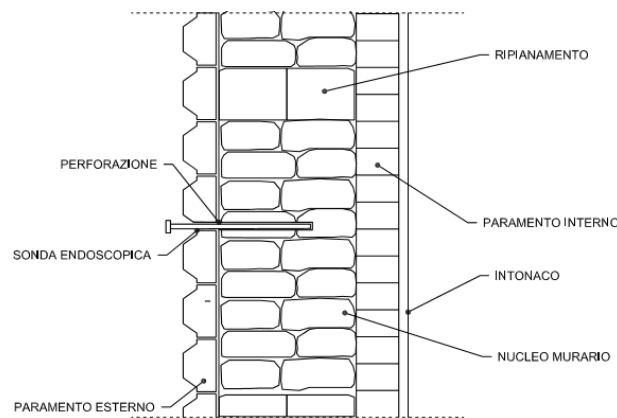


Fonte 3D: Elaborazione propria

4.1.2. INDAGINE ENDOSCOPICA

4.1.2.1. Generalità sulla metodologia

Le prove endoscopiche in foro nel campo del restauro sono considerate un metodo minimamente invasivo che consiste nel praticando dei fori sull'oggetto indagato, con minima perdita di materiale originario. L' endoscopio ha fornito informazioni sulla perforazione interna della muratura (la natura muraria , il tipo di materiale che la compone , le lesioni e la loro profondità ...) . Spesso è utile effettuare questo test per conoscere la tessitura di un apparecchio murario di notevole spessore, quindi, difficile da analizzare , e in particolare per conoscere il materiale che lo compone e per sapere come funziona meccanicamente . L' introduzione di una videocamera fino al fondo del foro permette una visione diretta ' in situ ' broadcasting su un monitor del percorso dell'endoscopio e anche di raccogliere foto e video del percorso stesso .



SCHEMATIZZAZIONE DELLA METODOLOGIA DI INDAGINE

Fonte: Elaborazione propria

4.1.2.2. Premessa e metodologia di lavoro

Innanzitutto si è effettuato un tracciamento della zona di lavoro per segnare i punti in cui si effettuerà la perforazione sulla base di un riferimento cartesiano predeterminato (Fig.4) . Abbiamo, così , diviso l'area di lavoro in due zone, una relativa al cantonale sinistro della facciata e l'altra relativa al destro, dove sono concentrate le lesioni più importanti.

Con l'aiuto di alcuni mezzi ausiliari, come illustrato nell'immagine della facciata, sono stati marcati vari livelli a diverse altezze (Fig.5-6). Ogni livello è stato caratterizzato da 2-3 punti su cui sono state praticate le forature (fig.7-8). Una volta eseguita ciascuna perforazione, questa deve essere ripulita da detriti ed impurità in modo che il percorso dell'endoscopio sia libero da ostacoli e l'immagine possa essere nitida (fig.9) .

In ciascuno dei fori , l'endoscopio fornisce unostudio diretto con documentazione mediante video e foto (fig.10). Successivamente per ogni lesione viene rilevata la profondità dal filo facciata (fig.11) . Una volta effettuati i fori previsti per ciascun livello (fig. 12) si procede allo stesso modo per gli altri livelli. L'ispezione endoscopica per salvaguardia della camicia muraria interna, si è fermata ad una profondità di circa 60cm dalla parete esterna.

Per minimizzare la perdita di materiale originario si è utilizzata una sonda flessibile di diametro minimo (9mm) auto illuminata che ha consentito di effettuare fori di diametro di appena 14 mm.

I fori sono stati disposti in corrispondenza dei giunti dei paramento lapideo nel duplice intento di minimizzare il danno arrecato alla staticità del paramento stesso e di avere informazioni sulla geometria e lo stato di salute delle committiture.

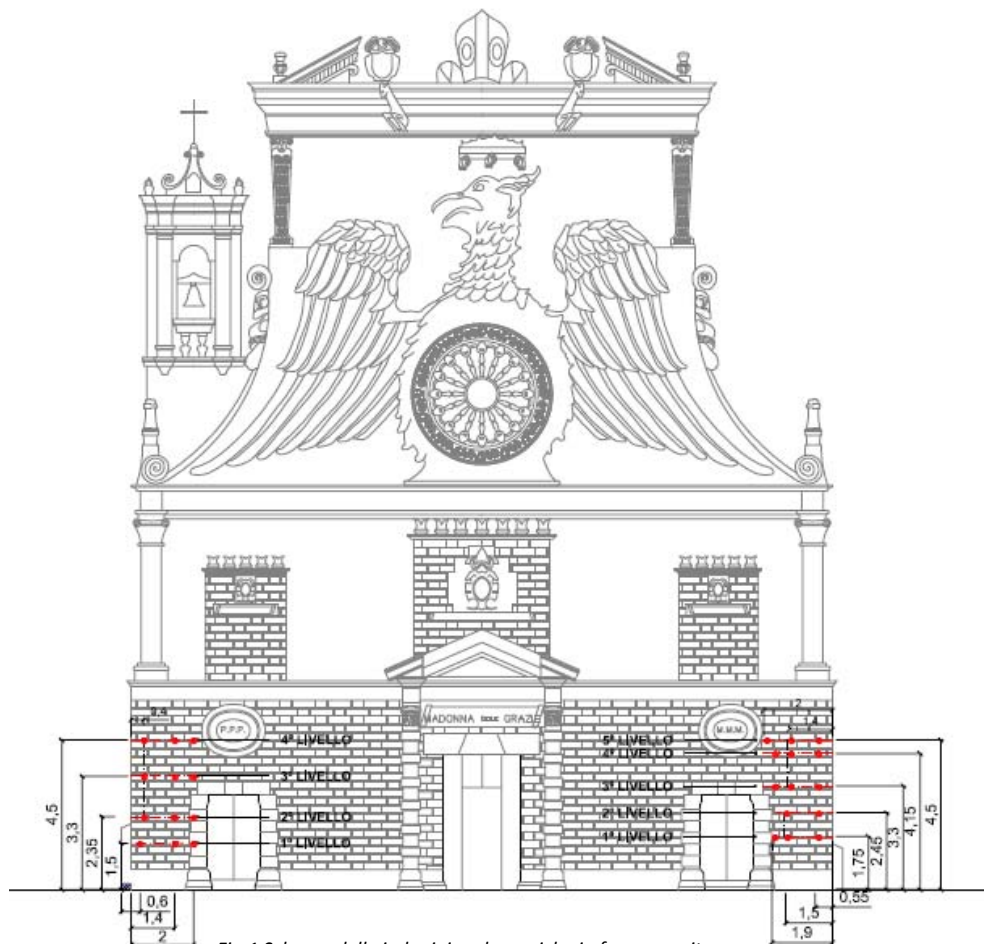


Fig.1 Schema delle indagini endoscopiche in foro eseguite.

Fonte: Elaborazione propria



Fig.5 Fasi preparatorie; opere provvisorie.

Fonte: Immagine di paternità propria



Fig.6 Fasi preparatorie; opere provvisionali.



Fig.7 Perforazione.



Fig.8 Riapertura per ispezione di una perforazione armata



Fig.9 Foro predisposto e pulito da impurità.



Fig.10 Introduzione dell'endoscopio per l'ispezione del foro.



Fig.11 Misura della profondità della lesione.



Fig.12 Visione d'insieme di un livello d'ispezione

4.1.2.3. Raccolta di dati

TABELLA RACCOLTA DI DATI									
ALA	X	Y	N° FORO	PROFONDITÀ TOTALE (cm)	SEZIONE 1	SEZIONE 2	SEZIONE 3	SEZIONE 4	SEZIONE 5
SINISTRA	60	150	1	30,5	30,5/S6/V29-34	19/S4/V29-34	13,5/S5/V29-34	-	-
	140	150	2	28	18,5/S7/V35	21/S8/V36	-	-	-
	200	150	3	28	28/S9/V37	-	-	-	-
	200	235	4	30	30/S10/V38	-	-	-	-
	140	235	5	42	30/S14_S15	24/S16/V39	-	-	-
	40	235	6	48,5	29/S20/V40	19/S21/V40	13/S22/V40	-	-
	40	330	7	48	40/S23/V41	-	-	-	-
	140	330	8	51	37/S25/V42	8/S26/V42	6/S27/V42	-	-
	200	330	9	32	18/S28/V46	9,5/S29/V46	-	-	-
	40	450	10	43	34/S32/V47	12/S33/V47	5/S34/V47	-	-
	140	450	11	49	S35/V48	23,5/S36/V48	9/S37/V48	-	-
	200	450	12	49,5	23/S38/V49	-	-	-	-


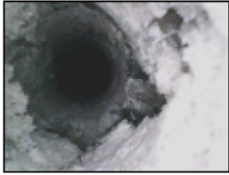
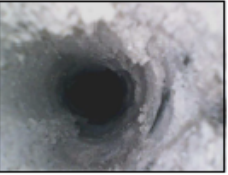



**I dati inseriti nella " sezione " scatole separate da barre corrispondono rispettivamente a:
-La distanza che viene fatto lo screenshot (cm).
- La foto sulla corrispondente.
-il Video associato.*

Sono qui riportati i dati raccolti inerenti sia la parte sinistra della facciata che la destra, e rispettivamente le immagini riprese in ciascuno dei punti caratteristici di ogni sezione :

TABELLE DI OGNI LIVELLO CON FOTO




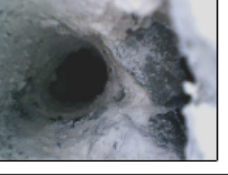




TABELLA RACCOLTA DI DATI									
ALA	X	Y	N° FORO	PROFONDITÀ TOTALE (cm)	SEZIONE 1	SEZIONE 2	SEZIONE 3	SEZIONE 4	SEZIONE 5
DESTRA	55	450	1	51	V52	-	-	-	-
	140	450	2	49	S39/V55	19/S40/V55	-	-	-
	200	450	3	53	38/S41/V58	17/S42/V58	-	-	-
	55	415	4	41,5	41/S43/V59	31/S44/V59	14,5/S45/V59	-	-
	140	415	5	49	38/S46/V60	21/S47/V60	19,5/S48/V60	-	-
	190	415	6	44	44/S50/V62-63	34/S51/V62-63	30/S52/V62-63	18/S53/V62-63	9/S54/V62-63
	55	330	7	49	42/S56/V64	-	-	-	-
	140	330	8	51	S57/V65	19/S58_59/V65	37/S60/V65	29/S61/V65	13/S62/V65
	190	330	9	50	48/S63/V66	32/S64/V66	-	-	-
	55	245	10	50,5	14/S68/V67	9/S69/V67	-	-	-
	150	245	11	51	46/S70/V68	30/S71/V68	22,5/S72/V68	-	-
	55	175	12	54	44/S73_74/V69	39/S75/V69	24/S76/V69	-	-
	150	175	13	54	49/S77_78/V70	43/S80_81_82/V70	-	-	-
	190	175	14	49	V71	-	-	-	-

**I dati inseriti nella " sezione " scatole separate da barre corrispondono rispettivamente a:
-La distanza che viene fatto lo screenshot (cm)
- La foto sulla corrispondente.
-il Video associato.*

SINISTRA - 1° LIVELLO - Y:150cm		
FORO 1	FORO 2	FORO 3
X: 60cm	X: 140cm	X: 200cm
		
PROFONDITÀ: 13,5 cm	PROFONDITÀ: 18,5 cm	PROFONDITÀ: 28 cm
		
PROFONDITÀ: 19cm	PROFONDITÀ: 21 cm	
		
PROFONDITÀ: 31,5 cm		

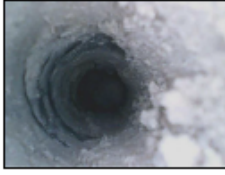




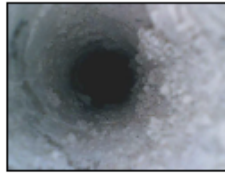
Si nota lo stacco della camicia muraria esterna a varie profondità variabile tra i 13,5 ed i 26cm.

Fonte: Immagini estratte di indagini in foro snapshot. Raccolta di dati.

SINISTRA - 2° LIVELLO - Y: 235cm		
FORO 1	FORO 2	FORO 3
X: 40cm	X: 140cm	X: 200cm
		
PROFONDITÀ: 13 cm	PROFONDITÀ: 24 cm	PROFONDITÀ: 30 cm
		
PROFONDITÀ: 19 cm	PROFONDITÀ: 30 cm	PROFONDITÀ NON RILEVATA
		
PROFONDITÀ: 29 cm	PROFONDITÀ: 30 cm	









Oltre una forte disgragazione delle murature è evidente, nel foro n°3, il discoglimento ed il collaso del sacco murario totalmente privo di legante.

Fonte: Immagini estratte di indagini in foro snapshot. Raccolta di dati.

SINISTRA - 3° LIVELLO - Y: 330cm		
FORO 1	FORO 2	FORO 3
X: 40cm	X: 140cm	X: 200cm
		
PROFONDITÀ: 40 cm	PROFONDITÀ: 6 cm	PROFONDITÀ: 9,5 cm
		
	PROFONDITÀ: 8 cm	PROFONDITÀ: 18 cm
		
	PROFONDITÀ: 26 cm	

La camicia esterna, per i primi cm di profondità si presenta parzialmente disgregata.





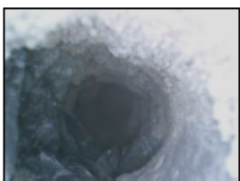



Fonte: Immagini estratte di indagini in foro snapshot. Raccolta di dati

SINISTRA - 4° LIVELLO - Y: 450cm		
FORO 1	FORO 2	FORO 3
X: 40cm	X: 140cm	X: 200cm
		
PROFONDITÀ: 5 cm	PROFONDITÀ: 9 cm	PROFONDITÀ: 23 cm
		
PROFONDITÀ: 12 cm	PROFONDITÀ: 23,5 cm	PROFONDITÀ NON RILEVATA
		
PROFONDITÀ: 34 cm	PROFONDITÀ: 30 cm	

35di134


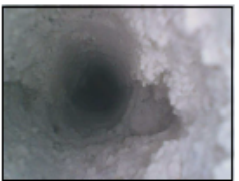



La camicia esterna, per i primi cm di profondità si presenta parzialmente disgregata.

Fonte: Immagini estratte di indagini in foro snapshot. Raccolta di dati.

DESTRA - 1° LIVELLO - Y; 175cm		
FORO 1	FORO 2	FORO 3
X: 55cm	X: 150cm	X: 190cm
		
PROFONDITÀ: 24 cm	PROFONDITÀ: 43cm	PROFONDITÀ NON RILEVATA
		
PROFONDITÀ: 39 cm	PROFONDITÀ: 49 cm	PROFONDITÀ NON RILEVATA
		
PROFONDITÀ: 34 cm	PROFONDITÀ: 49 cm	



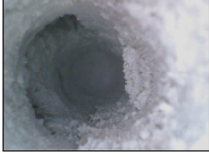


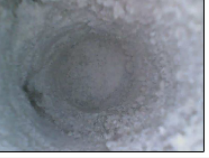


La muratura si presenta costantemente salubre, solo nel secondo foro il sacco è parzialmente disgregato.

Fonte: Immagini estratte di indagini in foro snapshot. Raccolta di dati

DESTRA - 2° LIVELLO - Y; 245cm		
FORO 1	FORO 2	FORO 3
X: 55cm	X: 150cm	-
		
PROFONDITÀ: 9 cm	PROFONDITÀ: 22,5cm	
		
PROFONDITÀ: 14 cm	PROFONDITÀ: 30 cm	
		
	PROFONDITÀ: 46 cm	


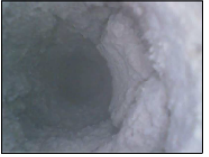








Nel secondo foro il sacco murario si presenta parzialmente disgregato in più punti.

Fonte: Immagini estratte di indagini in foro snapshot. Raccolta di dati

DESTRA - 3° LIVELLO - Y: 330cm		
FORO 1	FORO 2	FORO 3
X: 55cm	X: 140cm	X: 190cm
		
PROFONDITÀ: 42 cm	PROFONDITÀ: 13 cm	PROFONDITÀ: 32 cm
		
PROFONDITÀ NON RILEVATA	PROFONDITÀ: 19 cm	PROFONDITÀ: 48 cm
		
	PROFONDITÀ: 29 cm	
		
	PROFONDITÀ: 37 cm	

In corrispondenza del primo e del terzo foro si riscontrano porzi di disaggregazioni del nucleo murario.

Fonte: Immagini estratte di indagini in foro snapshot. Raccolta di dati

DESTRA - 4° LIVELLO - Y: 415cm		
FORO 1	FORO 2	FORO 3
X 55cm	X: 140cm	X: 190cm
		
PROFONDITÀ: 14,5 cm	PROFONDITÀ: 19,5 cm	PROFONDITÀ: 9 cm
		
PROFONDITÀ: 31 cm	PROFONDITÀ: 21 cm	PROFONDITÀ: 18 cm
		
PROFONDITÀ: 41 cm	PROFONDITÀ: 38 cm	PROFONDITÀ: 30 cm
		
		PROFONDITÀ: 34 cm

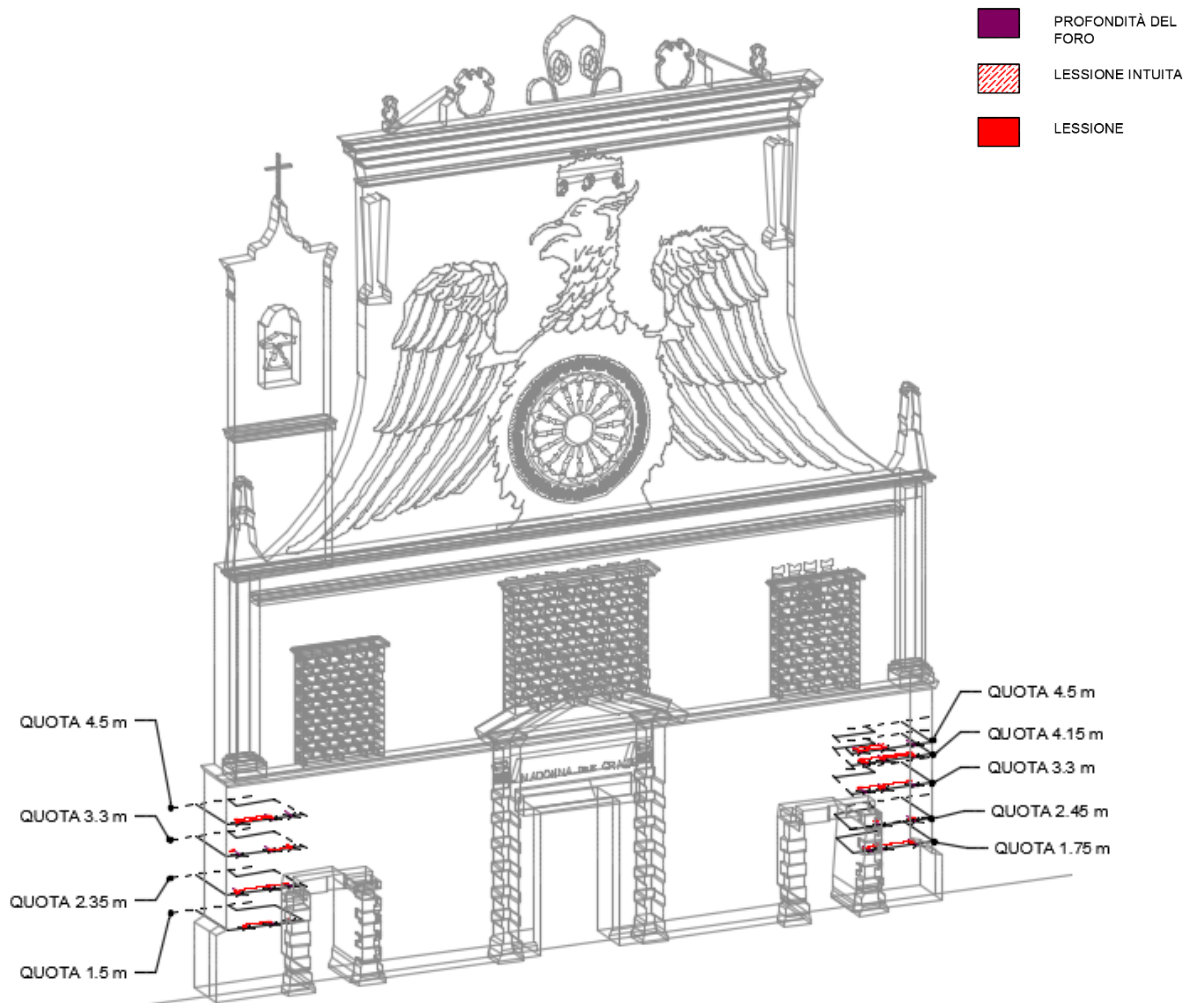
La camicia muraria di spessore variabile tra 10 ed 20cm si presenta distaccata dal nucleo che appare disagregato in più punti.

Fonte: Immagini estratte di indagini in foro snapshot. Raccolta di dati

DESTRA - 5° LIVELLO - Y: 450cm		
FORO 1	FORO 2	FORO 3
X: 55cm	X: 140cm	X: 200cm
PROFONDITÀ NON RILEVATA	PROFONDITÀ 19 cm	PROFONDITÀ 17 cm
PROFONDITÀ NON RILEVATA	PROFONDITÀ 37 cm	PROFONDITÀ 38 cm

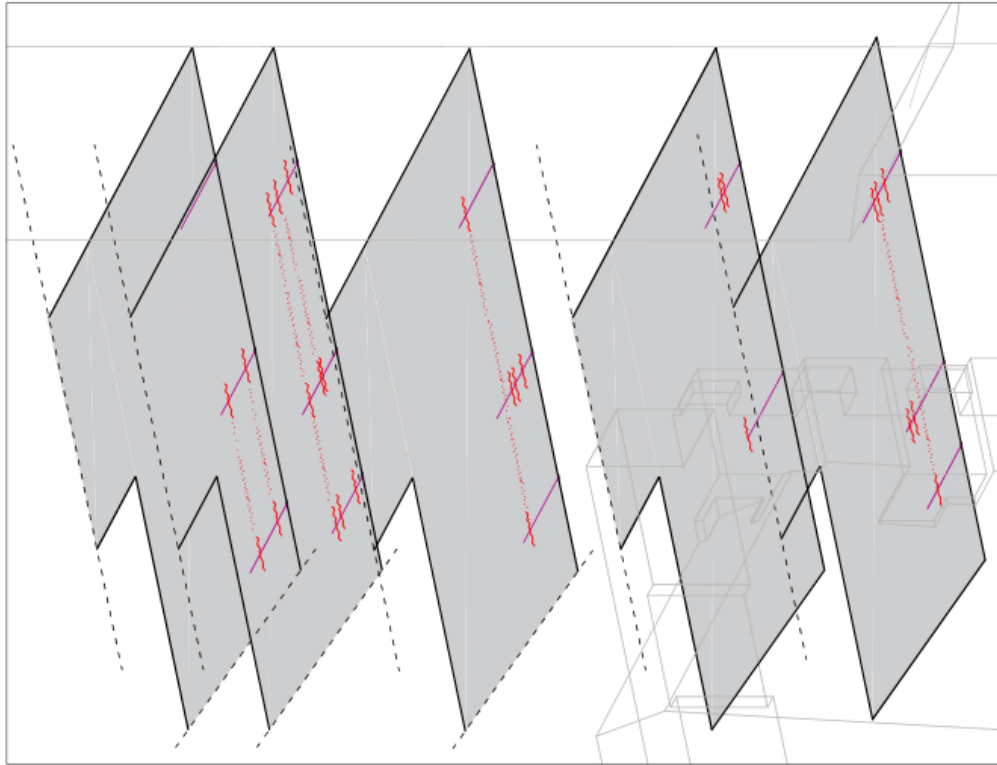
Il nucleo della muratura si presenta fortemente disgregato e pulverolento

Fonte: Immagini estratte di indagini in foro snapshot. Raccolta di dati

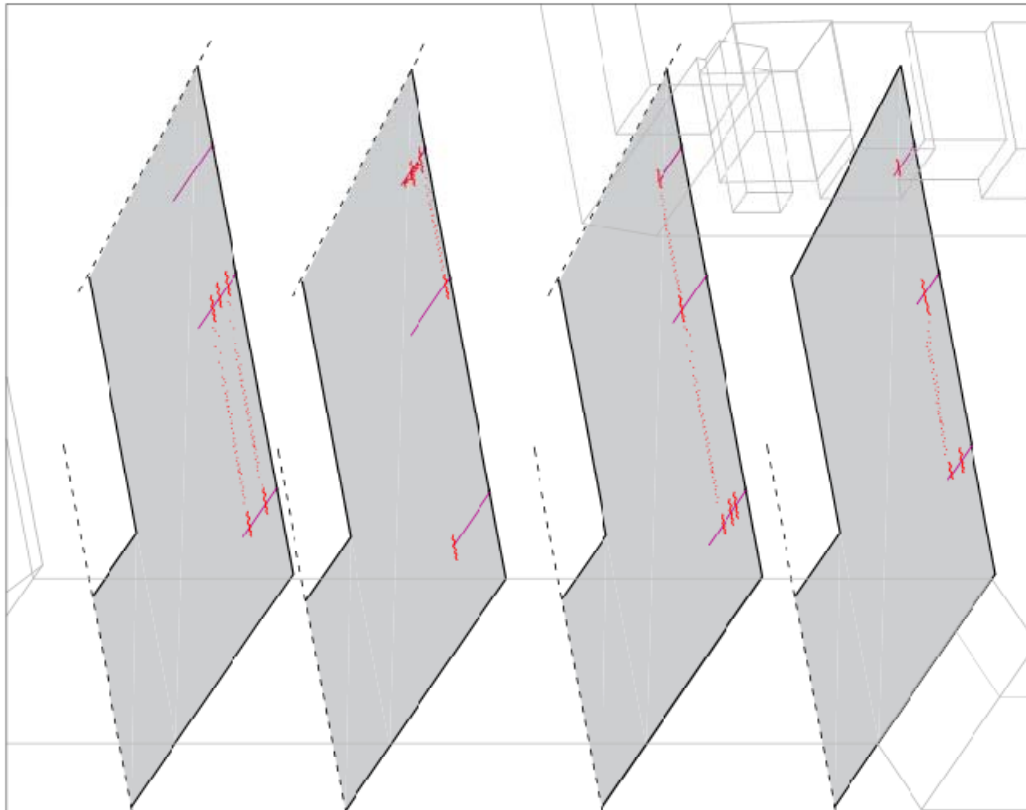


Fonte 3D Facciata: Elaborazione propria

ANGOLO SINISTRO



ANGOLO DESTRO



Rappresentazione di elaborazione propria

4.2 INDAGINE SONICA

4.2.1. GENERALITÀ SULLA METODOLOGIA

Il test sonico è un metodo non distruttivo per raccogliere informazioni sul manufatto senza arrecare danno allo stesso. L'indagine sonora può essere utilizzata per diversi scopi, da un primo studio delle caratteristiche della parete, fino ad un'analisi "ex post" dell'intervento di consolidamento per verificare le variazioni nel comportamento dei materiali. Esistono diversi apparecchi elettromeccanici per effettuare tale prova che generano impulsi sonori per percussione od impulso oscillatorio; producendo onde elastiche compressionali che attraversano il materiale. In base a come si propaga l'onda nel corpo e confrontando la sua frequenza in emissione ed in ricezione possiamo dedurre l'esistenza di discontinuità e rotture del materiale. L'onda generata dalla percussione (martello strumentato) viene rilevata dal ricevitore sonico e registrata su un oscilloscopio che a sua volta genera un grafico delle velocità di propagazione dell'impulso attraverso il materiale (Fig. 1).

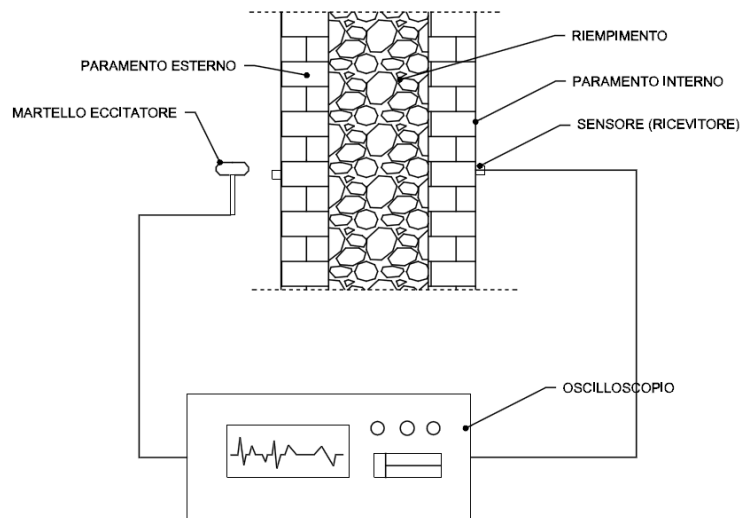
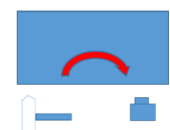
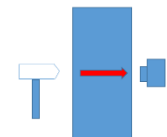


Fig.1 Schematizzazione della metodologia di indagine.

Fonte Dettaglio: Elaborazione propria

La misurazione della velocità di propagazione dell'onda può essere di diversi tipi :

- Diretta o per trasparenza : la posizione dell'emettitore del segnale e la posizione del ricevitore sono su lati opposti della parete ma alla stessa altezza dal pavimento e simmetricamente perpendicolari alla superficie (la più affidabile).
- Semidiretta : i due punti sono situati su ciascun lato della parete , ma in questo caso non sono simmetrici.
- Superficiale : nel caso in cui non è possibile lavorare su un lato, il trasmettitore e il ricevitore sono allo stesso posto.



Nel nostro caso abbiamo utilizzato il primo metodo (per trasparenza) , avendo la possibilità di accedere ad entrambi i fronti della muratura per ottenere risultati più precisi.

I valori di velocità d'onda inferiori riflettono la discontinuità del muro , per il passaggio da un materiale all'altro o per difetti del materiale stesso, questo perché si sviluppa una maggiore riflessione delle onde e ciò fa incrementare il tempo “di volo” dell'onda.

Interpretando la velocità possiamo trovare :

-Numero di cambiamenti del materiale e delle crepe .

-Caratteristiche del materiale superficiale (in presenza di lesioni , può variare la lunghezza d'onda) .

-Tipologia del materiale (in quanto ogni materiale ha una sua propria velocità di propagazione caratteristica).

La lunghezza d'onda viene misurata attraverso il rapporto tra velocità e frequenza, con la seguente relazione :

$$\lambda = v/f$$

Dove:

- v è la velocità di propagazione .

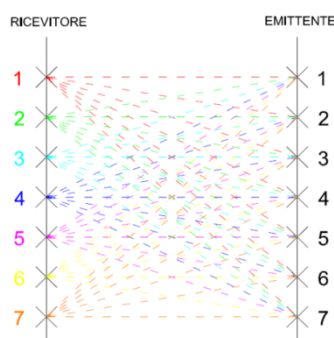
- f è la frequenza di vibrazione dell'onda .

- λ è la lunghezza d'onda

4.2.2. PREMESSA E METODOLOGIA DI LAVORO

È stato utilizzato questo metodo di indagine per lo studio di una sezione orizzontale “tipo” della facciata dell'edificio in questione che presenta ad occhio nudo grandi lesioni , al fine di ottenere dati sulla sezione della parete ad una certa altezza e visualizzare le zone più danneggiate per poter proporre l'intervento conservativo più efficace possibile. Si è tracciata una sezione orizzontale continua della muratura posta ad una quota di circa 150cm dal pavimento interno, quota alla quale le lesioni appaiono particolarmente gravose.

PRINCIPIO BASE



Fonte: Elaborazione propria

In ogni postazione del ricevitore viene catturata la lunghezza d'onda sviluppata da un'impulso emesso in corrispondenza di ogni punto sulla parte esterna del muro per poi svilupparne un grafico interpolare. Tale tecnica riceve il nome di tomografia sonora ed ha il vantaggio (a fronte di un elevato numero di campionature) di sviluppare un diagramma qualitativo dettagliato della sezione muraria.

L'apparecchio impiegato è un rilevatore ultrasonico HLF CMS - P v.3 (fig .2) atto a raccogliere la forma d'onda in base al tempo di attraversamento e a memorizzare i dati in una memoria rimovibile .



Fig.2 Apparechi del lavoro.

Fonte di paternità propria

In primo luogo si è sviluppata una sezione geomtrica delle aree esaminate , dividendo la parte indagata in quattro zone (Fig.3) . Alla stessa altezza esterna e interna sono stati fissati punti di marcatura orizzontali in base ad un riferimento cartesiano univoco . All'interno della chiesa abbiamo indicato punti corrispondenti al segnale del ricevitore e all'esterno i punti appartenenti al martello strumentato(emittente)(Fig.4).

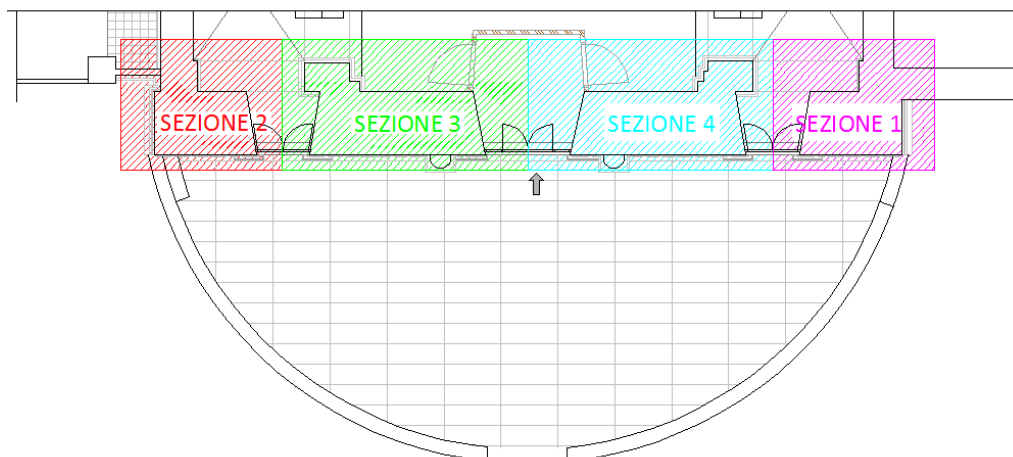


Fig.3 Zone di lavoro divise.

Fonte: Elaborazione propria

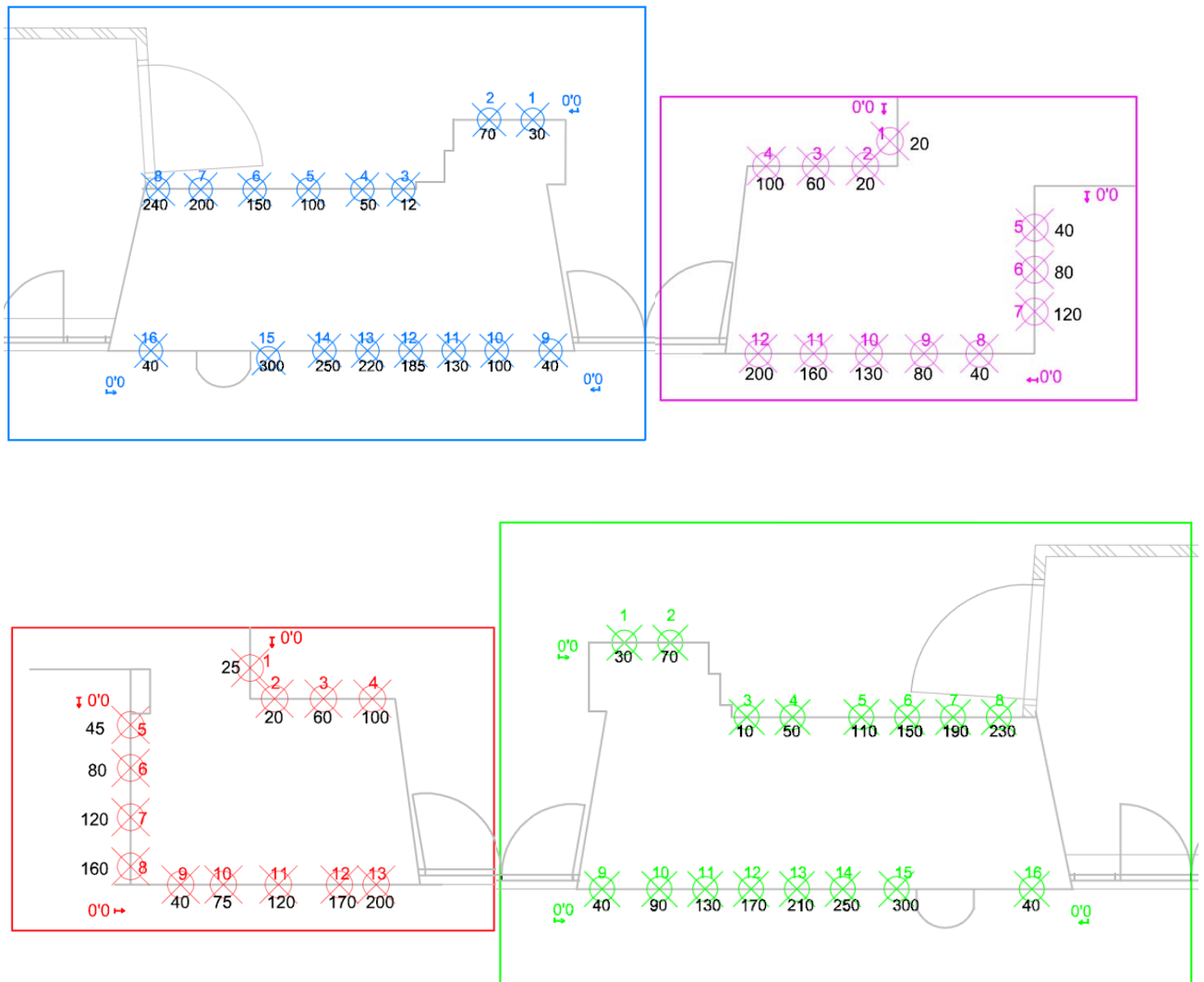


Fig.4 Punti indicati fuori e dentro.

Fonte: Elaborazione propria

Prima dell'inizio della fase di acquisizione dei dati , abbiamo condotto una prova su una parte di muro con le stesse caratteristiche del muro esterno per calibrare l'apparecchio (dimensioni della maglia che misura la velocità) (Fig.5-6).



Fig.5-6 Prova di calibratura.

Fonte: Immagini di paternità propria

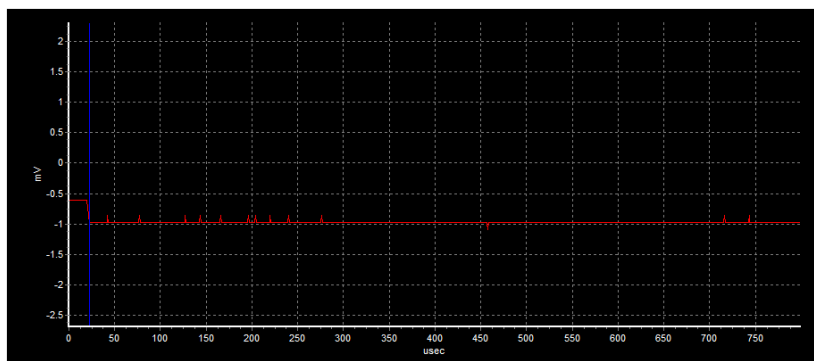
Successivamente si è proceduto ad eseguire il test nella prima sezione della parete per trasmissione diretta per trasparenza. Si sono generati impulsi in corrispondenza di ciascuno dei punti esterni con il martello mentre il ricevitore digitale ha registrato i “tempi di volo” in corrispondenza di ciascuno dei punti interni . Completati tutti i punti della prima zona , si è proceduto nello stesso modo con le altre tre zone per raccogliere tutti i dati.



Fig.7 Realizzazione Fonte: Immagini di paternità propria

4.2.3. PRE ANALISI DEI DATI

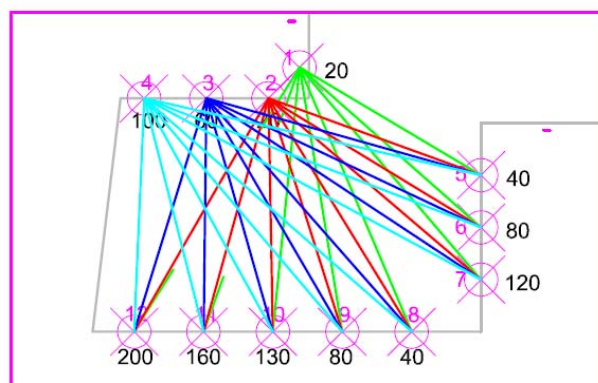
Per l'interpretazione dei dati raccolti nella prova sonica abbiamo filtrato le informazioni con il programma DATA SONIC , abbiamo, poi, programmato le caratteristiche di raccolta dati (per la trasparenza in sezione orizzontale , e con la frequenza di 1250 Hz) . Quando si inseriscono i punti misurati , il programma esegue una conversione di lunghezza d'onda di ogni punto e dà la velocità presa da ciascuno di essi per percorrere la sezione della parete fino al ricevitore .



Fonte: schema estratto del programma di sonica

SEZIONE 1

misura	microsec	dist(cm)	velocità (cm/microsec)	ricevitore	hammer
1	22,4	131,00	5,8482	1	5
2	22,4	153,00	6,8304	1	6
3	21,5	178,00	8,2791	1	7
4	22,4	193,00	8,6161	1	8
5	22,4	183,00	8,1696	1	9
9	21,5	139,00	6,4651	2	5
10	22,4	155,00	6,9196	2	6
11	21,5	177,00	8,2326	2	7
12	22,4	182,00	8,1250	2	8
13	22,4	166,00	7,4107	2	9
14	21,5	162,00	7,5349	2	10
15	22,4	169,00	7,5446	2	11
16	21,5	187,00	8,6977	2	12
17	21,5	177,00	8,2326	3	5
18	21,5	190,00	8,8372	3	6
19	23,4	208,00	8,8889	3	7
20	21,5	204,00	9,4884	3	8
21	22,4	180,00	8,0357	3	9
22	22,4	165,00	7,3661	3	10
23	22,4	162,00	7,2321	3	11
24	23,4	170,00	7,2650	3	12
25	23,4	215,00	9,1880	4	5
26	21,5	226,00	10,5116	4	6
27	23,4	241,00	10,2991	4	7
28	23,4	228,00	9,7436	4	8
29	21,5	201,00	9,3488	4	9
30	21,5	178,00	8,2791	4	10
31	23,4	164,00	7,0085	4	11
32	22,4	162,00	7,2321	4	12

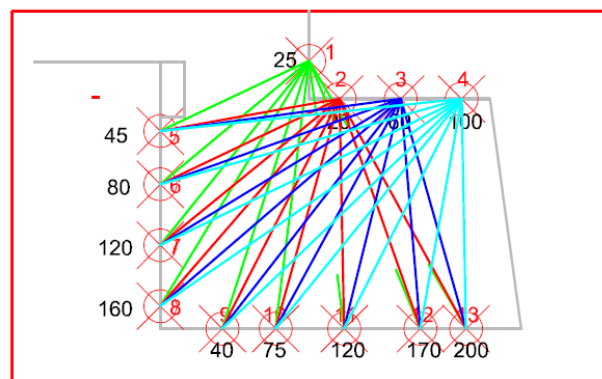


**I dati cui la traiettoria non è continua all'interno della muratura non sono stati considerati. (1-10; 1-11; 1-12)*

Fonte: Elaborazione propria

SEZIONE 2

misura	microsec	dist(cm)	velocità (cm/microsec)	ricevitore	hammer
37	21,5	112,00	5,2093	1	5
38	22,4	126,00	5,6250	1	6
39	22,4	150,00	6,6964	1	7
40	22,4	180,00	8,0357	1	8
41	22,4	198,00	8,8393	1	9
42	21,5	189,00	8,7907	1	10
46	21,5	125,00	5,8140	2	5
47	22,4	134,00	5,9821	2	6
48	21,5	148,00	6,8837	2	7
49	22,4	173,00	7,7232	2	8
50	23,4	182,00	7,7778	2	9
51	22,4	169,00	7,5446	2	10
52	21,5	162,00	7,5349	2	11
53	21,5	168,00	7,8140	2	12
54	21,5	178,00	8,2791	2	13
55	21,5	165,00	7,6744	3	5
56	22,4	169,00	7,5446	3	6
57	22,4	183,00	8,1696	3	7
58	21,5	204,00	9,4884	3	8
59	22,4	204,00	9,1071	3	9
60	21,5	185,00	8,6047	3	10
61	22,4	168,00	7,5000	3	11
62	23,4	162,00	6,9231	3	12
63	20,5	165,00	8,0488	3	13
64	22,4	205,00	9,1518	4	5
65	22,4	209,00	9,3304	4	6
66	23,4	220,00	9,4017	4	7
67	21,5	237,00	11,0233	4	8
68	21,5	231,00	10,7442	4	9
69	22,4	207,00	9,2411	4	10
70	23,4	183,00	7,8205	4	11
71	22,4	165,00	7,3661	4	12
72	21,5	162,00	7,5349	4	13



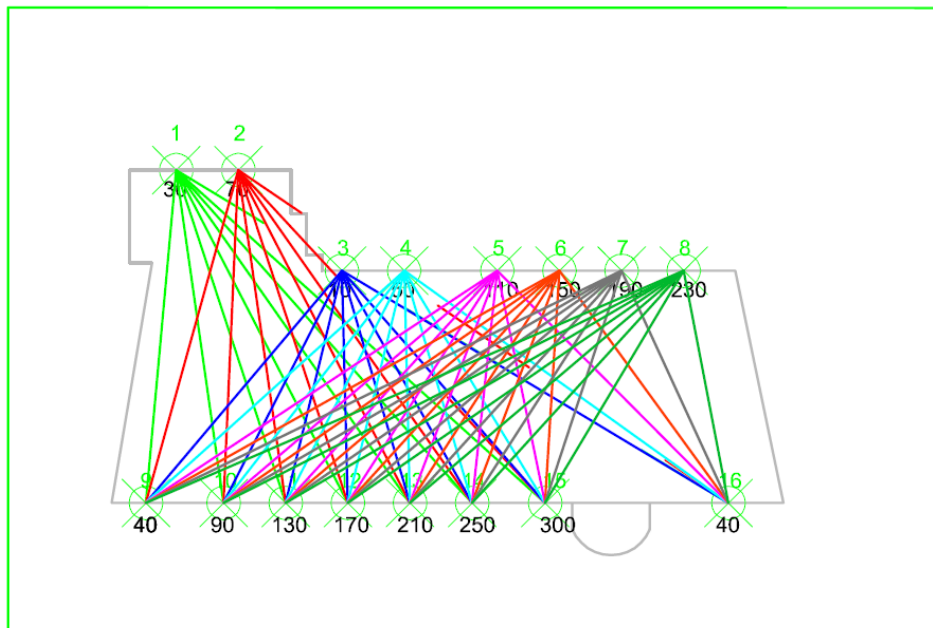
*I dati cui la traiettoria non è continua all'interno della muratura non sono stati considerati. (1-11; 1-12; 1-13)

Fonte: Elaborazione propria

SEZIONE 3

misura	microsec	dist(cm)	velocità (cm/microsec)	ricevitore	hammer
81	21,5	232,00	10,7907	1	9
82	23,4	238,00	10,1709	1	10
83	21,5	250,00	11,6279	1	11
84	22,4	268,00	11,9643	1	12
85	22,4	290,00	12,9464	1	13
86	23,4	316,00	13,5043	1	14
87	21,5	354,00	16,4651	1	15
89	23,4	234,00	10,0000	2	9
90	22,4	232,00	10,3571	2	10
91	22,4	238,00	10,6250	2	11
92	22,4	250,00	11,1607	2	12
93	22,4	268,00	11,9643	2	13
94	22,4	290,00	12,9464	2	14
97	23,4	195,00	8,3333	3	9
98	23,4	172,00	7,3504	3	10
99	23,4	163,00	6,9658	3	11
100	21,5	163,00	7,5814	3	12
101	22,4	172,00	7,6786	3	13
102	21,5	190,00	8,8372	3	14
103	22,4	222,00	9,9107	3	15
104	21,5	311,00	14,4651	3	16
105	21,5	220,00	10,2326	4	9
106	22,4	190,00	8,4821	4	10
107	21,5	172,00	8,0000	4	11
108	22,4	163,00	7,2768	4	12
109	22,4	163,00	7,2768	4	13
110	21,5	172,00	8,0000	4	14
111	23,4	197,00	8,4188	4	15
112	22,4	277,00	12,3661	4	16
113	22,4	264,00	11,7857	5	9
114	22,4	227,00	10,1339	5	10
115	22,4	201,00	8,9732	5	11
116	22,4	180,00	8,0357	5	12
117	21,5	166,00	7,7209	5	13
118	22,4	162,00	7,2321	5	14
119	21,5	170,00	7,9070	5	15
120	21,5	231,00	10,7442	5	16
121	23,4	297,00	12,6923	6	9
122	22,4	258,00	11,5179	6	10
123	21,5	272,00	12,6512	6	11
124	21,5	201,00	9,3488	6	12
125	22,4	180,00	8,0357	6	13
126	22,4	166,00	7,4107	6	14

127	21,5	162,00	7,5349	6	15
128	22,4	204,00	9,1071	6	16
129	23,4	333,00	14,2308	7	9
130	22,4	289,00	12,9018	7	10
131	21,5	256,00	11,9070	7	11
132	22,4	227,00	10,1339	7	12
133	22,4	201,00	8,9732	7	13
134	23,4	180,00	7,6923	7	14
135	23,4	164,00	7,0085	7	15
136	22,4	183,00	8,1696	7	16
137	20,5	367,00	17,9024	8	9
138	22,4	323,00	14,4196	8	10
139	22,4	289,00	12,9018	8	11
140	21,5	256,00	11,9070	8	12
141	22,4	227,00	10,1339	8	13
142	23,4	201,00	8,5897	8	14
143	23,4	175,00	7,4786	8	15
144	22,4	168,00	7,5000	8	16



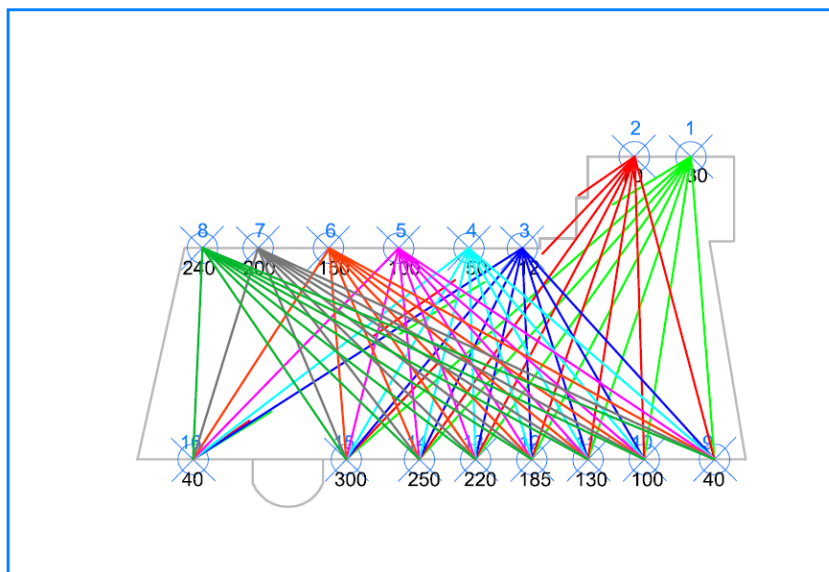
**I dati cui la traiettoria non è continua all'interno della muratura non sono stati considerati. (1-16;2-15; 2-16)*

Fonte: Elaborazione propria

SEZIONE 4

misura	microsec	dist(cm)	velocità (cm/microsec)	ricevitore	hammer
151	21,5	237,00	11,0233	1	9
152	23,4	244,00	10,4274	1	10
153	22,4	256,00	11,4286	1	11
154	21,5	274,00	12,7442	1	12
155	21,5	296,00	13,7674	1	13
156	22,4	322,00	14,3750	1	14
157	21,5	358,00	16,6512	1	15
159	22,4	239,00	10,6696	2	9
160	21,5	237,00	11,0233	2	10
161	23,4	244,00	10,4274	2	11
162	23,4	256,00	10,9402	2	12
163	22,4	274,00	12,2321	2	13
164	23,4	296,00	12,6496	2	14
167	22,4	194,00	8,6607	3	9
168	21,5	172,00	8,0000	3	10
169	21,5	163,00	7,5814	3	11
170	22,4	163,00	7,2768	3	12
171	24,4	173,00	7,0902	3	13
172	20,5	191,00	9,3171	3	14
173	20,5	223,00	10,8780	3	15
174	23,4	311,00	13,2906	3	16
175	23,4	218,00	9,3162	4	9
176	24,4	188,00	7,7049	4	10
177	22,4	171,00	7,6339	4	11
178	22,4	162,00	7,2321	4	12
179	22,4	163,00	7,2768	4	13
180	21,5	174,00	8,0930	4	14
181	23,4	198,00	8,4615	4	15
182	21,5	280,00	13,0233	4	16
183	24,4	254,00	10,4098	5	9
184	21,5	218,00	10,1395	5	10
185	21,5	193,00	8,9767	5	11
186	21,5	175,00	8,1395	5	12
187	23,4	164,00	7,0085	5	13
188	23,4	162,00	6,9231	5	14
189	23,4	174,00	7,4359	5	15
190	21,5	241,00	11,2093	5	16
191	22,4	294,00	13,1250	6	9
192	21,5	254,00	11,8140	6	10
193	21,5	225,00	10,4651	6	11
194	21,5	199,00	9,2558	6	12

195	23,4	179,00	7,6496	6	13
196	22,4	166,00	7,4107	6	14
197	22,4	162,00	7,2321	6	15
198	22,4	206,00	9,1964	6	16
199	23,4	337,00	14,4017	7	9
200	23,4	294,00	12,5641	7	10
201	21,5	262,00	12,1860	7	11
202	22,4	232,00	10,3571	7	12
203	22,4	205,00	9,1518	7	13
204	21,5	183,00	8,5116	7	14
205	22,4	165,00	7,3661	7	15
206	23,4	180,00	7,6923	7	16
207	23,4	374,00	15,9829	8	9
208	22,4	329,00	14,6875	8	10
209	22,4	295,00	13,1696	8	11
210	22,4	263,00	11,7411	8	12
211	20,5	232,00	11,3171	8	13
212	22,4	206,00	9,1964	8	14
213	22,4	179,00	7,9911	8	15
214	22,4	166,00	7,4107	8	16



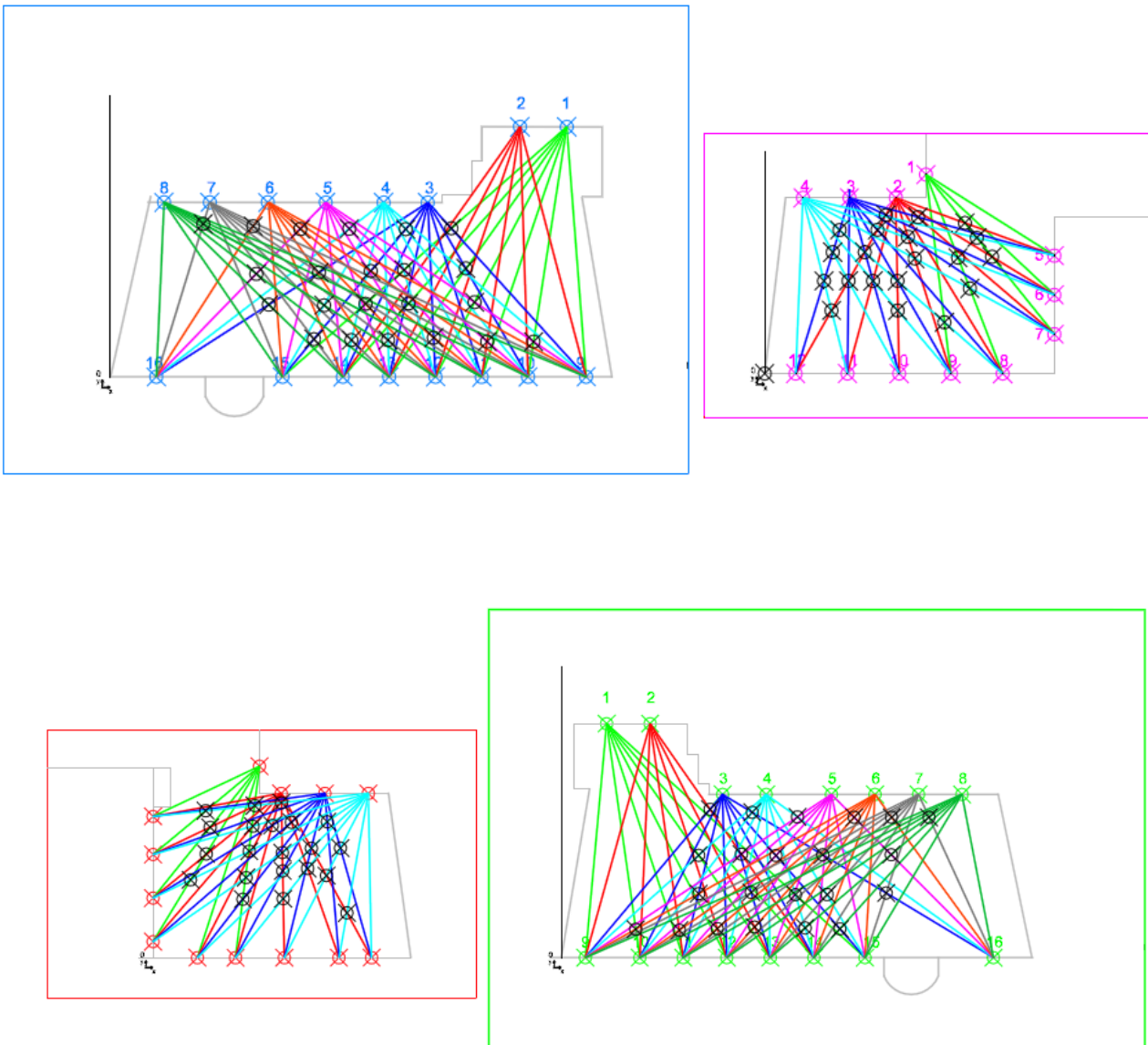
**I dati cui la traiettoria non è continua all'interno della muratura non sono stati considerati.(1-16;2-15; 2-16)*

Fonte: Elaborazione propria

Raccolti ed opportunamente filtrati i dati , per determinare per ogni impulso la giusta lunghezza di vola ed il giusto tempo e conseguentemente frequenza e lunghezza d'onda, si è proceduto sviluppando la mappa tomografica con il programma FIELD -3D , con il quale si ottengono curve isometriche interpolate in funzione della velocità di trasmissione del segnale e quindi della densità del materiale, in modo che i valori di velocità inferiori corrispondano a punti in cui è presente più discontinuità, e quindi le patologie di degradazione dei materiali.

La realizzazione di tali mappe tomografiche sono stati presi punti significativi e noti interni della sezione. La velocità normalizzata in ogni punto è la velocità media di tutti i percorsi che convergono in quel punto .

Tramite l'interpolazione mediata dei dati acquisiti in ogni punto di indagine si sono ottenuti dei valori indicativi delle velocità di trasmissione all'interno della parete. I punti per i quali sono passanti un maggiore numero di corde presentano un numero maggiore di valori e quindi un dato più affidabile.



Schema dei punti significativi selezionati per l'elaborazione dei tomogrammi.

Fonte: Elaborazione propria

TABELLA SEZIONE 2

x	y	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis							
0,97	1,75	37	1-5	5,2	38	1-6	5,62	39	1-7	6,69	40	1-8	8,03	41	1-9	8,83	42	1-10	8,79	52	2-11	7,53	53	2-12	7,81	54	2-13	8,27	
1,17	1,5	46	2-5	5,81	47	2-6	5,98	48	2-7	6,88	49	2-8	7,72	50	2-9	7,77	51	2-10	7,54	52	2-11	7,53	53	2-12	7,81	54	2-13	8,27	
1,57	1,5	55	3-5	7,67	56	3-6	7,54	57	3-7	8,16	58	3-8	9,48	59	3-9	9,1	60	3-10	8,6	61	3-11	7,5	62	3-12	6,92	63	3-13	8,04	
1,97	1,5	64	4-5	9,15	65	4-6	9,33	66	4-7	9,4	67	4-8	11,02	68	4-9	10,74	69	4-10	9,24	70	4-11	7,8	71	4-12	7,36	72	4-13	7,53	
0	1,29	37	1-5	5,2	46	2-5	5,81	55	3-5	7,67	64	4-5	9,15																
0	0,94	38	1-6	5,62	47	2-6	5,98	56	3-6	7,54	65	4-6	9,33																
0	0,54	39	1-7	6,69	48	2-7	6,88	57	3-7	8,16	66	4-7	9,4																
0	0,14	40	1-8	8,03	49	2-8	7,72	58	3-8	9,48	67	4-8	11,02																
0,41	0	41	1-9	8,83	50	2-9	7,77	59	3-9	9,1	68	4-9	10,74																
0,75	0	42	1-10	8,79	51	2-10	7,54	60	3-10	8,6	69	4-10	9,24																
1,2	0				52	2-11	7,53	61	3-11	7,5	70	4-11	7,8																
1,7	0				53	2-12	7,81	62	3-12	6,92	71	4-12	7,36																
2	0				54	2-13	8,27	63	3-13	8,04	72	4-13	7,53																
1,78	0,41	54	2-13	8,27	71	4-12	7,36																						
1,19	0,54	52	2-11	7,53	69	4-10	9,24																						
0,82	0,53	42	1-10	8,79	59	3-9	9,1																						
1,59	0,75	54	2-13	8,27	70	4-11	7,8																						
1,42	0,81	53	2-12	7,81	69	4-10	9,24																						
1,19	0,79	52	2-11	7,53	60	3-10	8,6																						
0,85	0,73	42	1-10	8,79	67	4-8	11,02																						
0,34	0,71	40	1-8	8,03	66	4-7	9,4																						
1,72	1	63	3-13	8,04	70	4-11	7,8																						
1,45	1	54	2-13	8,27	61	3-11	7,5																						
1,18	0,96	52	2-11	7,53	67	4-8	11,02																						
0,88	0,97	42	1-10	8,79	66	4-7	9,4																						
0,48	0,94	40	1-8	8,03	48	2-7	6,88																						
1,6	1,24	62	3-12	6,92	67	4-8	11,02																						
1,27	1,24	53	2-12	7,81	58	3-8	9,48																						
1,09	1,21	51	2-10	7,54	57	3-7	8,16																						
0,91	1,2	58	3-8	9,48	65	4-6	9,33																						
0,52	0,19	39	1-7	6,69	47	2-6	5,98																						
1,18	1,42	52	2-11	7,53	64	4-5	9,15																						
0,93	1,39	42	1-10	8,79	64	4-5	9,15																						
0,48	1,34	38	1-6	5,62	64	4-5	9,15																						

SEZIONE TABELLA 3

x	y	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	
0,41	2,15	81	1-9	10,79	82	1-10	10,17	83	1-11	11,62	84	1-12	11,96	85	1-13	12,94	86	1-14	13,5	87	1-15	16,46				
0,81	2,15	89	2-9	10	90	2-10	10,35	91	2-11	10,62	92	2-12	11,16	93	2-13	11,96	94	2-14	12,94							
1,48	1,5	97	3-9	8,33	98	3-10	7,35	99	3-11	6,96	100	3-12	7,58	101	3-13	7,67	102	3-14	8,83	103	3-15	9,91	104	3-16	14,46	
1,88	1,5	105	4-9	10,23	106	4-10	8,48	107	4-11	8	108	4-12	7,27	109	4-13	7,27	110	4-14	8	111	4-15	8,41	112	4-16	12,36	
2,44	1,5	113	5-9	11,78	114	5-10	10,13	115	5-11	8,97	116	5-12	8,03	117	5-13	7,72	118	5-14	7,23	119	5-15	7,9	120	5-16	10,74	
2,88	1,5	121	6-9	12,69	122	6-10	11,51	123	6-11	12,65	124	6-12	9,34	125	6-13	8,03	126	6-14	7,41	127	6-15	7,53	128	6-16	9,1	
3,28	1,5	129	7-9	14,23	130	7-10	12,9	131	7-11	11,9	132	7-12	10,13	133	7-13	8,97	134	7-14	7,69	135	7-15	7	136	7-16	8,16	
3,68	1,5	137	8-9	17,9	138	8-10	14,41	139	8-11	12,9	140	8-12	11,9	141	8-13	10,13	142	8-14	8,58	143	8-15	7,47	144	8-16	7,5	
0,22	0	81	1-9	10,79	89	2-9	10	97	3-9	8,33	105	4-9	10,23	113	5-9	11,78	121	6-9	12,69	129	7-9	14,23	137	8-9	17,9	
0,72	0	82	1-10	10,17	90	2-10	10,35	98	3-10	7,35	106	4-10	8,48	114	5-10	10,13	122	6-10	11,51	130	7-10	12,9	138	8-10	14,41	
1,12	0	83	1-11	11,62	91	2-11	10,52	99	3-11	6,96	107	4-11	8	115	5-11	8,97	123	6-11	12,65	131	7-11	11,9	139	8-11	12,9	
1,52	0	84	1-12	11,96	92	2-12	11,16	100	3-12	7,58	108	4-12	7,27	116	5-12	8,03	124	6-12	9,34	132	7-12	10,13	140	8-12	11,9	
1,92	0	85	1-13	12,94	93	2-13	11,96	101	3-13	7,57	109	4-13	7,27	117	5-13	7,72	125	6-13	8,03	133	7-13	8,97	141	8-13	10,13	
2,32	0	86	1-14	13,5	94	2-14	12,94	102	3-14	8,83	110	4-14	8	118	5-14	7,23	126	6-14	7,41	134	7-14	7,59	142	8-14	8,58	
2,79	0	87	1-15	16,46				103	3-15	9,91	111	4-15	8,41	119	5-15	7,9	127	6-15	7,53	135	7-15	7	143	8-15	7,47	
3,97	0							104	3-16	14,46	112	4-16	12,36	120	5-16	10,74	128	6-16	9,1	136	7-16	8,16	144	8-16	7,5	
2,55	0,26	103	3-15	9,91	142	8-14	8,58																			
2,24	0,27	110	4-14	8	141	8-13	10,13																			
1,77	0,28	93	2-13	11,96	124	6-12	9,34																			
1,43	0,26	92	2-12	11,16	123	6-11	12,55																			
1,08	0,25	91	2-11	10,62	122	6-10	11,51																			
0,68	0,26	82	1-10	10,17	121	6-9	12,59																			
2,98	0,59	104	3-16	14,46	135	7-15	7																			
2,44	0,57	111	4-15	8,41	133	7-13	8,97																			
2,15	0,57	87	1-15	16,46	110	4-14	8																			
1,74	0,6	101	3-13	7,67	130	7-10	12,9																			
1,26	0,58	99	3-11	6,96	121	6-9	12,59																			
3,03	0,94	120	5-16	10,74	141	8-13	10,13																			
2,4	0,94	104	3-16	14,46	137	8-9	17,9																			
1,97	93	103	3-15	9,91	115	5-11	8,97																			
1,65	0,95	94	2-14	12,94	113	5-9	11,78																			
1,26	0,94	85	1-13	12,94	105	4-9	10,23																			
3,37	1,28	136	7-16	8,16	140	8-12	11,9																			
3,03	1,28	128	6-16	9,1	132	7-12	10,13																			
2,69	1,28	120	5-16	10,74	124	6-12	9,34																			
2,16	1,29	112	4-16	12,36	113	5-9	11,78																			
1,75	1,33	104	3-16	14,46	106	4-10	8,48																			
1,36	1,32	94	2-14	12,94	97	3-9	8,33																			

TABELLA SEZIONE 4

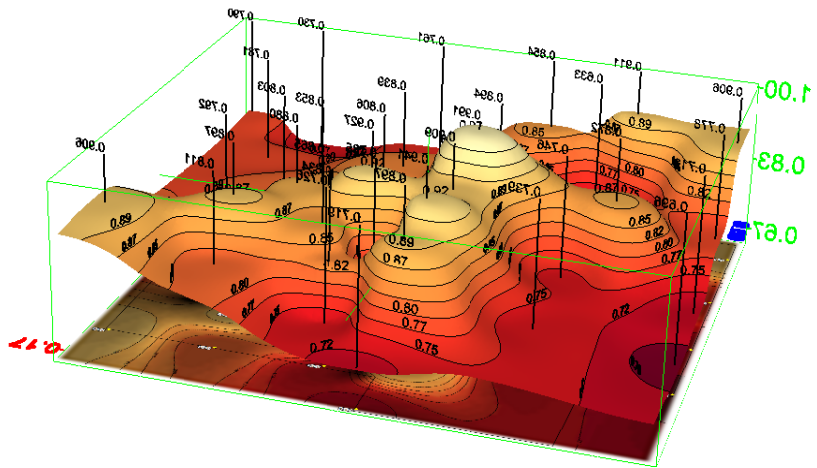
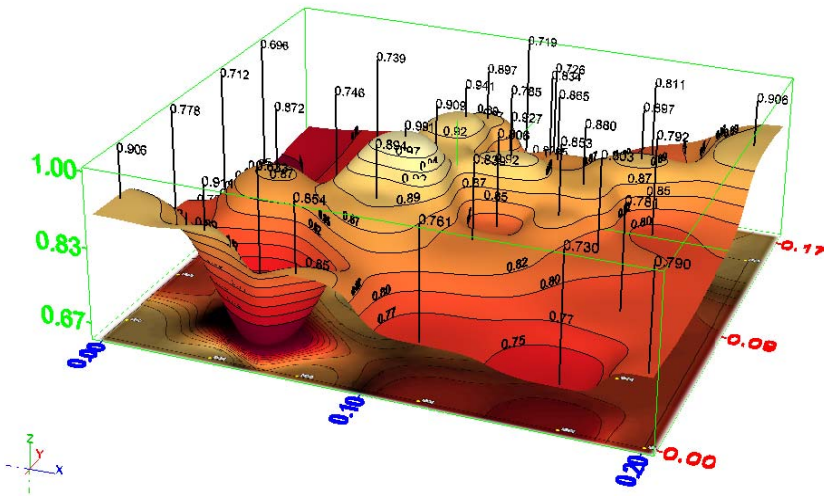
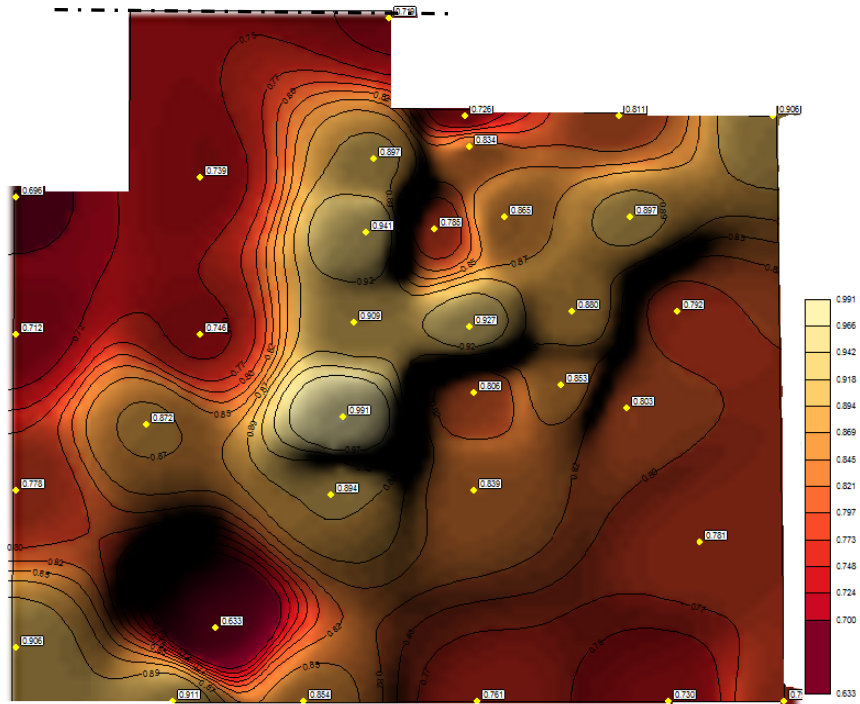
x	y	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis	n° mis	corda	val.mis		
3,94	2,15	151	1-9	11,02	152	1-10	10,42	153	1-11	11,42	154	1-12	12,74	155	1-13	13,76	156	1-14	14,37	157	1-15	16,65					
3,53	2,15	159	2-9	10,66	160	2-10	11,02	161	2-11	10,42	162	2-12	10,94	163	2-13	12,23	164	2-14	12,64								
2,74	1,5	167	3-9	8,66	168	3-10	8	169	3-11	7,58	170	3-12	7,27	171	3-13	7,09	172	3-14	9,31	173	3-15	10,87	174	3-16	16,29		
2,86	1,5	175	4-9	9,31	176	4-10	7,7	177	4-11	7,63	178	4-12	7,23	179	4-13	7,27	180	4-14	8,09	181	4-15	8,46	182	4-16	13,02		
1,86	1,5	183	5-9	10,4	184	5-10	10,13	185	5-11	8,97	186	5-12	8,13	187	5-13	7	188	5-14	6,92	189	5-15	7,43	190	5-16	11,2		
1,37	1,5	191	6-9	13,12	192	6-10	11,81	193	6-11	10,46	194	6-12	9,25	195	6-13	7,64	196	6-14	7,41	197	6-15	7,23	198	6-16	9,19		
0,86	1,5	199	7-9	14,4	200	7-10	12,56	201	7-11	12,18	202	7-12	10,35	203	7-13	9,15	204	7-14	8,51	205	7-15	7,36	206	7-16	7,69		
0,16	1,5	207	8-9	15,98	208	8-10	14,68	209	8-11	13,16	210	8-12	11,74	211	8-13	11,31	212	8-14	9,19	213	8-15	7,99	214	8-16	7,41		
4,1	0	151	1-9	11,02	159	2-9	10,66	167	3-9	8,66	175	4-9	9,31	183	5-9	10,4	191	6-9	13,12	199	7-9	14,4	207	8-9	15,98		
3,6	0	152	1-10	10,42	160	2-10	11,02	168	3-10	8	176	4-10	7,7	184	5-10	10,13	192	6-10	11,81	200	7-10	12,56	208	8-10	14,68		
3,2	0	153	1-11	11,42	161	2-11	10,42	169	3-11	7,58	177	4-11	7,63	185	5-11	8,97	193	6-11	10,46	201	7-11	12,18	209	8-11	13,16		
2,8	0	154	1-12	12,74	162	2-12	10,94	170	3-12	7,27	178	4-12	7,23	186	5-12	8,13	194	6-12	9,25	202	7-12	10,35	210	8-12	11,74		
2,4	0	155	1-13	13,76	163	2-13	12,23	171	3-13	7,09	179	4-13	7,27	187	5-13	7	195	6-13	7,64	203	7-13	9,15	211	8-13	11,31		
2	0	156	1-14	14,37	164	2-14	12,64	172	3-14	9,31	180	4-14	8,09	188	5-14	6,92	196	6-14	7,41	204	7-14	8,51	212	8-14	9,19		
1,48	0	157	1-15	16,65				173	3-15	10,87	181	4-15	8,46	189	5-15	7,43	197	6-15	7,23	205	7-15	7,36	213	8-15	7,99		
0,4	0							174	3-16	16,29	182	4-16	13,02	190	5-16	11,2	198	6-16	9,19	206	7-16	7,69	214	8-16	7,41		
3,65	0,3	152	1-10	10,42	183	5-9	10,4																				
3,25	0,31	161	2-11	10,42	184	5-10	10,13																				
2,79	0,33	170	3-12	7,27	193	6-11	10,46																				
2,39	0,31	179	4-13	7,27	202	7-12	10,35																				
2,08	0,31	180	4-14	8,09	203	7-13	9,15																				
1,76	0,32	173	3-15	10,87	204	7-14	8,51																				
3,14	0,64	154	1-12	12,74	183	5-9	10,4																				
2,57	0,63	156	1-14	14,37	207	8-9	15,98																				
2,2	0,62	157	1-15	16,65	194	6-12	9,25																				
1,84	0,61	181	4-15	8,46	210	8-12	11,74																				
1,37	0,62	174	3-16	16,29	212	8-14	9,19																				
3,07	0,92	155	1-13	13,76	168	3-10	8																				
2,53	0,92	157	1-15	16,65	184	5-10	10,13																				
2,25	0,9	173	3-15	10,87	192	6-10	11,81																				
1,8	0,89	174	3-16	16,29	201	7-11	12,18																				
1,26	0,88	190	5-16	11,2	211	8-13	11,31																				
2,94	1,27	157	1-15	16,65	167	3-9	8,66																				
2,55	1,26	173	3-15	10,87	176	4-10	7,7																				
2,06	1,27	182	4-16	13,02	185	5-11	8,97																				
1,64	1,26	193	6-11	10,46	190	5-16	11,2																				
1,23	1,29	198	6-16	9,19	200	7-10	12,56																				
0,8	0,31	206	7-16	7,69	209	8-11	13,16																				

TABELLA DI RISULTATI

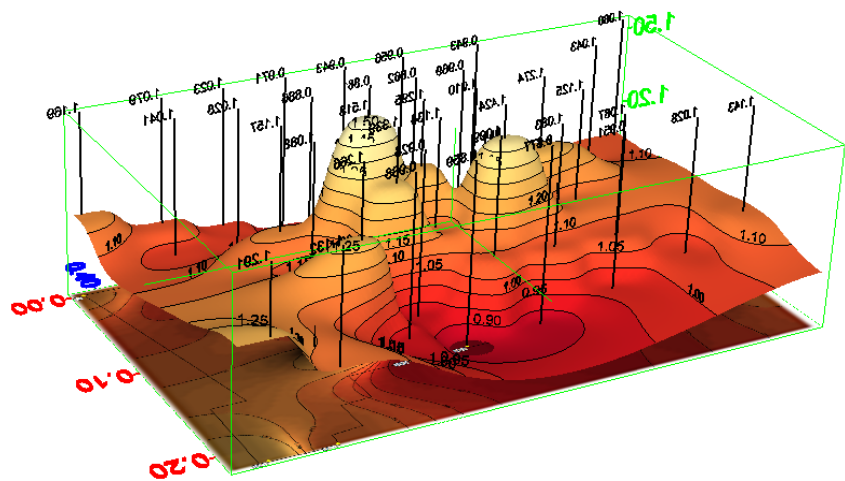
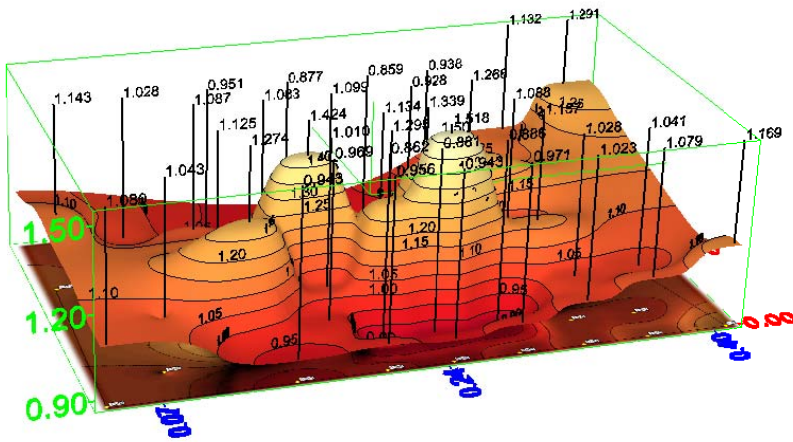
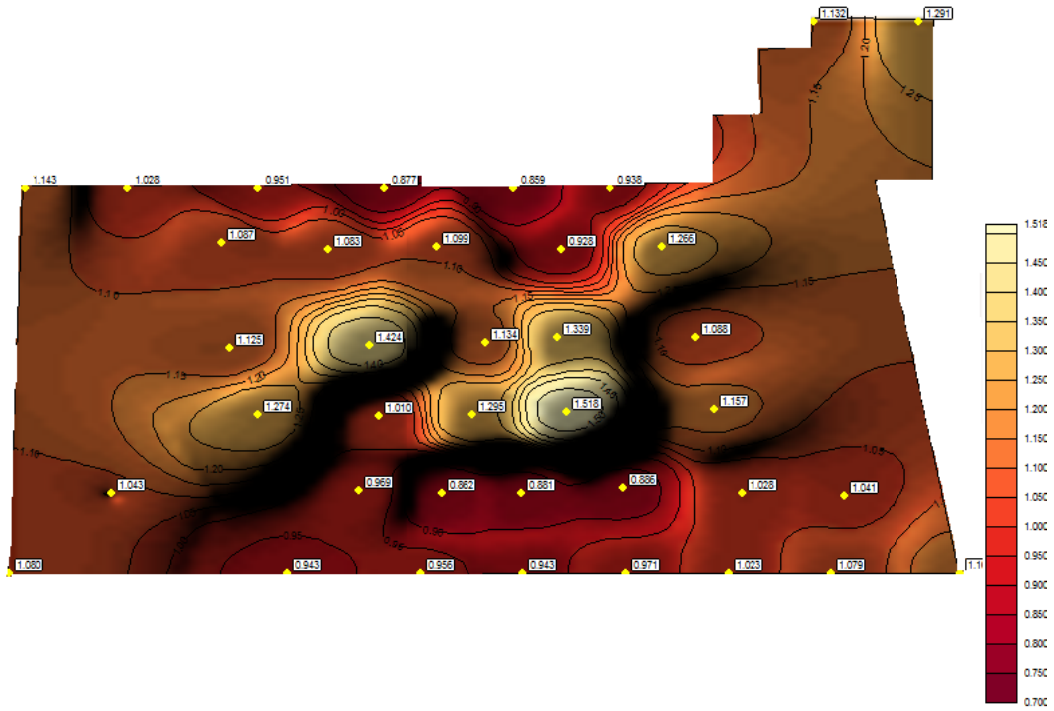
valore medio	stringa	valore medio	stringa	valore medio	stringa	valore medio	stringa
7,845	0,058, 0,049, 0,7845	7,19	0,097, 0,175, 0,719	12,49	0,041, 0,215, 1,249	12,91	0,394, 0,215, 1,291
8,435	0,114, 0,049, 0,8435	7,25	0,117, 0,15, 0,725	11,17	0,081, 0,215, 1,117	11,32	0,353, 0,215, 1,13
8,95	0,155, 0,039, 0,895	8,11	0,157, 0,15, 0,811	8,88	0,148, 0,15, 0,888	9,38	0,274, 0,15, 0,938
7,13	0,051, 0,076, 0,713	9,06	0,197, 0,15, 0,906	8,75	0,188, 0,15, 0,875	8,59	0,256, 0,15, 0,858
8,48	0,072, 0,076, 0,848	6,9575	0, 0,129, 0,69575	9,06	0,244, 0,15, 0,906	8,77	0,186, 0,15, 0,877
8,44	0,093, 0,076, 0,844	7,1175	0, 0,094, 0,71175	9,78	0,288, 0,15, 0,978	9,51	0,137, 0,15, 0,951
8,635	0,114, 0,076, 0,8635	7,7825	0, 0,054, 0,77825	10,12	0,328, 0,15, 1,012	10,28	0,006, 0,15, 1,0275
9,45	0,175, 0,074, 0,945	9,0625	0, 0,014, 0,90625	11,35	0,368, 0,15, 1,134875	11,43	0,046, 0,15, 1,14325
7,665	0,058, 0,101, 0,7765	9,11	0,041, 0, 0,911	11,99	0,022, 0, 1,199375	11,69	0,41, 0, 1,169375
8,55	0,086, 0,101, 0,855	8,5425	0,075, 0, 0,85425	10,66	0,072, 0, 1,06625	10,79	0,36, 0, 1,079
8,85	0,128, 0,099, 0,885	7,61	0,12, 0, 0,761	10,45	0,112, 0, 1,04525	10,23	0,32, 0, 1,02275
9,56	0,165, 0,099, 0,956	7,36	0,17, 0, 0,736	9,67	0,152, 0, 0,967125	9,71	0,28, 0, 0,970
7,59	0,196, 0,1, 0,759	7,94	0,2, 0, 0,794	9,34	0,192, 0, 0,933625	9,43	0,24, 0, 0,943125
8,5	0,064, 0,121, 0,85	7,815	0,178, 0,041, 0,7815	9,27	0,232, 0, 0,92725	9,56	0,2, 0, 0,9555
9,085	0,097, 0,122, 0,9085	8,385	0,119, 0,054, 0,8385	9,24	0,279, 0, 0,924	9,43	0,148, 0, 0,942
8,96	0,123, 0,116, 0,896	8,945	0,082, 0,053, 0,8945	10,39	7, 0, 1,38	10,80	0,04, 0, 1,08
8,045	0,161, 0,121, 0,8045	8,035	0,159, 0,075, 0,8035	9,25	0,255, 0,026, 0,9245	10,41	0,365, 0,03, 1,041
8,76	0,104, 0,135, 0,876	8,525	0,142, 0,081, 0,8525	9,07	0,224, 0,027, 0,9065	10,28	0,325, 0,031, 1,0275
8,23	0,132, 0,134, 0,823	8,065	0,119, 0,079, 0,8065	10,65	0,177, 0,028, 1,065	9,87	0,279, 0,033, 0,886
7,365	0,172, 0,129, 0,7365	9,905	0,085, 0,073, 0,9905	11,91	0,143, 0,026, 1,1905	8,81	0,239, 0,031, 0,881
7,742	0,139, 0,17, 0,7742	8,715	0,034, 0,071, 0,8715	11,07	0,108, 0,025, 1,1065	8,62	0,208, 0,031, 0,862
7,61125	0,113, 0,15, 0,761125	7,92	0,172, 0,1, 0,792	11,43	0,088, 0,026, 1,143	9,89	0,176, 0,032, 0,989
8,1625	0,073, 0,15, 0,81625	8,83	0,145, 0,1, 0,883	10,73	0,298, 0,059, 1,073	11,57	0,314, 0,064, 1,157
8,945	0,033, 0,15, 0,8945	9,275	0,118, 0,096, 0,9275	8,69	0,244, 0,057, 0,969	15,18	0,257, 0,063, 1,5175
7,4275	0,25, 0,101, 0,74275	9,095	0,088, 0,097, 0,9095	12,23	0,215, 0,057, 1,223	12,95	0,22, 0,062, 1,295
8,27	0,25, 0,067, 0,827	7,455	0,048, 0,094, 0,7455	10,29	0,174, 0,06, 1,0285	10,10	0,184, 0,061, 1,01
8,9175	0,25, 0,033, 0,89175	8,97	0,16, 0,124, 0,897	9,83	0,126, 0,058, 0,9825	12,74	0,137, 0,062, 1,274
8,9875	0,205, 0, 0,89875	8,645	0,127, 0,124, 0,8645	10,44	0,303, 0,094, 1,0435	10,88	0,307, 0,092, 1,088
8,485	0,16, 0, 0,8485	7,85	0,109, 0,121, 0,785	16,18	0,24, 0,094, 1,618	11,34	0,253, 0,092, 1,139
7,72	0,116, 0, 0,772	9,405	0,091, 0,12, 0,9405	9,44	0,197, 9,3, 0,944	14,24	0,18, 0,089, 1,4235
7,25	0,071, 0, 0,725	6,335	0,052, 0,019, 0,6335	12,36	0,165, 0,095, 1,236	11,26	0,126, 0,088, 1,1255
0,072	0,026, 0, 0,77	8,34	0,118, 0,142, 0,834	11,59	0,126, 0,094, 1,1585	12,66	0,294, 0,127, 1,2655
		8,97	0,093, 0,139, 0,897	10,03	0,337, 0,128, 1,003	9,29	0,255, 0,126, 0,9265
		7,385	0,048, 0,134, 0,7385	9,62	0,303, 0,128, 0,9615	11,00	0,206, 0,127, 1,0995
				10,04	0,269, 0,128, 1,004	10,83	0,164, 0,126, 1,083
				12,07	0,216, 0,129, 1,207	10,88	0,123, 0,129, 1,0875
				11,47	0,175, 0,133, 1,147	10,43	0,08, 0,031, 1,0425
				10,635	0,136, 0,132, 1,0635		

*L'elaborazione si conclude con una serie di dati cartesiani riportati in "stringhe" cartesiane di 3 dati: coordinate planimetriche (x,y) e velocità normalizzata sul punto significativo.

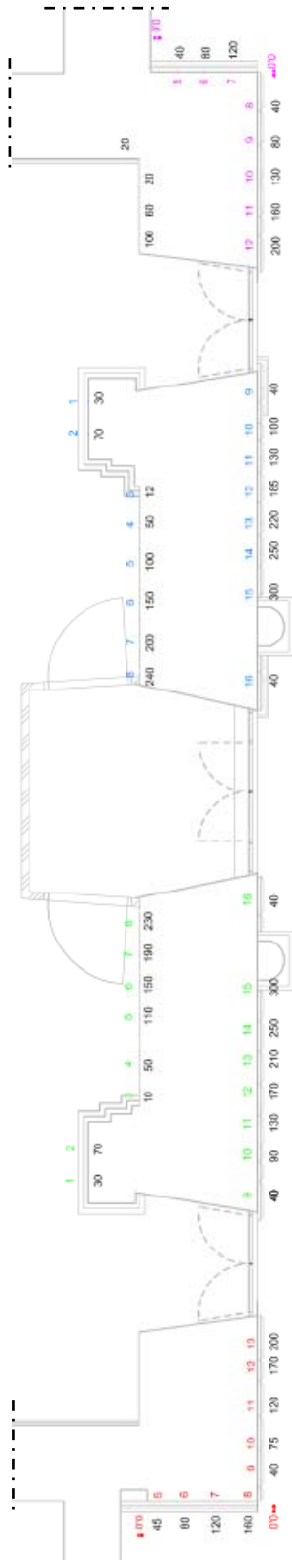
SEZIONE 2



SEZIONE 4



SECUENZA DI SEZIONI



Fonte: Elaborazione propria



Fonte: Immagini estratte del programma 3D Field

**Le aree in cui colore è più intenso corrispondono alle zone di peggior propagazione dell'onda in cui è presumibile aspettarsi le maggiori discontinuità murarie. L'addensarsi di aree a bassa propagazione ai bordi della sezione è indice di una diffusa separazione delle camicie murarie dal nucleo.*

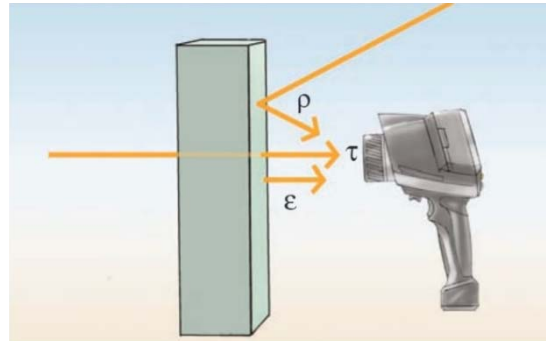
4.3. INDAGINE TERMOGRAFICA

4.3.1. GENERALITÀ SULLA METODOLOGIA

L'indagine termografica è un metodo non distruttivo che permette di ottenere diverse informazioni del oggetto che vogliamo analizzare come la presenza di fori e cavità, inclusioni e patologie nei materiali e presenza di umidità.

Ogni corpo con una temperatura superiore a 0°K (-273 °C) emette energia termica come raggi infrarossi. Mediante una termocamera è possibile rilevare la temperatura di un oggetto. Il calcolo è ottenuto in base a l'emissività propria della superficie del oggetto e l'energia riflessa.

La radiazione registrata dalla termocamera è composta da raggi a onda lunga emessi dal materiale, riflessi e trasmessi, provenienti dagli oggetti all'interno del campo visivo della termocamera.



Fonte esterna: Google Immagini

Dato che per la maggior parte dei materiali utili la trasmissione è trascurabile e la riflessione è omogenea a parità di esposizione il risultato finale della radiazione infrarossa rilevata è confrontabile e proporzionale alla distribuzione della temperatura sulla superficie del oggetto.

La termocamera di fatto è una matrice di pirometri puntuali che traduce il dato numerico del singolo punto di presa in un immagine in scala cromatica che corrisponde alla mappa delle temperature rilevate.

L'acqua, la neve e la brina hanno emissività relativamente basse, quindi misurare l'umidità di una superficie risulta particolarmente semplice. In campo architettonico in molte applicazioni di misura, la temperatura riflessa corrisponde alla temperatura ambiente. Questa può essere misurata con un termometro per la misura della temperatura atmosferica. Con gli opportuni settaggi di trasmissività e di riflessione la termocamera è in grado di formare un dato esatto ed affidabile.

L'indagine consente di rilevare il dato superficiale dell'energia termica emessa senza dare indicazioni dirette sulle porzioni murarie retrostanti la superficie, tuttavia una rilevazione effettuata in una fase della giornata di particolare variazione di temperatura (come la mattina presto e la sera verso il tramonto) consente di leggere il differenziale delle temperature superficiali dato da un più vento o più veloce raffreddamento della superficie.

Una diversa velocità di cessione di temperatura di un corpo è a sua volta indice di alterazioni che la termocamera aiuta ad evidenziare.

4.3.2. PREMESSA E METODOLOGIA DI LAVORO

Per la realizzazione della indagine termografica abbiamo lavorato con il prospetto sud-est, la facciata principale e il prospetto ovest in questo ordine. Su ognuno abbiamo fatto lo stesso procedimento. Prima di tutto, prendiamo la temperatura e l'umidità esterna con un termoisigrometro (Fig.1). Poi si acquisisce il termogramma con la termocamera di ogni zona del prospetto senza tralasciare nessuna porzione e poi torniamo a misurare la temperatura e umidità esterna in modo da avere un dato medio per equilibrare i dati di misura nelle fasi post-elaborazione (Fig.2).



Fig.1 Prima misura di temperatura e umidità
Fonte propria

Debiamo tenere in considerazione che l'orario di svolgimento dell'indagine non può essere ottimale per ogni esposizione in quanto a seconda del tempo d'insolazione non tutte le superfici mostravano variazioni dallo stato di quiete termica, ovvero lo stato (tipicamente in piena ombra protratta nel tempo di notte, oppure in piena insolazione protratta nel tempo) in cui tutta la superficie si presenta a temperatura costante in quanto le aree di maggiore inerzia termica hanno ormai ceduto alle porzioni adiacenti il proprio differenziale energetico accumulato.



Fig.2 Seconda misura di temperatura e umidità
Fonte propria

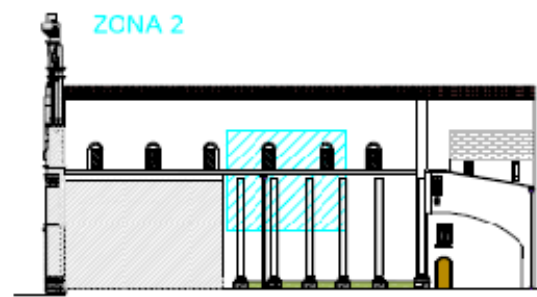
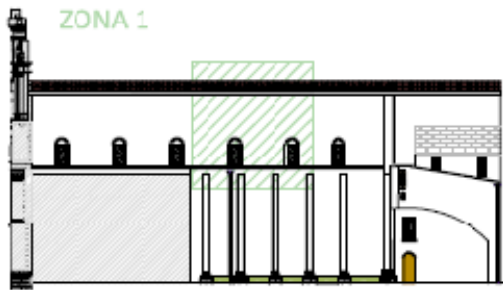
Una volta effettuato la raccolta di dati, interpretiamo il risultato. Per questo abbiamo usato il programma TESTO_3.6, mediante il quale analizziamo le catture fatte per vedere i contrasti termici che mostrano, aree di attraverso il differenziale energetico, aree con differente inerzia termica quali aree umide, la maggiore inerzia e pertanto più fredde (al mattino, la sera si avrebbe l'effetto opposto) od aree di minore inerzia (più calde nell'ispezione mattutina) che possono essere date da diversi fattori quali cavità sub-superficiali, inserzioni di materiali estranei, dispersioni... Il software inoltre consente la sovrapposizione sulla foto reali delle zone più lontane dal "rango" di temperatura media (temperatura ambiente) che corrispondono alle zone degradate, in modo da evidenziarne la collocazione e l'ampiezza del fenomeno.

4.3.3. RACCOLTA DI DATI

Di seguito si mostrano i dati ottenuti distinti per i prospetti indagati della chiesa. Prospetto destro, facciata principale e prospetto sinistro.



Fonte: Elaborazione propria



Fonte: Elaborazione propria

FOTO REALE

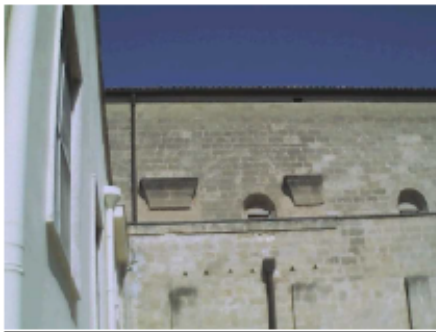


FOTO REALE

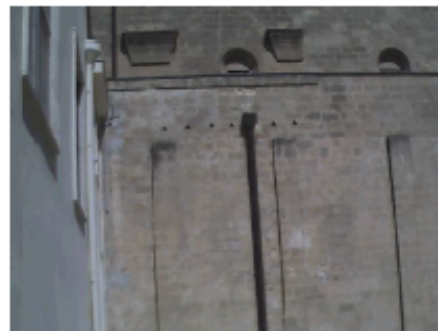


IMMAGINE TERMOCGRAFICA



IMMAGINE TERMOGRAFICA

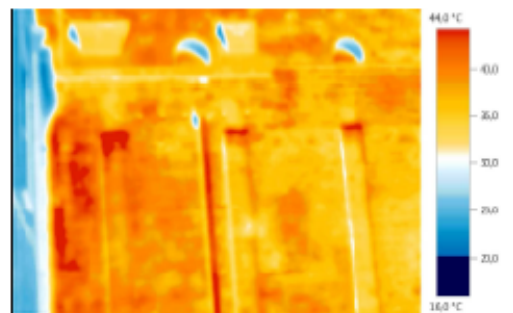
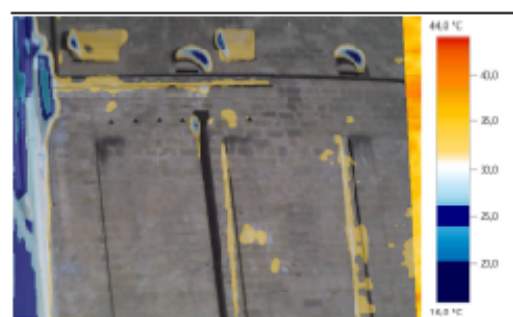


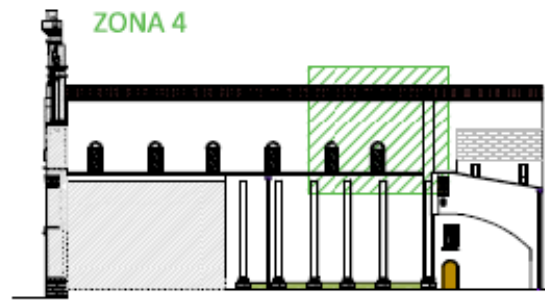
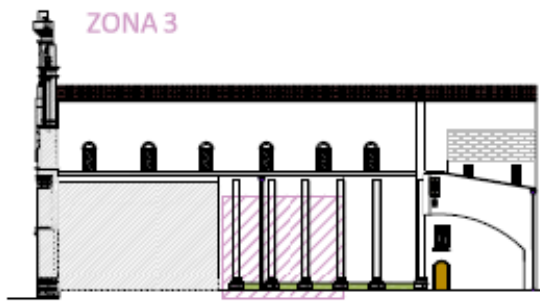
FOTO SOVRAPPOSIZIONE



FOTO SOVRAPPOSIZIONE



Fonte esterna: Immagini estratte del programma Testo (Termografie. Raccolta di dati)



Fonte: Elaborazione propria

FOTO REALE

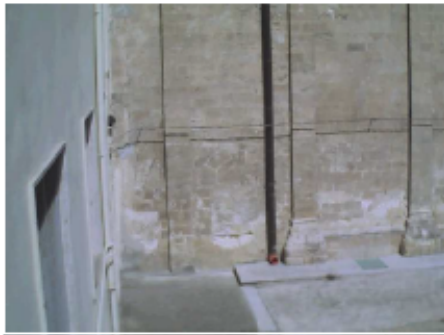


FOTO REALE

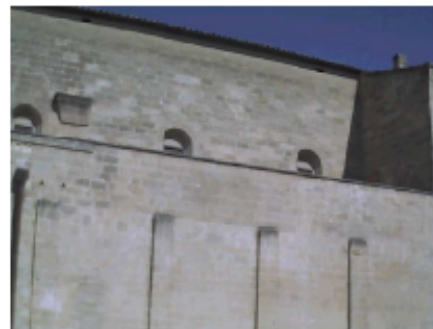


IMMAGINE TERMOGRAFICA

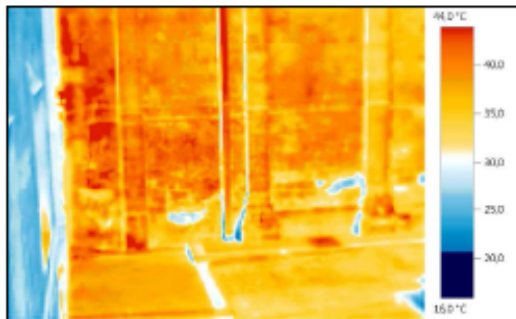


IMMAGINE TERMOGRAFICA

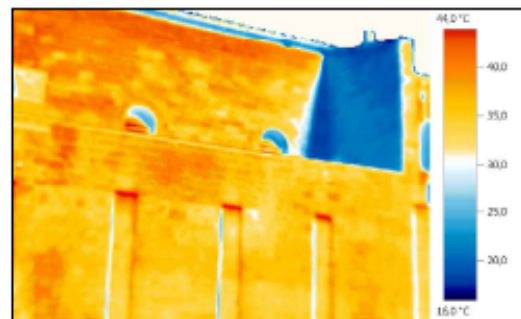


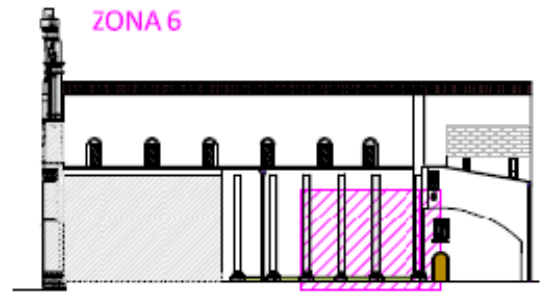
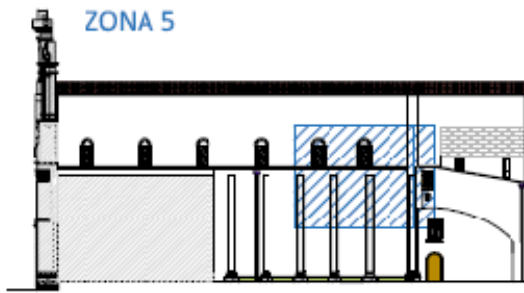
FOTO SOVRAPPOSIZIONE



FOTO SOVRAPPOSIZIONE



Fonte esterna: Immagini estratte del programma Testo (Termografie. Raccolta di dati)



Fonte: Elaborazione propria

FOTO REALE



FOTO REALE



IMMAGINE TERMOGRAFICA

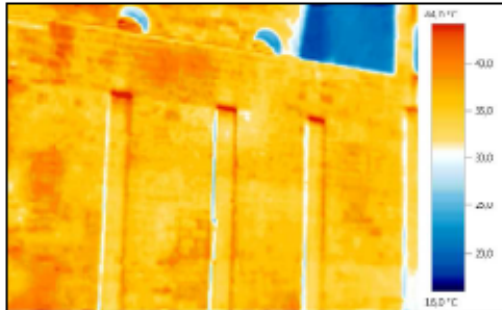


IMMAGINE TERMOGRAFICA

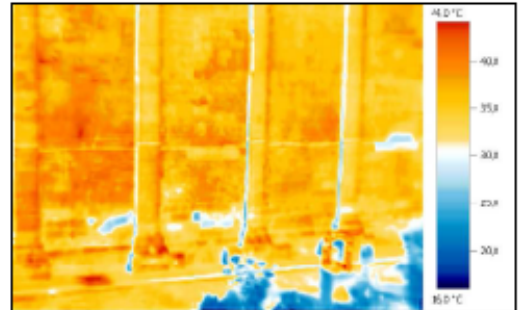
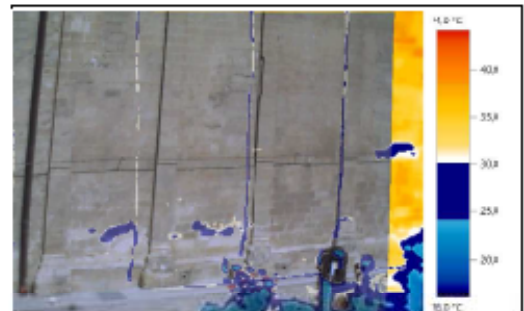


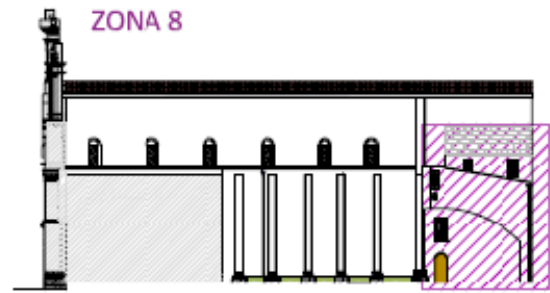
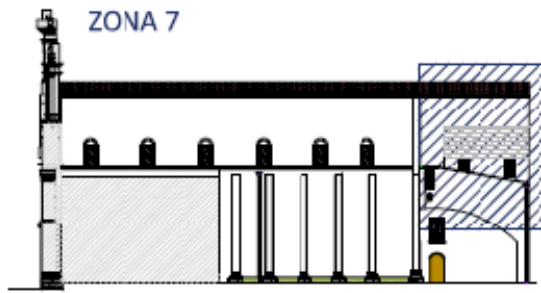
FOTO SOVRAPPOSIZIONE



FOTO SOVRAPPOSIZIONE



Fonte esterna: Immagini estratte del programma Testo (Termografie. Raccolta di dati)



Fonte: Elaborazione propria

FOTO REALE



FOTO REALE

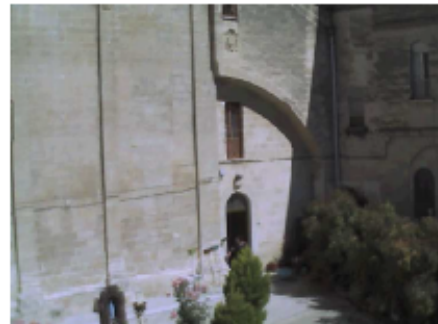


IMMAGINE TERMOGRAFICA

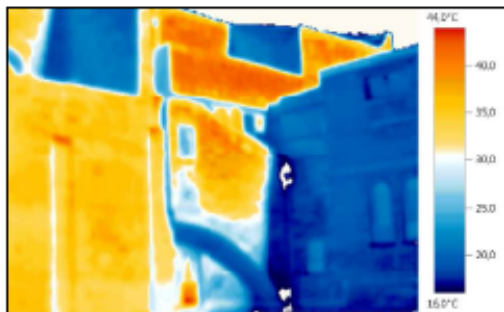


IMMAGINE TERMOGRAFICA

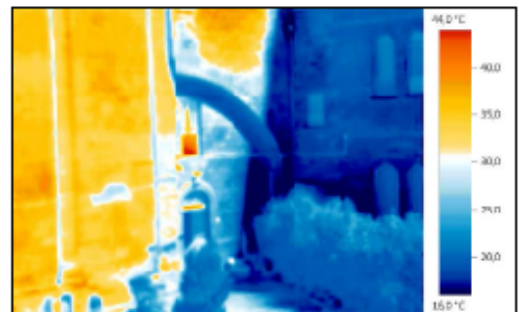


FOTO SOVRAPPOSIZIONE

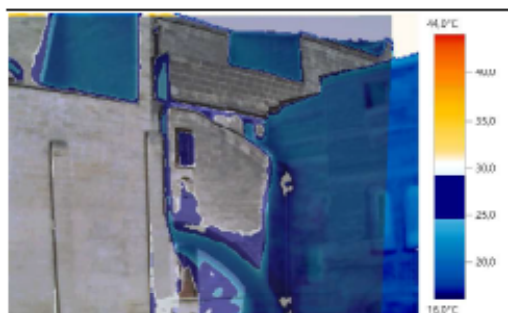
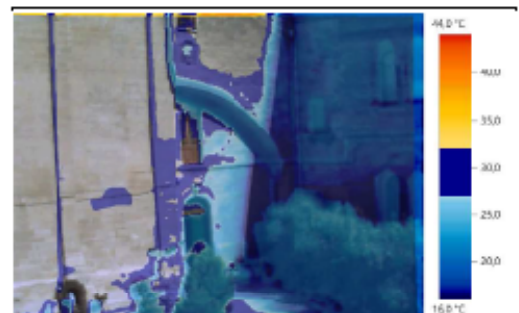


FOTO SOVRAPPOSIZIONE



Fonte esterna: Immagini estratte del programma Testo (Termografie. Raccolta di dati)

ZONA 1



FOTO REALE



IMMAGINE TERMOGRAFICA

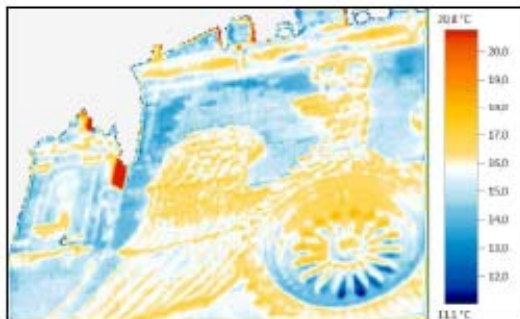


FOTO SOVRAPPOSIZIONE



ZONA 2

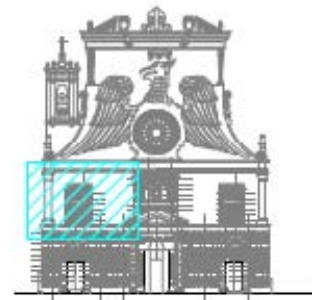


FOTO REALE

Fonte: Elaborazione propria



IMMAGINE TERMOGRAFICA



FOTO SOVRAPPOSIZIONE



Fonte esterna: Immagini estratte del programma Testo (Termografie. Raccolta di dati)

ZONA 3



FOTO REALE



IMMAGINE TERMOGRAFICA

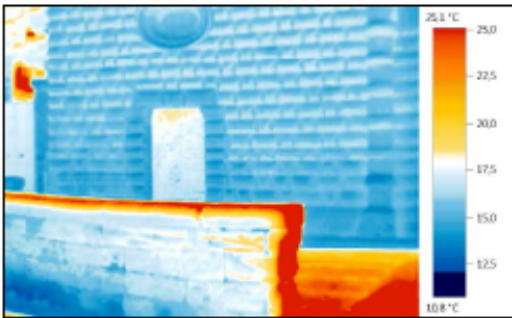


FOTO SOVRAPPOSIZIONE



ZONA 4



Fonte: Elaborazione propria

FOTO REALE



IMMAGINE TERMOGRAFICA

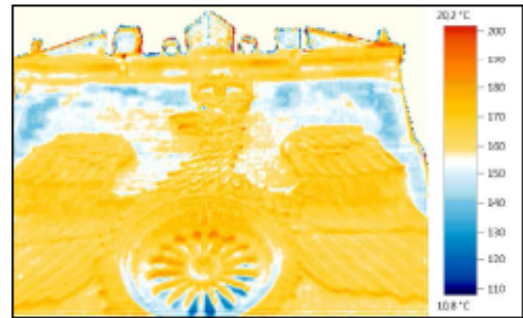
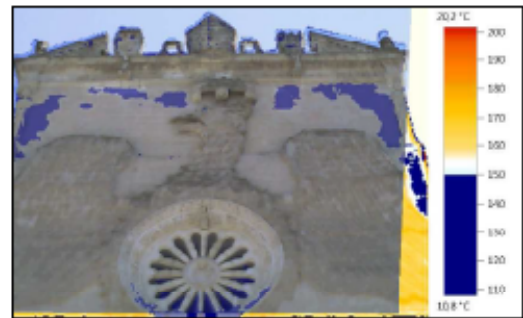


FOTO SCVRAPPOSIZIONE



Fonte esterna: Immagini estratte del programma Testo (Termografie. Raccolta di dati)

ZONA 5

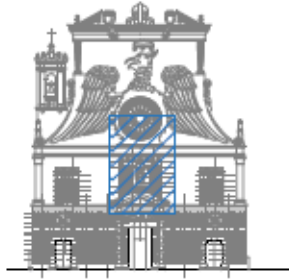


FOTO REALE



IMMAGINE TERMOGRAFICA

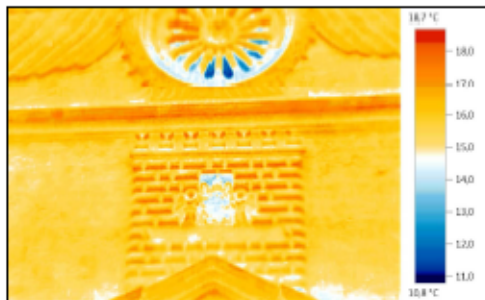


FOTO SOVRAPPOSIZIONE



ZONA 6



Fonte: Elaborazione propria

FOTO REALE



IMMAGINE TERMOGRAFICA

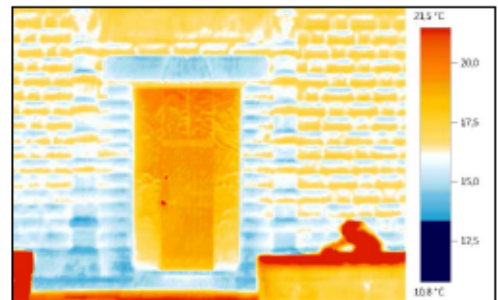


FOTO SOVRAPPOSIZIONE



Fonte esterna: Immagini estratte del programma Testo (Termografie. Raccolta di dati)

ZONA 7



FOTO REALE



IMMAGINE TERMOGRAFICA

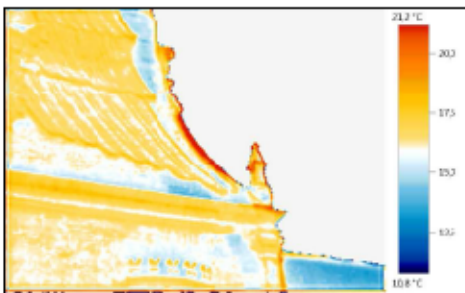
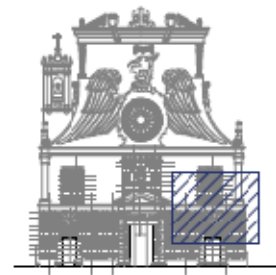


FOTO SOVRAPPOSIZIONE



ZONA 8



Fonte: Elaborazione propria

FOTO REALE



IMMAGINE TERMOGRAFICA



FOTO SOVRAPPOSIZIONE



Fonte esterna: Immagini estratte del programma Testo (Termografie. Raccolta di dati)

ZONA 9



FOTO REALE



IMMAGINE TERMOGRAFICA

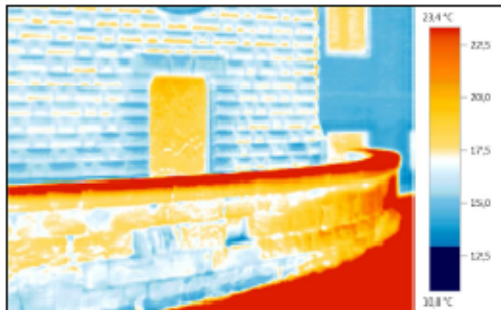
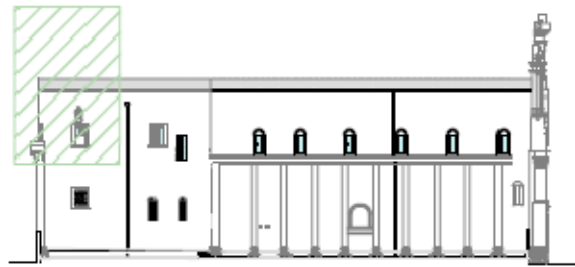


FOTO SOVRAPPOSIZIONE



ZONA 1



Fonte: Elaborazione propria

FOTO REALE

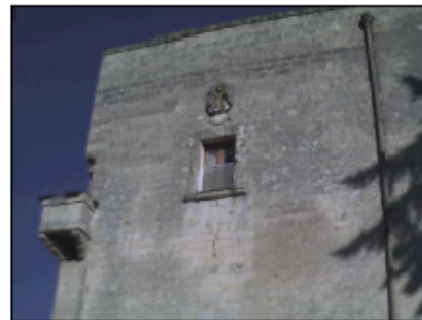


IMMAGINE TERMOGRAFICA

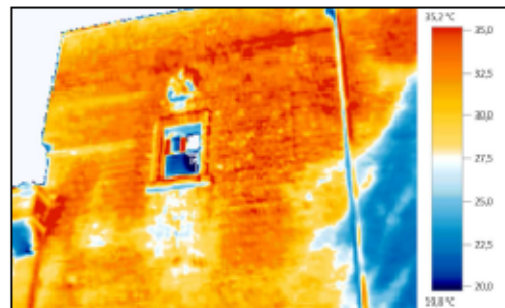
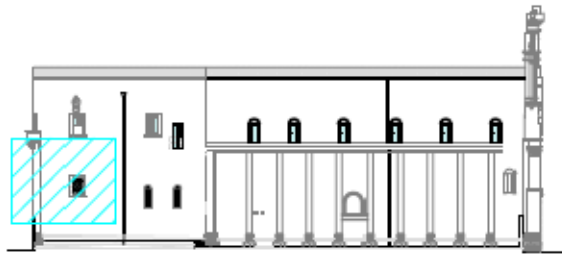


FOTO SOVRAPPOSIZIONE

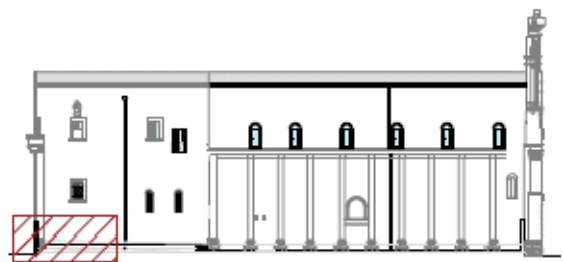


Fonte esterna: Immagini estratte del programma Testo (Termografie. Raccolta di dati)

ZONA 2



ZONA 3



Fonte: Elaborazione propria

FOTO REALE

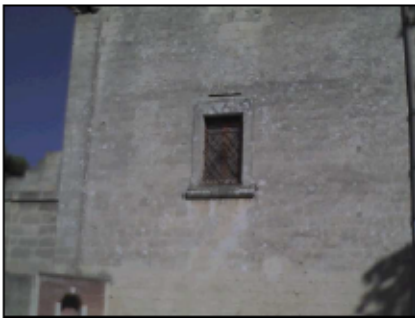


FOTO REALE



IMMAGINE TERMOGRAFICA

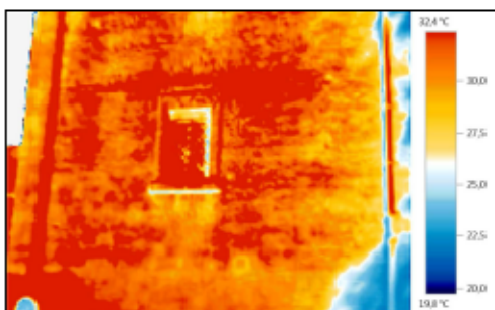


IMMAGINE TERMOGRAFICA

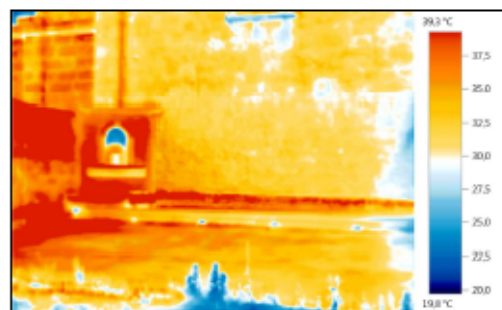


FOTO SOVRAPPOSIZIONE

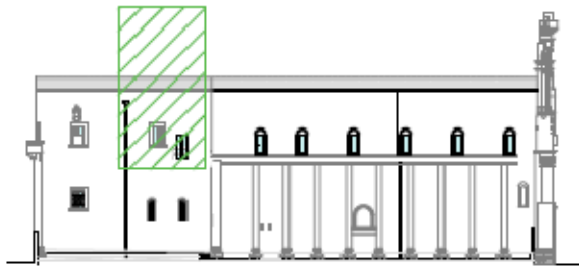


FOTO SOVRAPPOSIZIONE

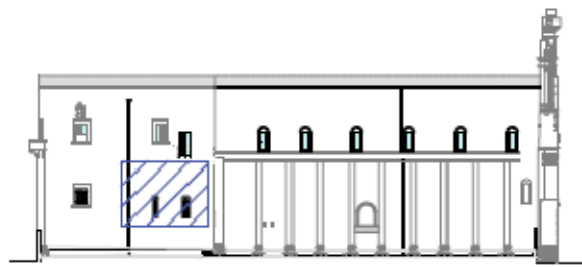


Fonte esterna: Immagini estratte del programma Testo (Termografie. Raccolta di dati)

ZONA 4



ZONA 5



Fonte: Elaborazione propria

FOTO REALE



FOTO REALE



IMMAGINE TERMOGRAFICA

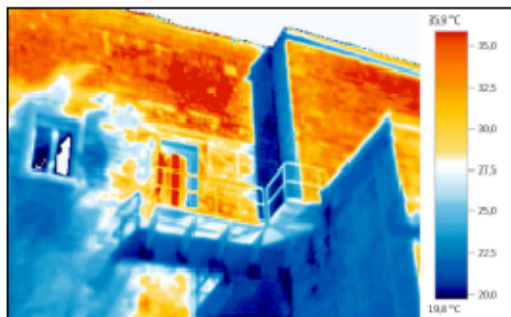


IMMAGINE TERMOGRAFICA

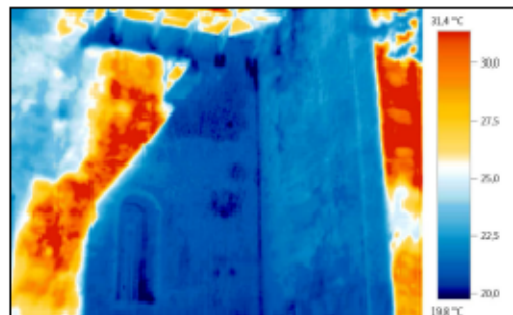


FOTO SOVRAPPOSIZIONE

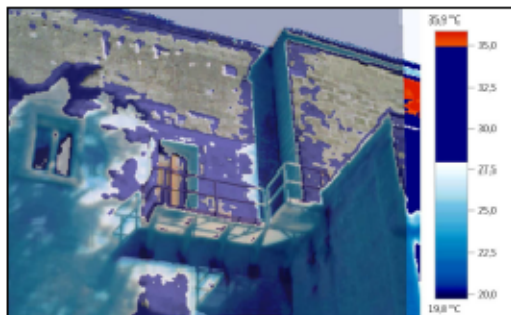
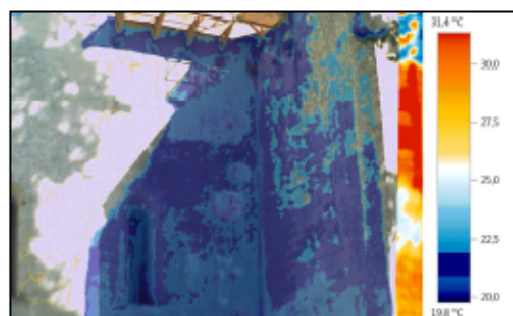
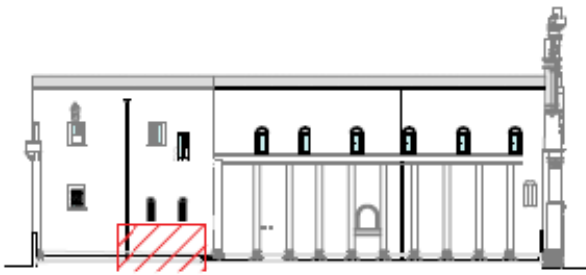


FOTO SOVRAPPOSIZIONE

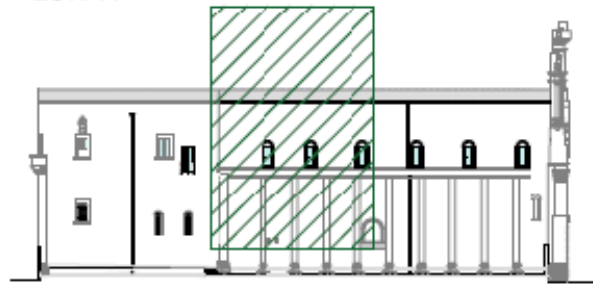


Fonte esterna: Immagini estratte del programma Testo (Termografie. Raccolta di dati)

ZONA 6



ZONA 7



Fonte: Elaborazione propria

FOTO REALE



FOTO REALE



IMMAGINE TERMOGRAFICA

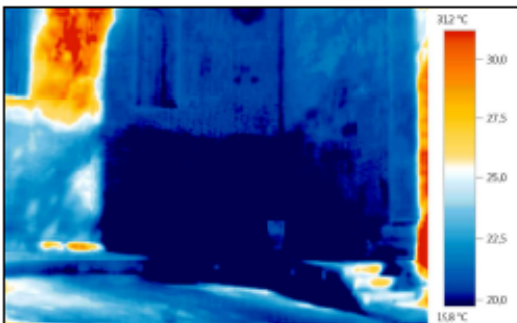


IMMAGINE TERMOGRAFICA

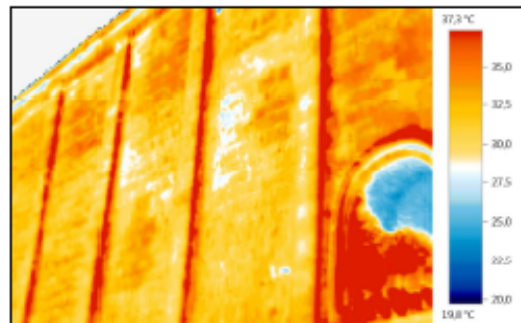


FOTO SOVRAPPOSIZIONE

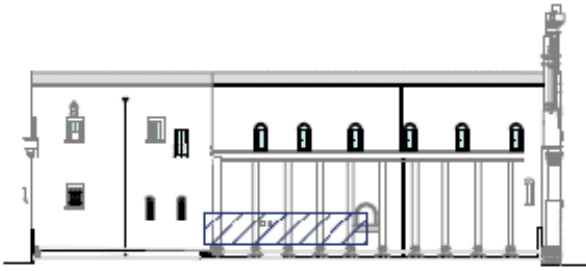


FOTO SOVRAPPOSIZIONE

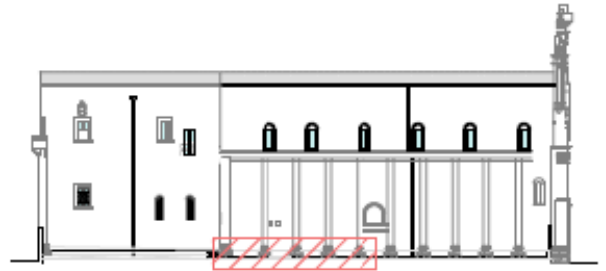


Fonte esterna: Immagini estratte del programma Testo (Termografie. Raccolta di dati)

ZONA 8



ZONA 9



Fonte: Elaborazione propria

FOTO REALE

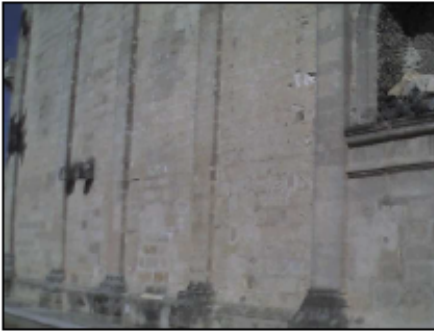


FOTO REALE



IMMAGINE TERMOGRAFICA

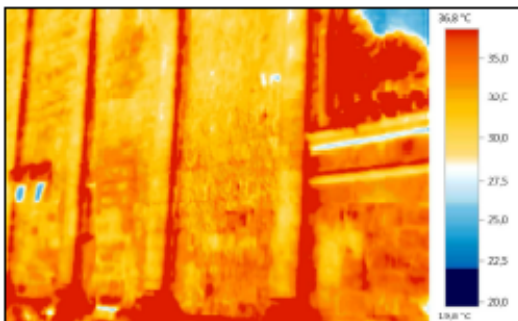


IMMAGINE TERMOGRAFICA

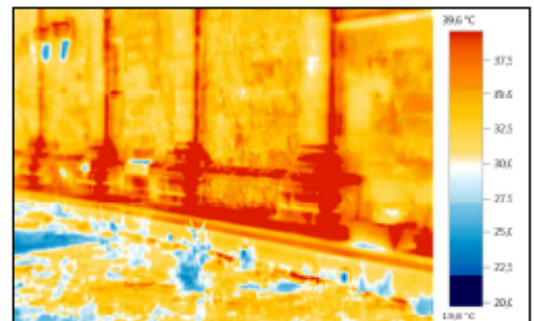


FOTO SOVRAPPOSIZIONE

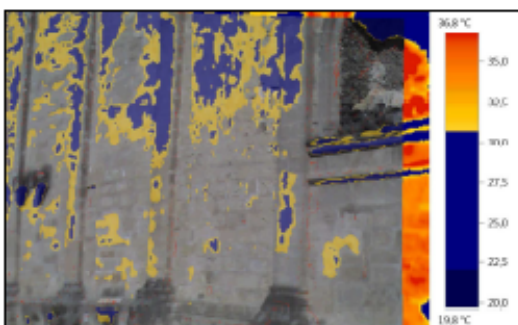
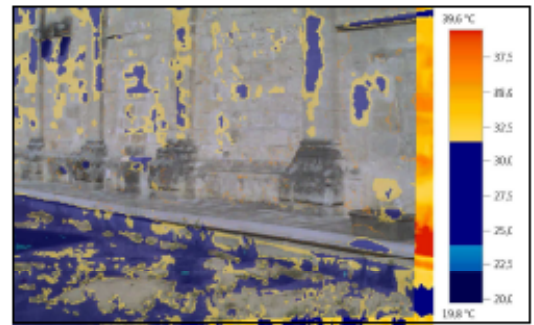
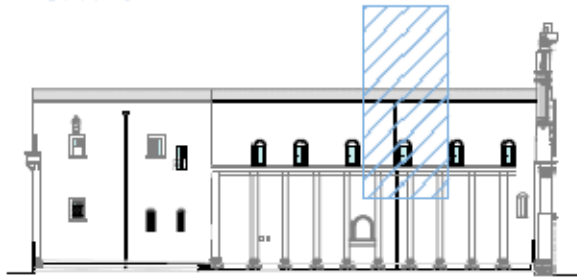


FOTO SOVRAPPOSIZIONE

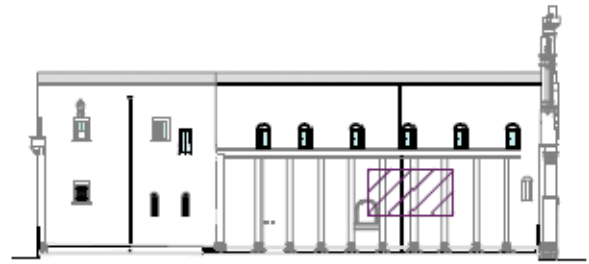


Fonte esterna: Immagini estratte del programma Testo (Termografie. Raccolta di dati)

ZONA 10



ZONA 11



Fonte: Elaborazione propria

FOTO REALE



FOTO REALE



IMMAGINE TERMOGRAFICA

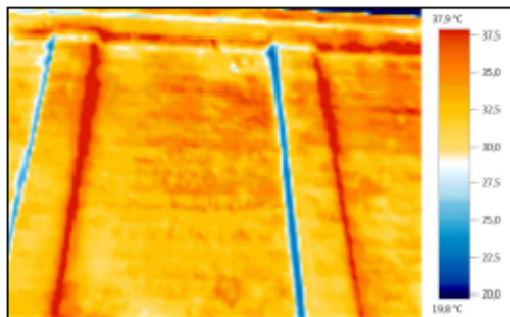


IMMAGINE TERMOGRAFICA

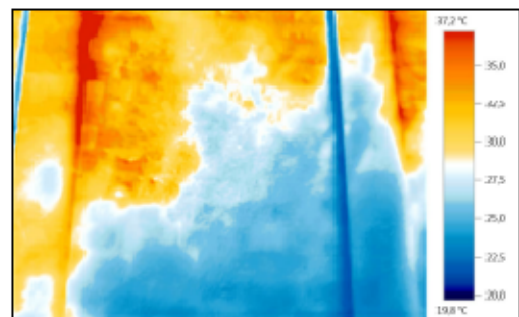
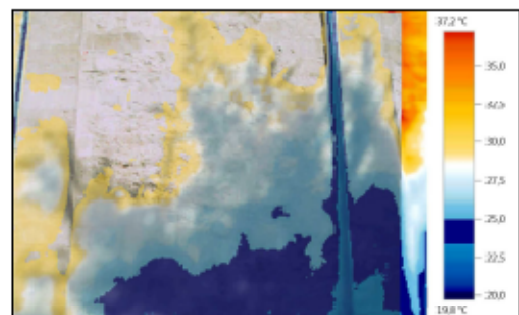


FOTO SOVRAPPOSIZIONE

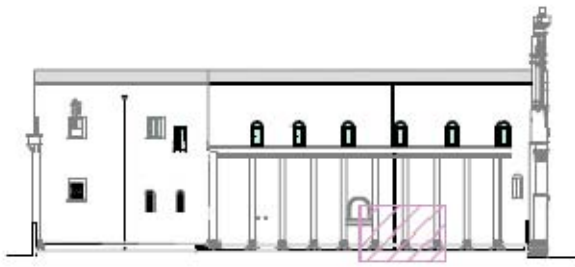


FOTO SOVRAPPOSIZIONE

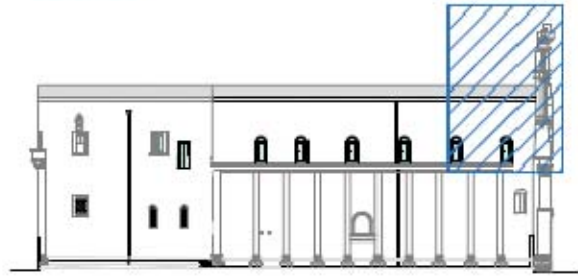


Fonte esterna: Immagini estratte del programma Testo (Termografie. Raccolta di dati)

ZONA 12



ZONA 13



Fonte: Elaborazione propria

FOTO REALE



FOTO REALE



IMMAGINE TERMOGRAFICA

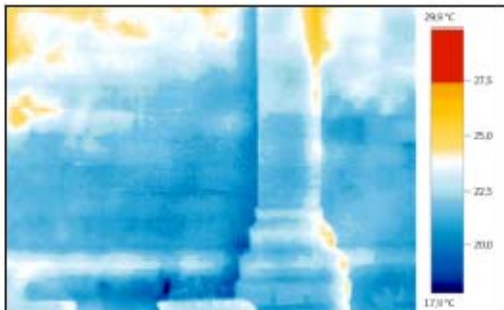


IMMAGINE TERMOGRAFICA

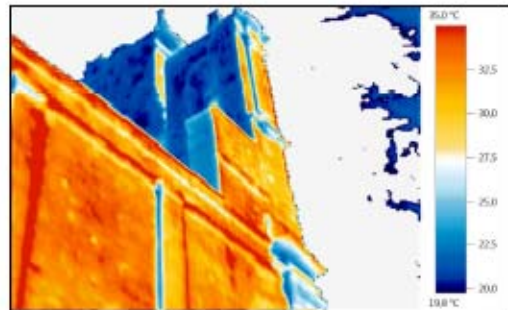


FOTO SOVRAPPOSIZIONE

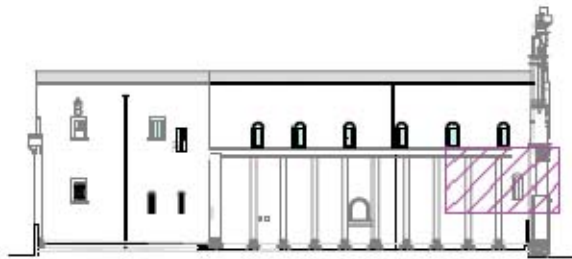


FOTO SOVRAPPOSIZIONE

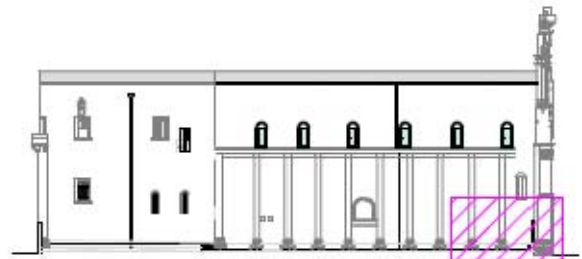


Fonte esterna: Immagini estratte del programma Testo (Termografie. Raccolta di dati)

ZONA 14



ZONA 15



Fonte: Elaborazione propria

FOTO REALE



FOTO REALE



IMMAGINE TERMOGRAFICA

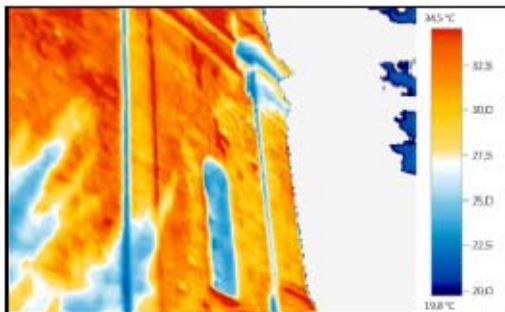


IMMAGINE TERMOGRAFICA

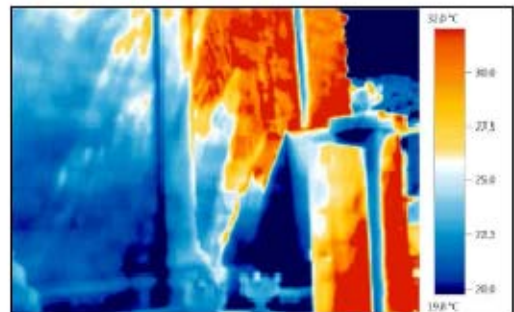
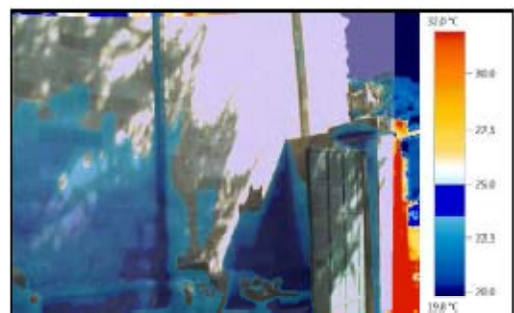


FOTO SOVRAPPOSIZIONE



FOTO SOVRAPPOSIZIONE



Fonte esterna: Immagini estratte del programma Testo (Termografie. Raccolta di dati)

BIBLIOGRAFIA

AHRCOS S.R.L. RESTAURO E CONSOLIDAMENTO. *“Indagini diagnostiche”*.

http://www.ahrcos.it/indagini_dignostiche.php

DOTT. ING. GIUSEPPE SPERA. *“Indagini diagnostiche sulle strutture in muratura esistenti”*.

Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia applicata all'Ingegneria Universitàdegli Studi della Basilicata

ING. VINCENZO SANNUTO LABORATORIO GEO.CAL. *“Consolidamento e restauro degli edifici in muratura La fase conoscitiva Indagini distruttive e non distruttive”*.

<http://www.geocal srl.it/doc/Relazione%20muratura%20Ing.%20Vincenzo%20Sannuto.pdf>

SOLGEO. SOLUZIONI GEOFISICHE. *“Tomografie soniche e ultrasoniche su strutture in muratura o calcestruzzo”*.

TESTO. *“Guida tascabile sulla termografia”*.

TRECCANI, LA CULTURA ITALIANA. *“Restauro e conservazione. Le tecniche diagnostiche”*.

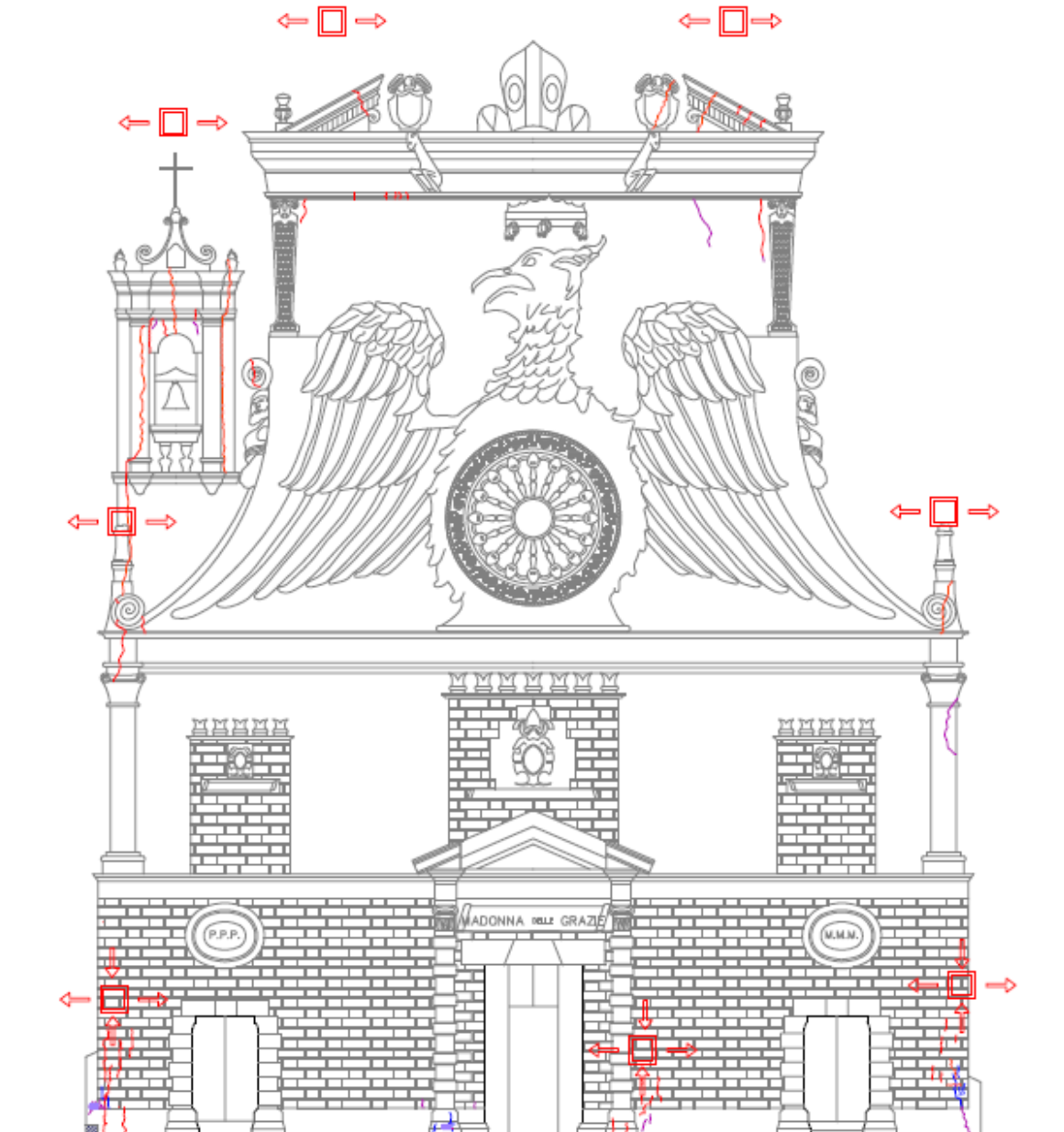
<https://www.upv.es/entidades/ADE/infoweb/fade/info/U0655397.pdf>

UNIVERSITÀ DI GENOVA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA. *“Diagnostica per il restauro”*.

http://www.mazzacanemurolo.it/files/Termografia_Applicazioni_09_cac7845o.pdf

V. CAPITOLO .QUADRO FESSURATIVO

Con il supporto delle prove diagnostiche effettuate ed a seguito di una mappatura fotografica è stato possibile sviluppare un quadro interpretativo.

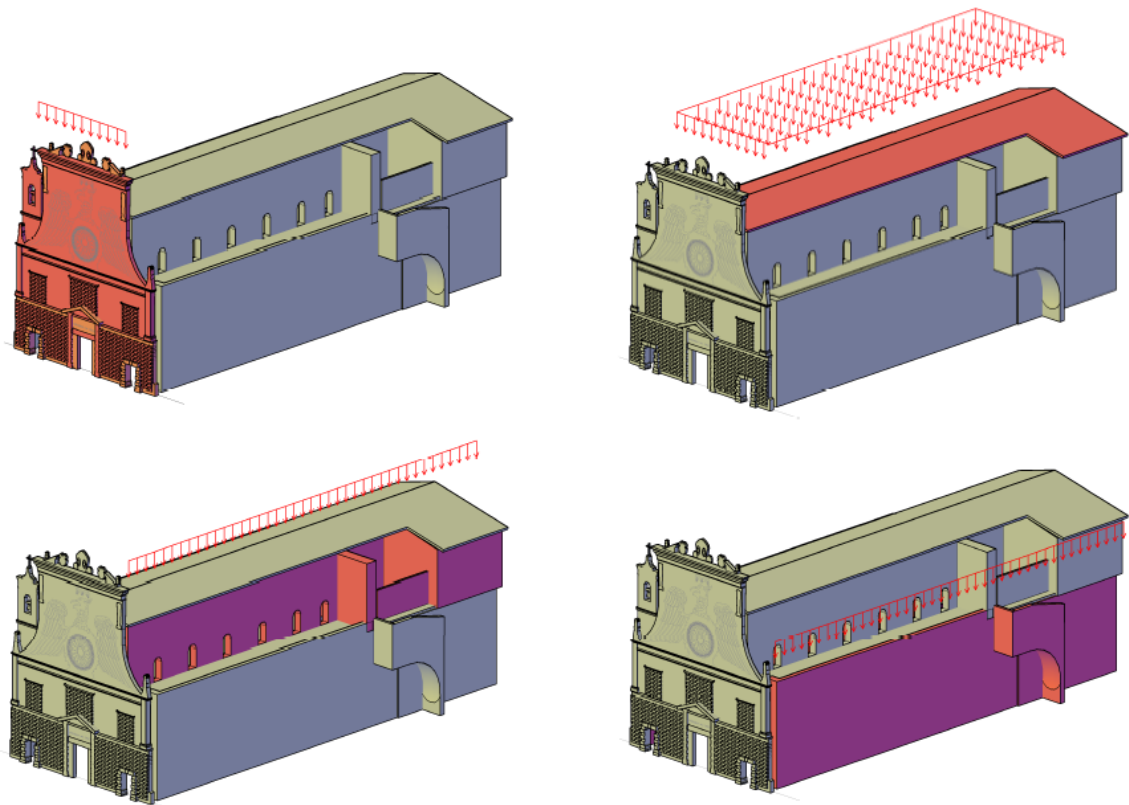


Fonte: Elaborazione propria

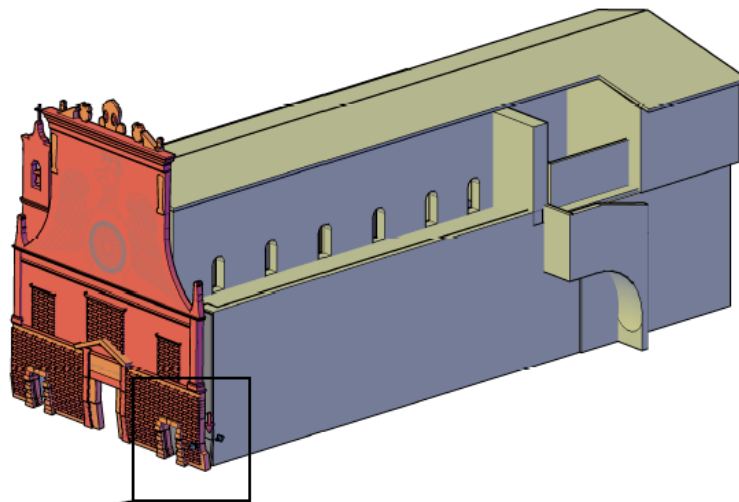
LEGENDA	
—	FRATTURE PROFONDE
—	FRATTURE PASANTI
—	FESSURA SUPERFICIALE
—	LACUNA
▨	PORZIONE MANCANTE

MADONNA DELLE GRAZIA	
QUADRO FESSURATIVO	
FACCIATA	
SCALA 1:150	N° 1

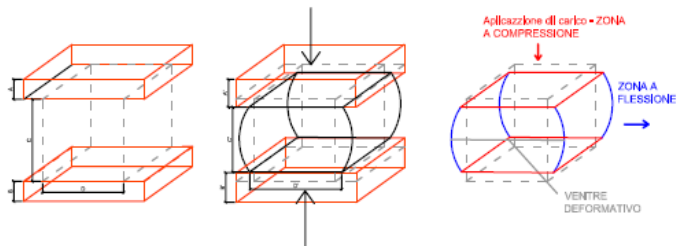
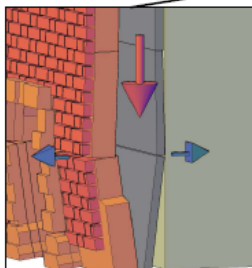
5.1. INTERPRETAZIONE DEL CINEMATISMI



DEFORMAZIONE PRINCIPALE: spanciamento della facciata

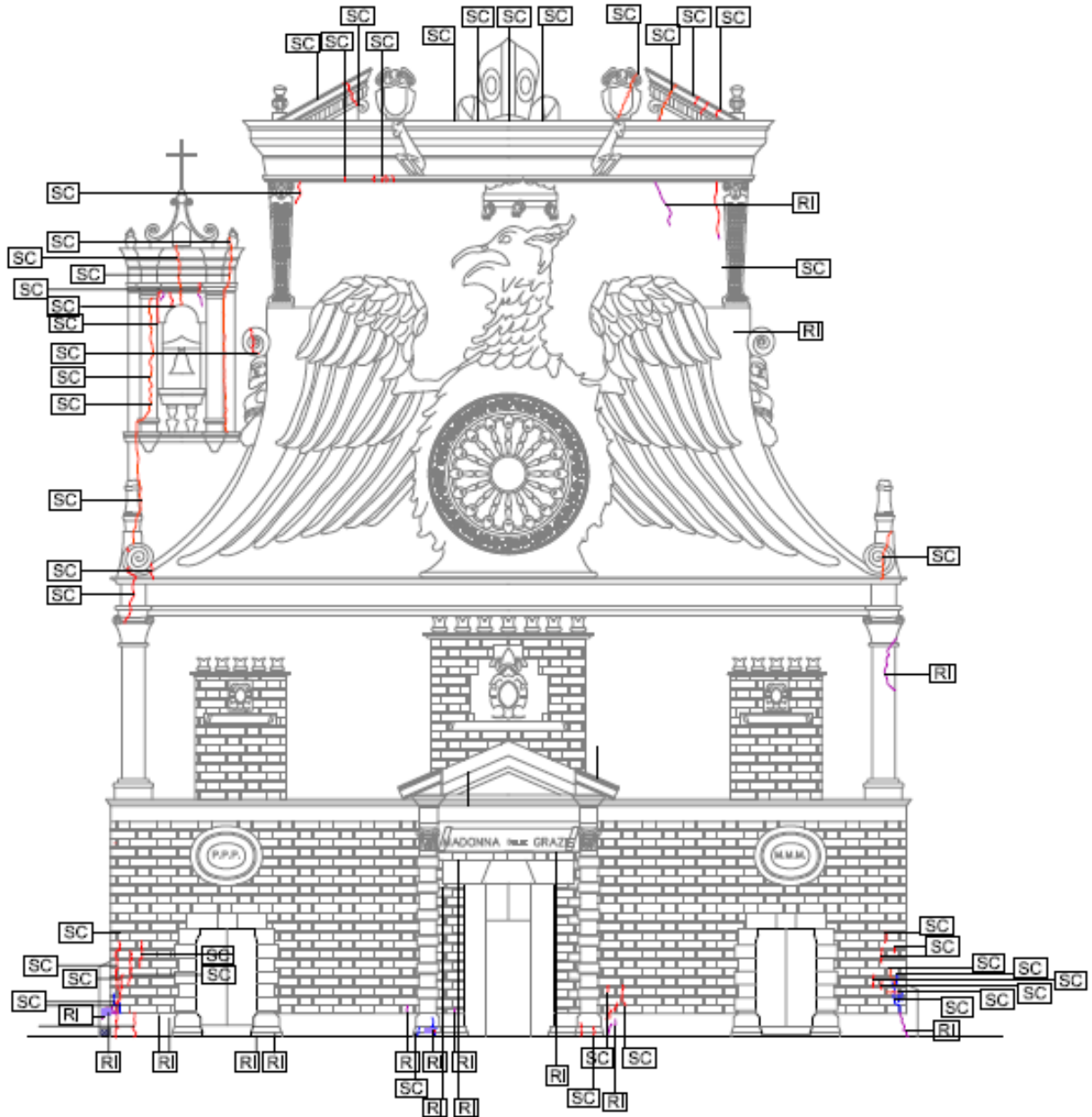


DEFORMAZIONE DI FLESSIONE LATERALE DISCORDE



5.2. MAPPATURA FESSURATIVA

In base al tipo e la gravità delle lesioni si propongono diverse metodologie di intervento. Per il diffuso fenomeno di disgregazione si ripropone un intervento di regenerazione del nucleo e inserimento di tirafondi di collegamento ai muri di spina della facciata.



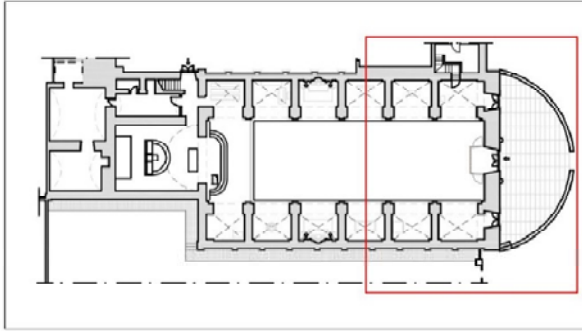
Fonte:Elaborazione propria

INTERVENTI

- FRATTURE : intervento di scuci-cuci.
- FESSURA SUPERFICIALE: intervento di risarcitura.
- LACUNA: intervento di scuci-cuci.
- SPANCCHIAMENTO: regenerazione del nucleo e inserimento di tirafondi.
- PORZIONE MANCANTE: intervento di risarcitura ed integrazione con porzioni in pietra omologa all'originale con malta di aggrappanti

LEGENDA	
—	FRATTURE PROFONDE
—	FRATTURE PASANTI
—	FESSURA SUPERFICIALE
—	LACUNA
▨	PORZIONE MANCANTE

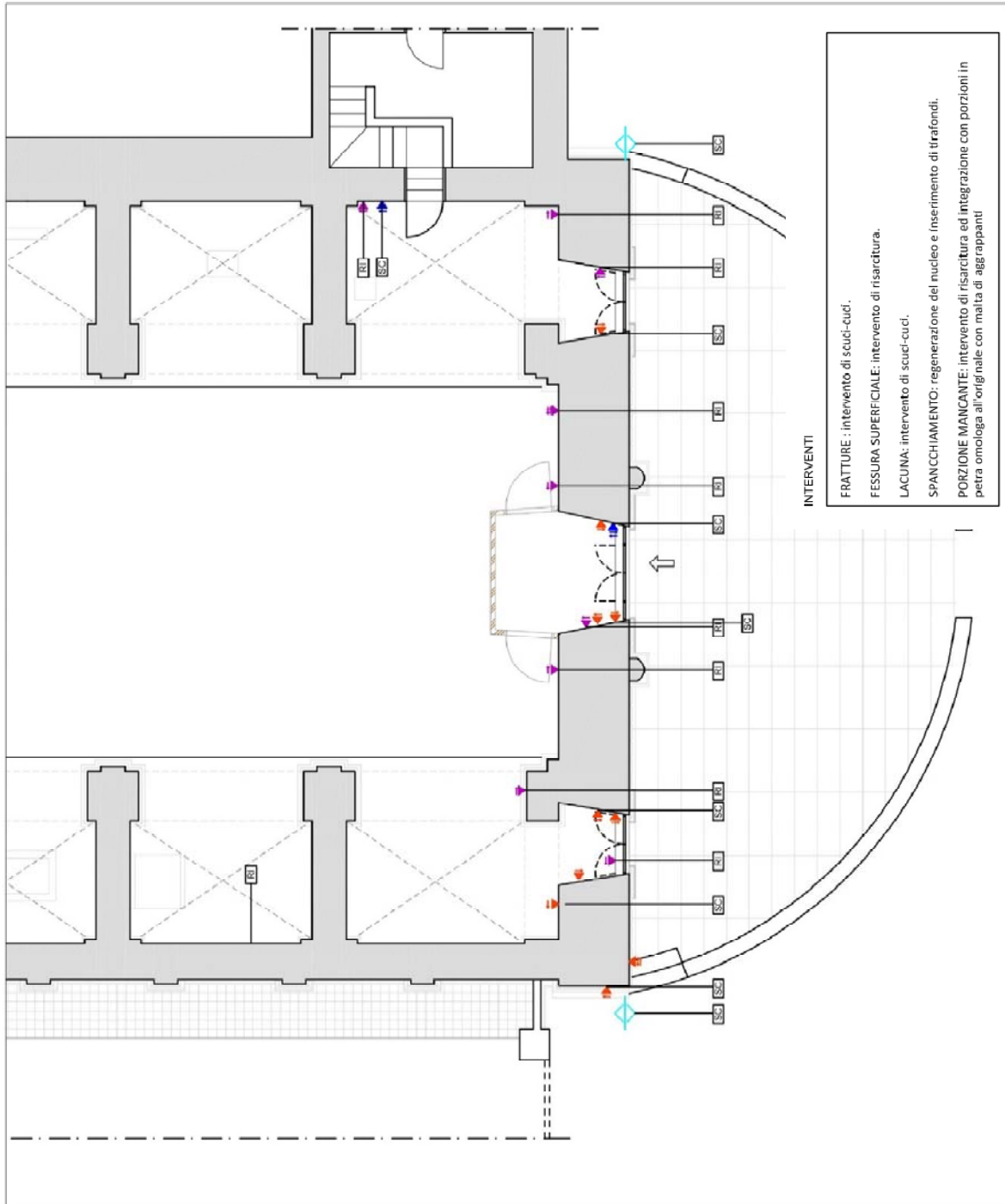
MADONNA DELLE GRAZIA	
QUADRO FESSURATIVO-INTERVENTI	
FACCIATA	
SCALA 1:150	N° 2

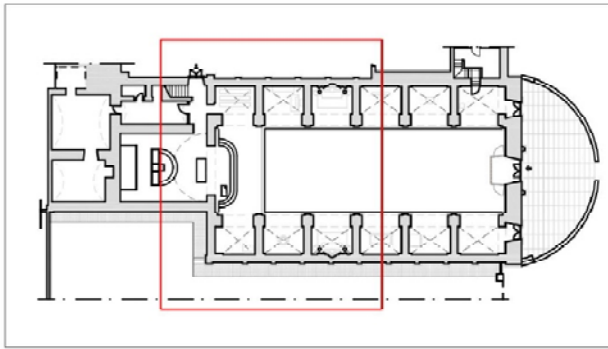


LEGENDA

- ▲ FRATTURE PROFONDI
- ▲ FRATTURE PASANTI
- ▲ FESSURA SUPERFICIALE
- ▲ LACUNA
- ▲ SPANCIAMENTO
- ▲ INCLINAZIONE DELLA LESIONE A DESTRA
- ▲ INCLINAZIONE DELLA LESIONE A SINISTRA
- ▲ DUE INCLINAZIONI
- ▲ LESIONI SEMPLICE
- ▲ LESIONI MULTIPLE

MADONNA DELLE GRAZIE	
QUADRO FESSURATIVO-INTERVENTI	
PIANO TERRA	
SCALA 1:125	N° 3

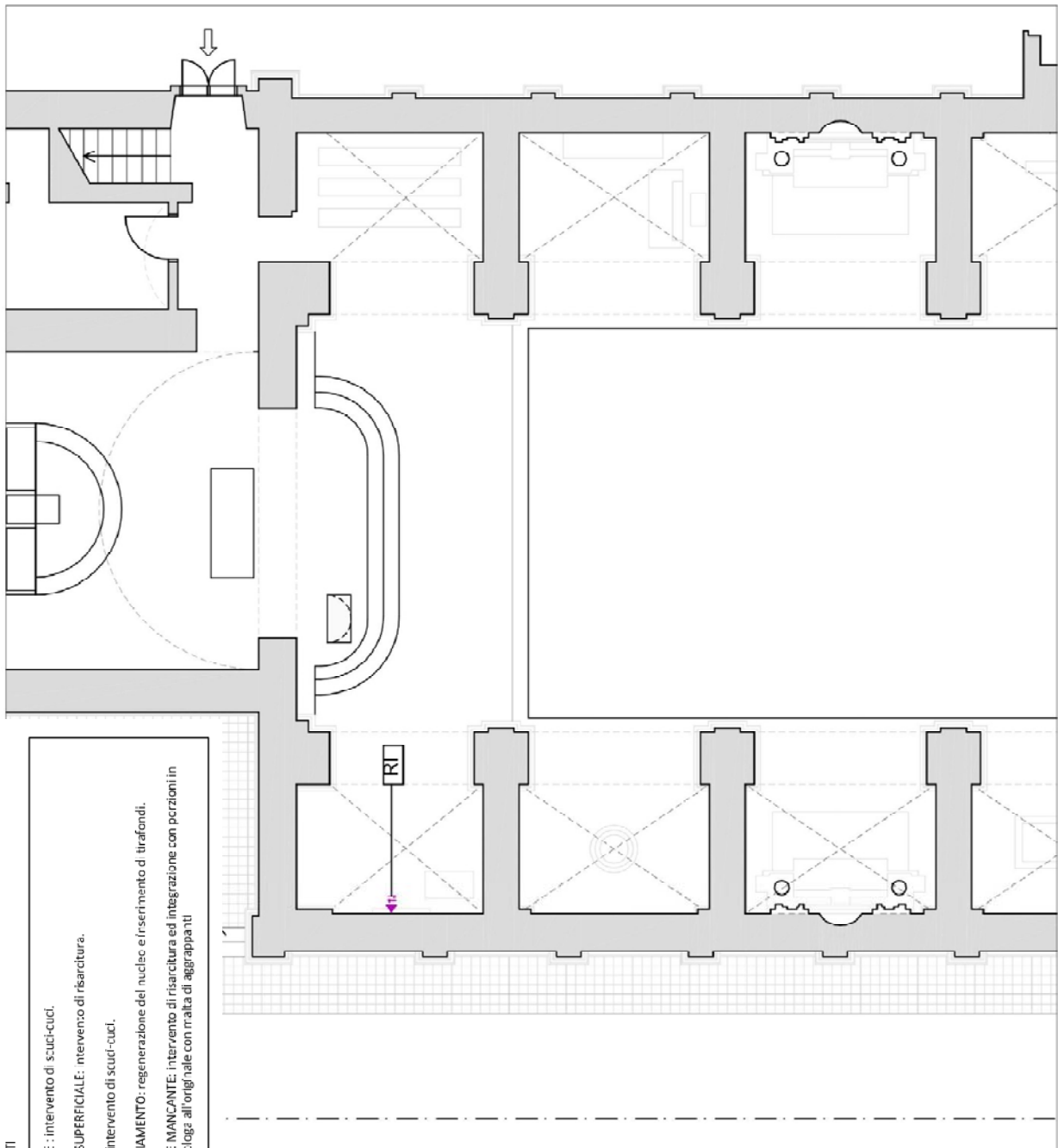




LEGENDA

- ▲ FRATTURE PROFONDI
- ▲ FRATTURE PASANTI
- ▲ FESSURA SUPERFICIALE
- ▲ LACUNA
- ▲ SPANCCHIAMENTO
- ▲ INCLINAZIONE DELLA LESIONI A DESTRA
- ▲ INCLINAZIONE DELLA LESIONI A SINISTRA
- ▲ DUE INCLINAZIONI
- ▲ LESIONI SEMPLICE
- ▲ LESIONI MULTIPLO

MADONNA DELLE GRAZIE	
QUADRO FESSURATIVO-INTERVENTI	
PIANO TERRA	
SCALA 1:125	N° 4



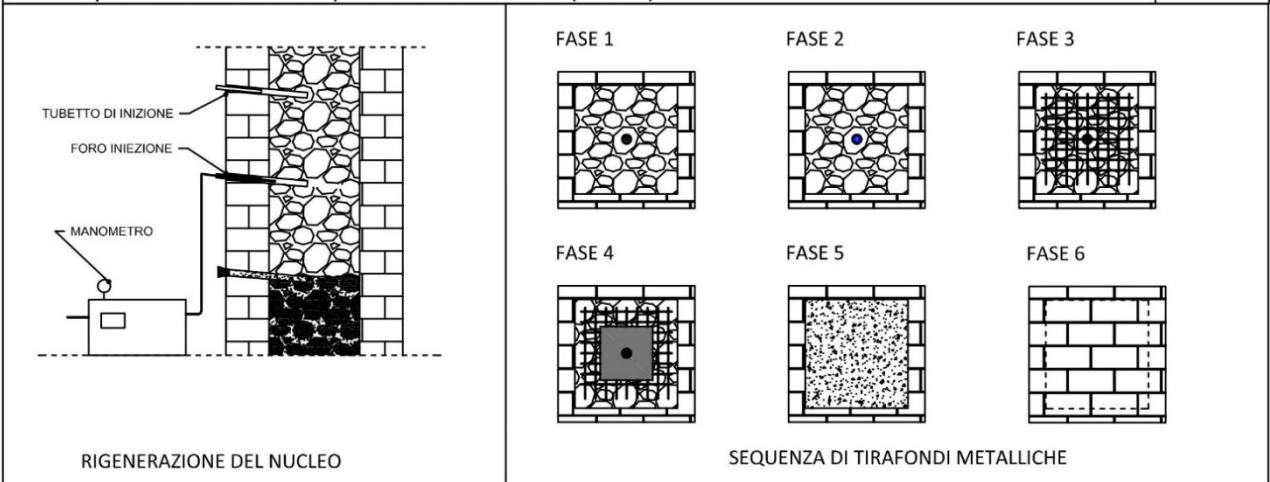
INTERVENTI

FRATTURE : intervento di scud-cuci.
 FESSURA SUPERFICIALE: intervento di risarcitura.
 LACUNA: intervento di scud-cuci.
 SPANCCHIAMENTO: regenerazione del nucleo e inserimento di tirafondi.
 PORZIONE MANCANTE: intervento di risarcitura ed integrazione con porzioni in pietra oncioga all'originale con malta di aggrappanti

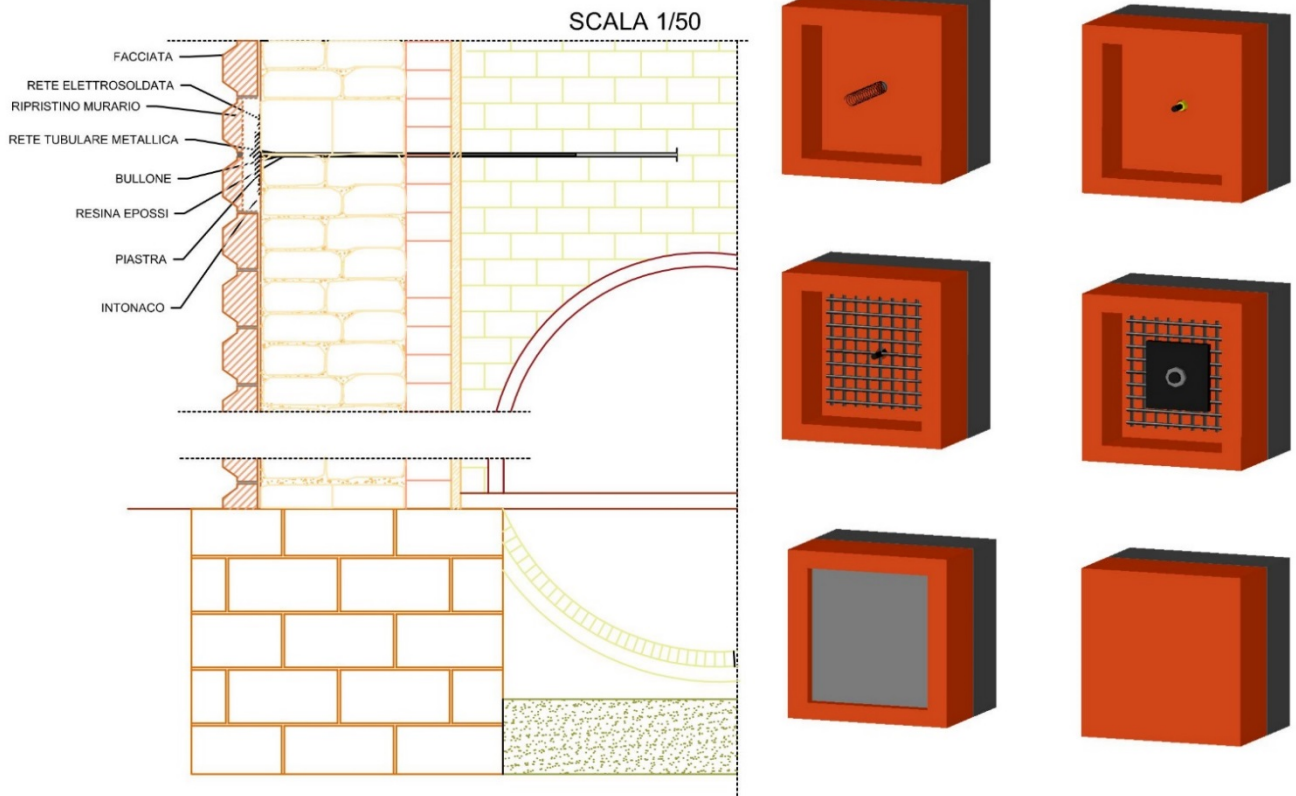
Fonte: Elaborazione propria

INTERVENTI SUPERFICIALI --> FESSURE (RISARCITURA) -pulire l' area interessata di detriti e polvere zona, per una migliore aderenza della malta. -Introduciamo la malta additivate preferibilmente di calce idraulica e sabbia. -pulito e levigature la malta in eccesso dil muro. -dipinto con gli stessi criteri delle aree circostanti muro. (Per le fessure di fuori, plasmiamo la malta alla forma della pietra). --> FRATTURE E LACUNA (SCUCI - CUCI) -si sostituisce la muratura per una larghezza di circa 40÷50 cm a cavallo della lesione -si opera lavorando a tratti, cominciando dal basso -si raschiano e si bagnano bene i due bordi del vano -si murano elementi simili a quelli originali con malta di calce idraulica, ammorsando bene con i due lati del vano	LEGENDA RI
	SC

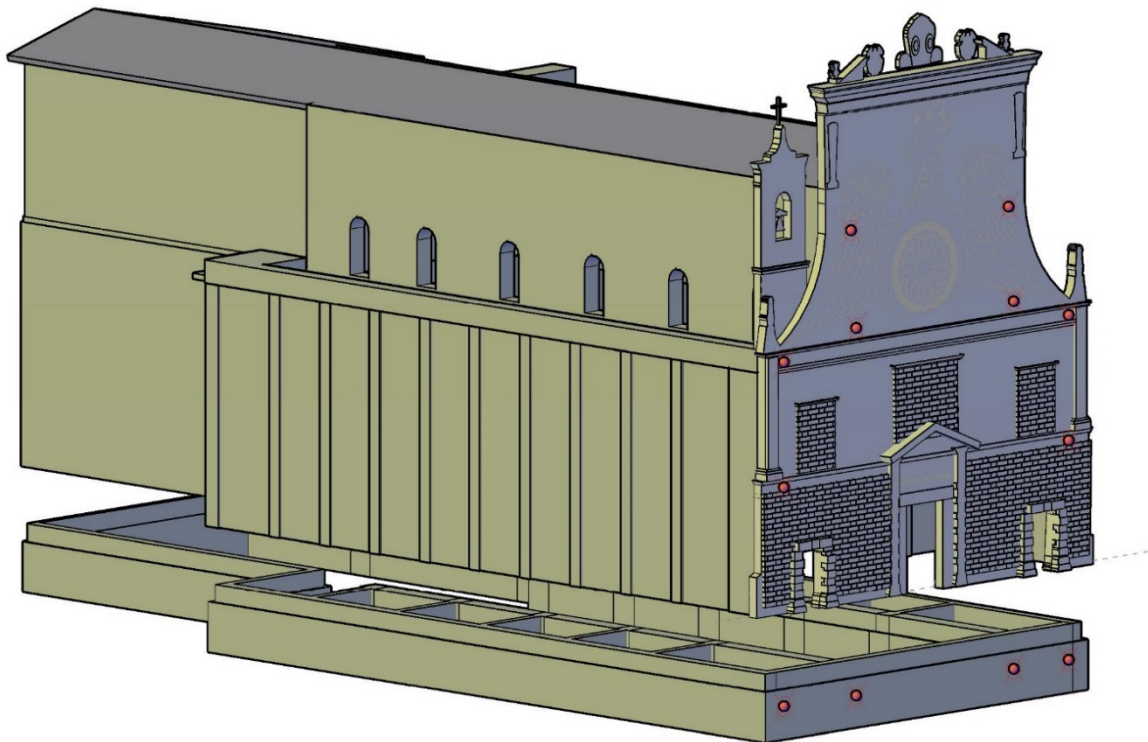
INTERVENTI STRUTTURALI --> RIGENERAZIONE DEL NUCLEO -prima controllare la qualità della muratura mediante l'indagine di ultrasuoni ed endoscopiche. -scelta i punti per le iniezioni, circa di 2-4 per mq in base delle fessure della zona. -i fori sono realizzati in corrispondenza dei giunti ad una distanza di 60-80 cm. -le perforazioni sono fatti orizzontali con il trpano a sola rotazione -poiché la nostra muratura ha uno spessore di 150 cm volontà perforazioni su entrambi i lati. -gli ugelli posizionati circa 10-15 cm di profondità , e sigillate con miscela carattere denso. -lavaggio di fori mediante l'introduzione di acqua, per rimuovere la polvere e saturare i materiali originari che possono desidratare la miscela. Così anche si può verificare perdite. -si inietta la miscela dal basso verso l'alto a bassa pressione per evitare pressioni interni che possono portare più lesioni. Dobbiamo mantenere la pressione costante fino a quando la miscela è uscita di fori adiacenti. I fori sono ricoperti di cunei di legno e si prosegue con il piano di lavoro. -quando educece la miscela è sigillato con malta. -controllare la diffusione della miscela da prove soniche . --> PIASTRINE METALLICHE -piccolo incasso nella muratura fino scoprire il secondo strato,e perforazione del foro fino il muro di spina con rete tubolare metallica inossidabile per evitare disintegrazioni.(FASE 1) -inserire il bullone e poi iniezione di la resina epossi.(FASE 2) -posa in opera di rete elettrosoldata di Ø6 / 40. (FASE 3) -posa in opera di piastra zincata (300 x 300 x 15) forata. (FASE 4) -sbruffatura ed intonacatura del incasso. (FASE 5) -ripristino con la stessa apparecchiatura muraria. (FASE 6)	LEGENDA RN
	PM



DETAGGI COSTRUTTIVO DI TIRAFONDI E SEQUENZA DI COSTRUZIONE



PICCHETTAMENTO DEI TIRAFONDI ALLA FACCIATA.



BIBLIOGRAFIA












AA.VV, (2007). *“Manuale Recupero/Interventi”*. Mancosu Editore

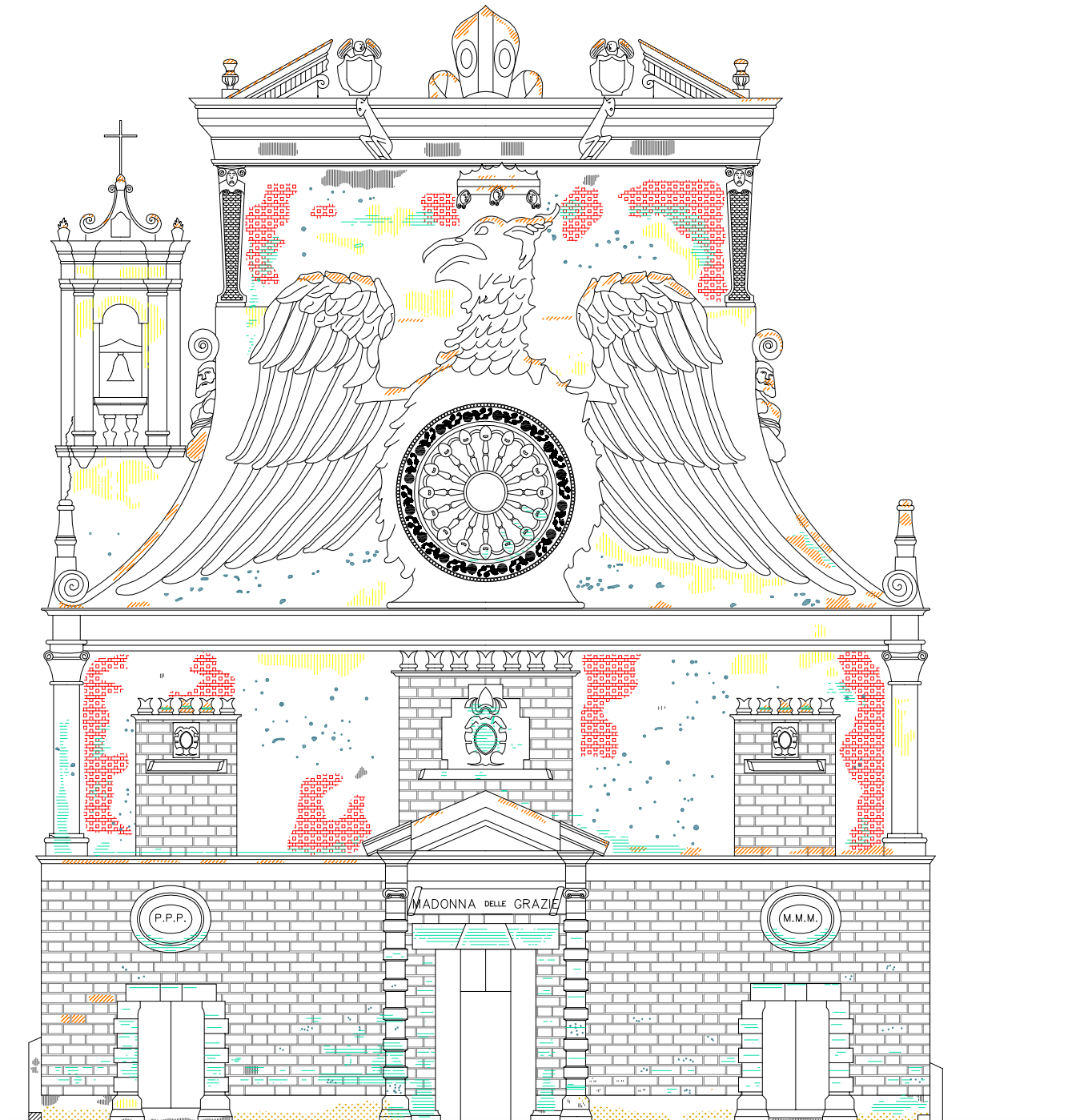
BLASI, C., BORRI, A., DI PASQUALE, S., MALESARI, P., NIGRO, G., PARDUCCI, A. e TAMPONE, G.
“Manuale per la riabilitazione e la ricostruzione postsismica degli edifici. Regione dell’Umbria”.
Dei: Tipografia del genio civile

CANGI, G. *“Manuale del recupero strutturale e antisismico”*. Dei: Tipografia del genio civile

GIUFFRÈ, A. *“Sicurezza e conservazione dei centri storici”*. Laterza.

Leggenda

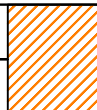
-  D1 Deposito superficiale
-  D2 Crosta
-  P1 Macanza di strato superficiale
-  P2 Alveolizzazione
-  P3 Disgregazione
-  U1 Umidità
-  U2 Pattina Biologica
-  U3 Efflorescenza
-  U4 Vegetazione
-  U5 Macchia
-  U6 Dilavamento



Fonte: Elaborazione propria

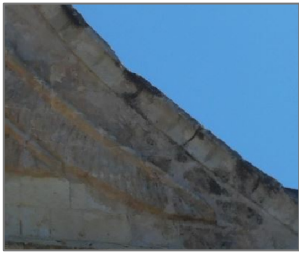
MADONNA DELLE GRAZIE	
Mappatura del degrado	
Facciata	
SCALA 1:125	N° 1

FAMIGLIA DI DEGRADO

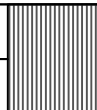


D1

Elemento di riferimento: materiale lapidei


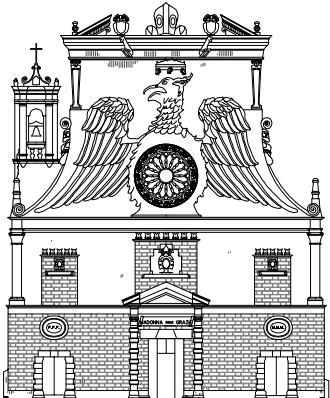
DEPOSITO SUPERFICIALE	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Accumulo di materiali estranei di varia natura (polveri, terriccio, guano, ecc.) di spessore variabile e generalmente scarsa coerenza e aderenza al materiale sottostante.</p>	<p>-Conformazione superficiale della pietra, l'esposizione, la sua scabrosità.</p> <p>-Inquinanti atmosferici.</p> <p>-Dilavamento e umidità.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulitura preliminare a secco per spazzolatura. 2. Rimozione dei depositi attraverso il lavaggio con acqua deionizzata nebulizzata e additivata con tensioattivi. 3. Pulitura esauriente per depositi aderenti con raschietto, bisturi, spazzola in setole di saggina. 4. Eliminazione degli effetti indotti dalla presenza di acqua di risalita capillare, per mezzo di tecniche di deumidificazione (barriere). 5. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 20px;"> <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none"> D1 Deposito superficiale D2 Crosta P1 Mancanza di strato superficiale P2 Alveolizzazione P3 Disgregazione U1 Umidità U2 Pattina Biologica U3 Efflorescenza U4 Vegetazione U5 Macchia U6 Dilavamento </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>			

FAMIGLIA DI DEGRADO













P1













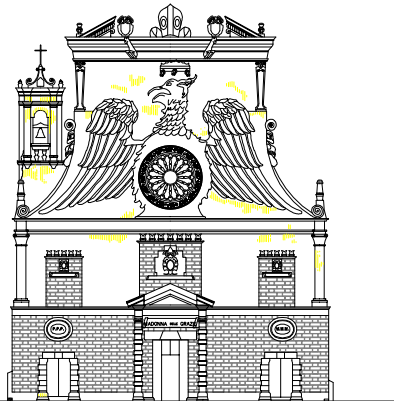
Elemento di riferimento: materiale lapidei

MANCANZA STRATO SUPERFICIALE	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Caduta e perdita di parti dei materiali. Si usa quando tale forma di degradazione non è descrivibile con altre voci del lessico.</p>	<p>-Errori di posa in opera e l'utilizzo di sabbie o malte poco idonee.</p> <p>-Umidità.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rimozione delle parti incoerenti con raschietto, bisturi o spazzola. 2. Rimozione delle parti incoerenti con raschietto, bisturi o spazzola. 3. Lavaggio con acqua deionizzata nebulizzata e additivata con tensioattivi. 4. Ripristino tessitura muraria con tecnica cuci-cuci, ammorsamento dei nuovi conci in tufo con malte a base di calce idraulica con inerti fini o ottenuti dalla polverizzazione della medesima pietra. 5. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 20px;"> <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none"> D1 Deposito superficiale D2 Crosta P1 Mancanza di strato superficiale P2 Alveolizzazione P3 Disgregazione U1 Umidità U2 Pattina Biologica U3 Efflorescenza U4 Vegetazione U5 Macchia U6 Dilavamento </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>			

Elemento di riferimento: materiale lapidei

ALVEOLLIZZAZIONE	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Degradazione che si manifesta con le formazioni di cavità di forme e dimensioni variabili con distribuzione non uniforme.</p>	<p>-Conformazione superficiale della pietra</p> <p>-Cristalizzazione dei sali; vento.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Pulitura preliminare a secco per spazzolatura. 2.Rimozione dei depositi attraverso il lavaggio con acqua deionizzata nebulizzata e additivata con tensioattivi. 3.Stuccatura degli alveoli e delle piccole cavità con impasto di calce e inerti costituiti pietra (tufo) e di granulometria fine. 4.Consolidamento superficiale e protezione della superficie muraria con l'applicazione a pennello a base di resine ai silicati di etile. 5. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none">  D1 Deposito superficiale  D2 Crosta  D3 Mancanza di strato superficiale  D4 Alveolizzazione  D5 Disgregazione  U1 Umidità  U7 Pattina Biologica  U8 Efflorescenza  U4 Vegetazione  U5 Macchia  U6 Dilavamento </div> <div style="flex: 2; text-align: center;">  </div> </div>			













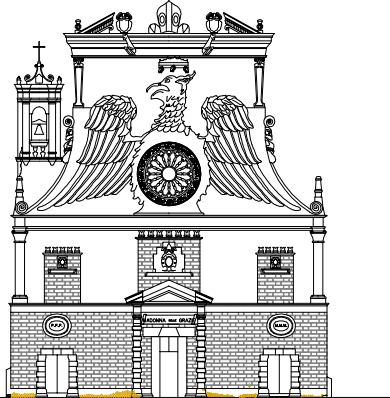
Elemento di riferimento: materiale lapidei

DISGREGAZIONE	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Asportazione del materiale dalla superficie dovuta a processi di diversa natura.</p>	<p>Cause meccaniche: erosione per abrasione o per corrosione.</p> <p>Cause chimiche e biologiche</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Rimozione delle parti incoerenti con raschietto, bisturi o spazzola. 2.Stuccatura degli alveoli e delle piccole cavità con impasto di calce e inerti costituiti pietra (tufo) e di granulometria fine. 3.Consolidamento superficiale e protezione della superficie muraria con l'applicazione a pennello a base di resine ai silicati di etile.
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none">  D1 Deposito superficiale  D2 Crosta  D3 Mancanza di strato superficiale  D4 Alveolizzazione  D5 Disgregazione  U1 Umidità  U7 Pattina Biologica  U8 Efflorescenza  U4 Vegetazione  U5 Macchia  U6 Dilavamento </div> <div style="flex: 2; text-align: center;">  </div> </div>			

FAMIGLIA DI DEGRADO

U2


Elemento di riferimento: materiale lapidei

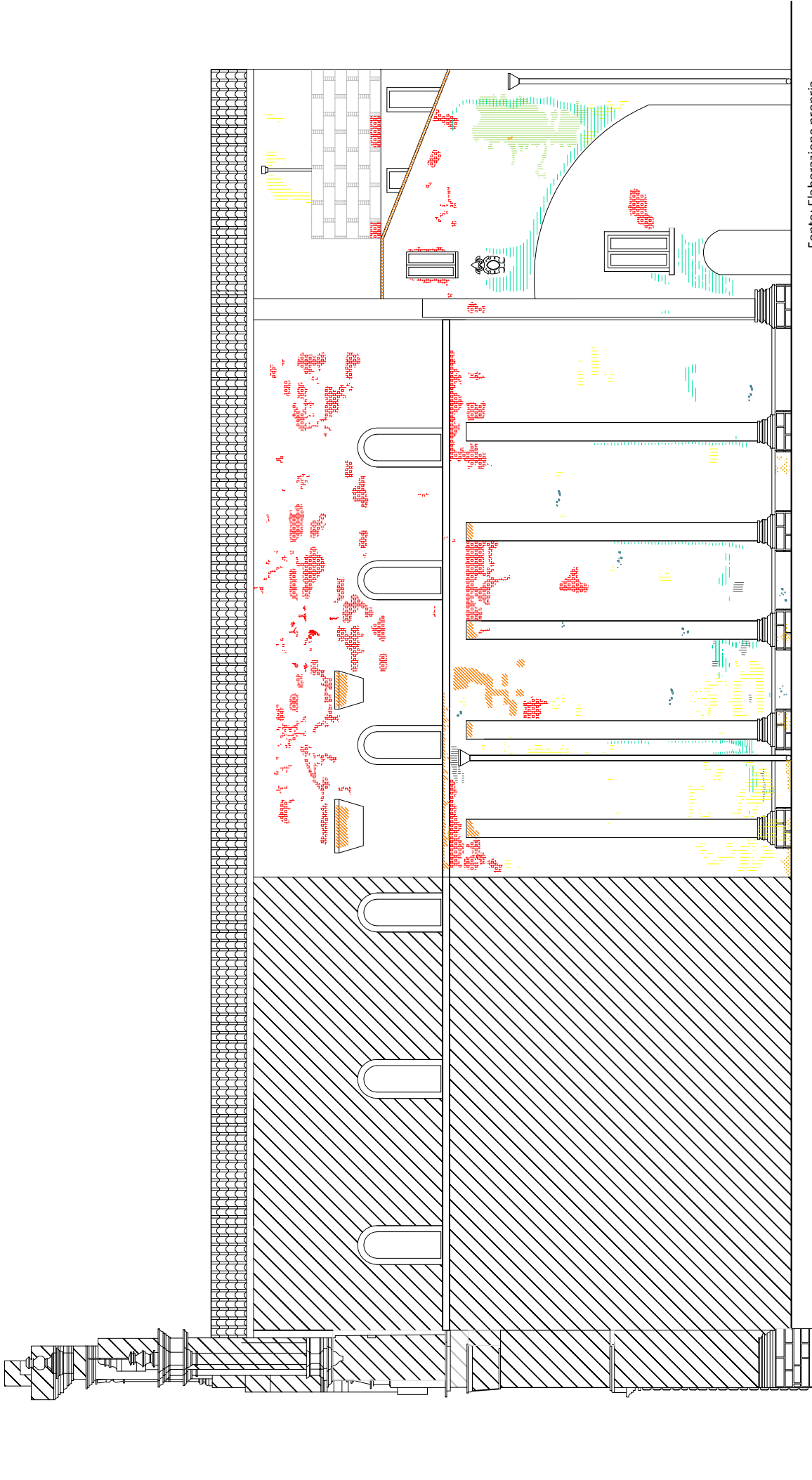
PATTINA BIOLOGICA	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Strato sottile di evidente natura biologica di colore variabile, per lo più verde o grigio-nero. Costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio, ecc.</p>	<p>-Presenza di umidità e acqua</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulitura preliminare a secco per spazzolatura. 2. Rimozione dei depositi attraverso il lavaggio con acqua deionizzata nebulizzata e additivata con tensioattivi. 3. Eliminazione degli effetti indotti dalla presenza di acqua di risalita capillare, per mezzo di tecniche di deumidificazione (barriere).
<div data-bbox="129 860 360 1093"> <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none">  U1 Deposito superficiale  U2 Crosta  U3 Mancanza di strato superficiale  U4 Alveolizzazione  U5 Disgregazione  U6 Umidità  U7 Pattina Biologica  U8 Efflorescenza  U9 Vegetazione  U10 Macchia  U11 Dilavamento </div> 			<ol style="list-style-type: none"> 4. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.

FAMIGLIA DI DEGRADO

U3

Elemento di riferimento: materiale lapidei

EFLORESCENZA	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Danno chimico. Formazione di depositi salini in superficie, sotto forma di polvere o cristalli generalmente biancastri.</p>	<p>-Migrazione dei sali della muratura stessa, in superficie. Questo succede perché il materiali lapideo contenente sali disciolti.</p> <p>-Generalmente in presenza di umidità, nel caso specifico dovuta a risalita capillarità.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulitura preliminare a secco per spazzolatura. 2. Asportazione delle formazioni saline superficiali biancastre mediante azione meccanica a secco con spazzole di saggina o scopetti. 3. Eliminazione degli effetti indotti dalla presenza di acqua di risalita capillare, per mezzo di tecniche di deumidificazione (barriere).
<div data-bbox="129 1948 360 2181"> <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none">  U1 Deposito superficiale  U2 Crosta  U3 Mancanza di strato superficiale  U4 Alveolizzazione  U5 Disgregazione  U6 Umidità  U7 Pattina Biologica  U8 Efflorescenza  U9 Vegetazione  U10 Macchia  U11 Dilavamento </div> 			<ol style="list-style-type: none"> 4. Scarnitura e ripristino dei giunti di malta ammalorati con calce e pozzolana e rifinito da malta idraulica additivato con sigillante. 5. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.



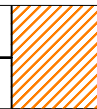
Fonte: Elaborazione propria

Legenda

	Deposito superficiale
	Crosta
	Macanza di strato superficiale
	Aveolizzazione
	Disgregrazione
	Umidità
	Pattina Biologica
	Effiorescenza
	Vegetazione
	Macchia
	Dilavamento


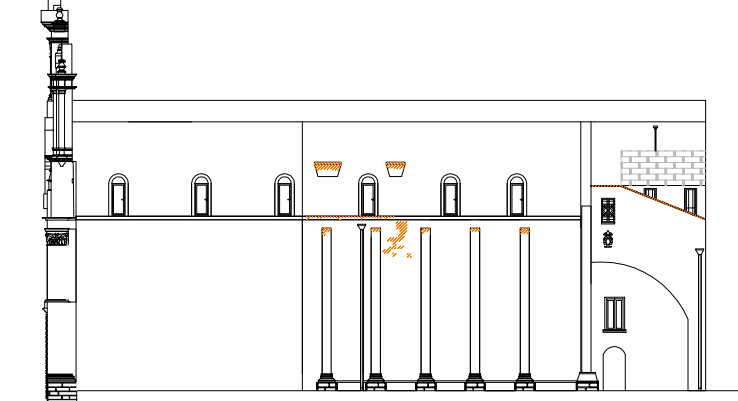
MADONNA DELLE GRAZIE	
Mappatura del degrado	
Prospetto Sud-est	
SCALA 1:150	N° 2

FAMIGLIA DI DEGRADO

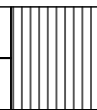


D1

Elemento di riferimento: materiale lapidei


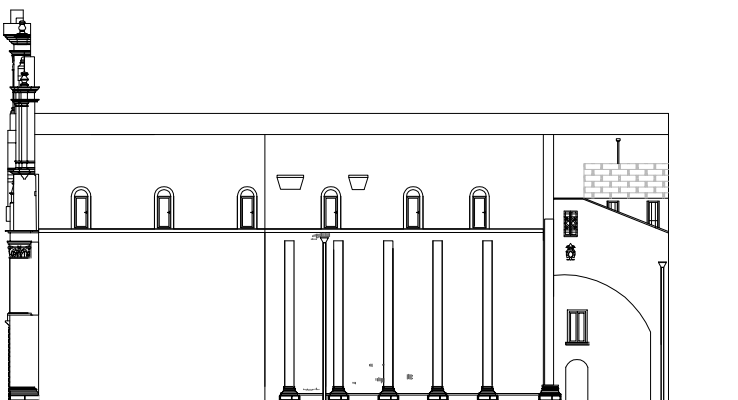
DEPOSITO SUPERFICIALE	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Accumulo di materiali estranei di varia natura (polveri, terriccio, guano, ecc.) di spessore variabile e generalmente scarsa coerenza e aderenza al materiale sottostante.</p>	<p>-Conformazione superficiale della pietra, l'exposizione, la sua scabrosità.</p> <p>-Inquinanti atmosferici.</p> <p>-Dilavamento e umidità.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulitura preliminare a secco per spazzolatura. 2. Rimozione dei depositi attraverso il lavaggio con acqua deionizzata nebulizzata e additivata con tensioattivi. 3. Pulitura esauriente per depositi aderenti con raschietto, bisturi, spazzola in setole di saggina. 4. Eliminazione degli effetti indotti dalla presenza di acqua di risalita capillare, per mezzo di tecniche di deumidificazione (barriere). 5. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.
<p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none"> D1 Deposito superficiale C1 Crosta M1 Mancanza di strato superficiale A1 Alveolizzazione D1 Disgregazione U1 Umidità P1 Patina Biologica E1 Efflorescenza V1 Vegetazione M1 Macchia D1 Dilavamento 			

FAMIGLIA DI DEGRADO


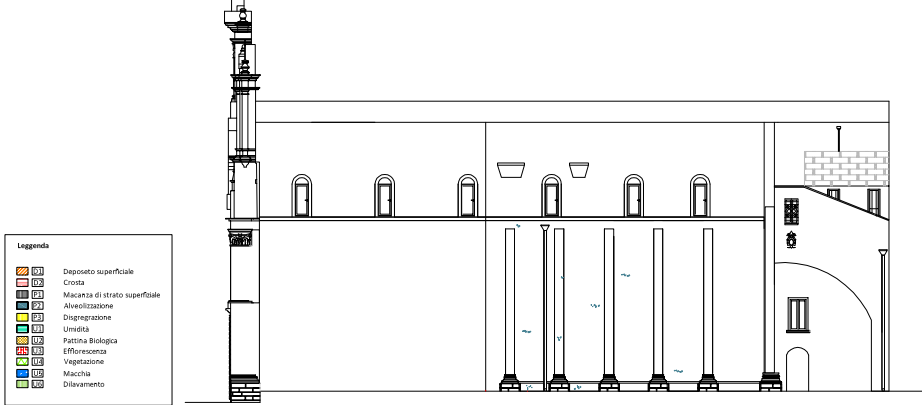


P1


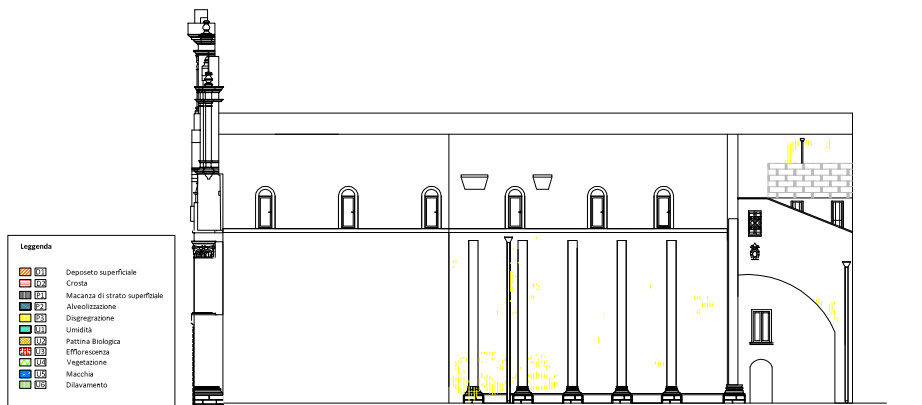
Elemento di riferimento: materiale lapidei

MANCANZA STRATO SUPERFICIALE	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Caduta e perdita di parti dei materiali. Si usa quando tale forma di degradazione non è descrivibile con altre voci del lessico.</p>	<p>-Errori di posa in opera e l'utilizzo di sabbie o malte poco idonee.</p> <p>-Umidità.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rimozione delle parti incoerenti con raschietto, bisturi o spazzola. 2. Rimozione delle parti incoerenti con raschietto, bisturi o spazzola. 3. Lavaggio con acqua deionizzata nebulizzata e additivata con tensioattivi. 4. Ripristino tessitura muraria con tecnica cuci-cuci, ammorsamento dei nuovi conci in tufo con malte a base di calce idraulica con inerti fini o ottenuti dalla polverizzazione della medesima pietra. 5. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.
<p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none"> D1 Deposito superficiale C1 Crosta M1 Mancanza di strato superficiale A1 Alveolizzazione D1 Disgregazione U1 Umidità P1 Patina Biologica E1 Efflorescenza V1 Vegetazione M1 Macchia D1 Dilavamento 			


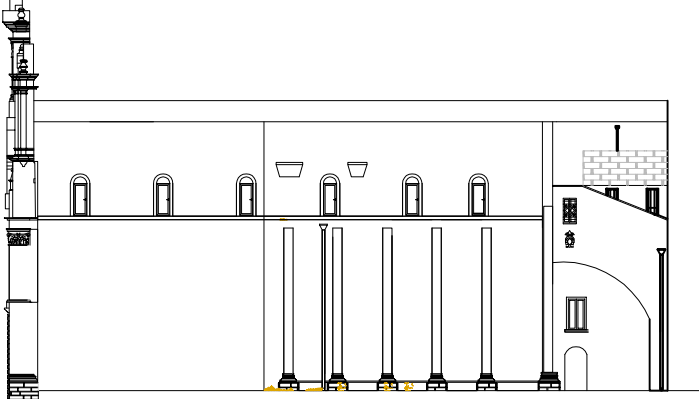
Elemento di riferimento: materiale lapidei

ALVEOLLIZZAZIONE	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Degradazione che si manifesta con le formazioni di cavità di forme e dimensioni variabili con distribuzione non uniforme.</p>	<p>-Conformazione superficiale della pietra</p> <p>-Cristallizzazione dei sali; vento.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulitura preliminare a secco per spazzolatura. 2. Rimozione dei depositi attraverso il lavaggio con acqua deionizzata nebulizzata e additivata con tensioattivi. 3. Stuccatura degli alveoli e delle piccole cavità con impasto di calce e inerti costituiti pietra (tufo) e di granulometria fine. 4. Consolidamento superficiale e protezione della superficie muraria con l'applicazione a pennello a base di resine ai silicati di etile. 5. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.
 <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none"> D11 Deposito superficiale D12 Crosta D21 Mancata di strato superficiale D22 Alveolizzazione D23 Disgregazione D31 Umidità D32 Patina Biologica D33 Efflorescenza D34 Vegetazione D35 Macchia D36 Dilavamento 			

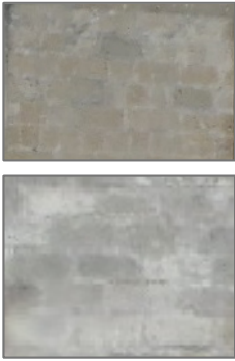
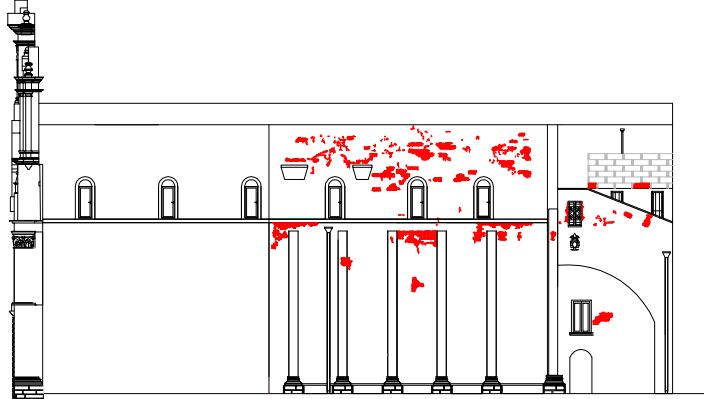
Elemento di riferimento: materiale lapidei

DISGREGAZIONE	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Asportazione del materiale dalla superficie dovuta a processi di diversa natura.</p>	<p>Cause meccaniche: erosione per abrasione o per corrosione.</p> <p>Cause chimiche e biologiche</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rimozione delle parti incoerenti con raschietto, bisturi o spazzola. 2. Stuccatura degli alveoli e delle piccole cavità con impasto di calce e inerti costituiti pietra (tufo) e di granulometria fine. 3. Consolidamento superficiale e protezione della superficie muraria con l'applicazione a pennello a base di resine ai silicati di etile. 4. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.
 <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none"> D11 Deposito superficiale D12 Crosta D21 Mancata di strato superficiale D22 Alveolizzazione D23 Disgregazione D31 Umidità D32 Patina Biologica D33 Efflorescenza D34 Vegetazione D35 Macchia D36 Dilavamento 			


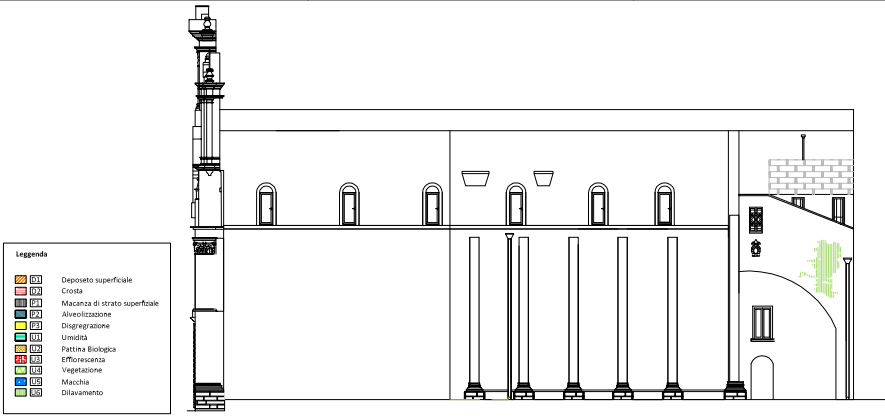
Elemento di riferimento: materiale lapidei

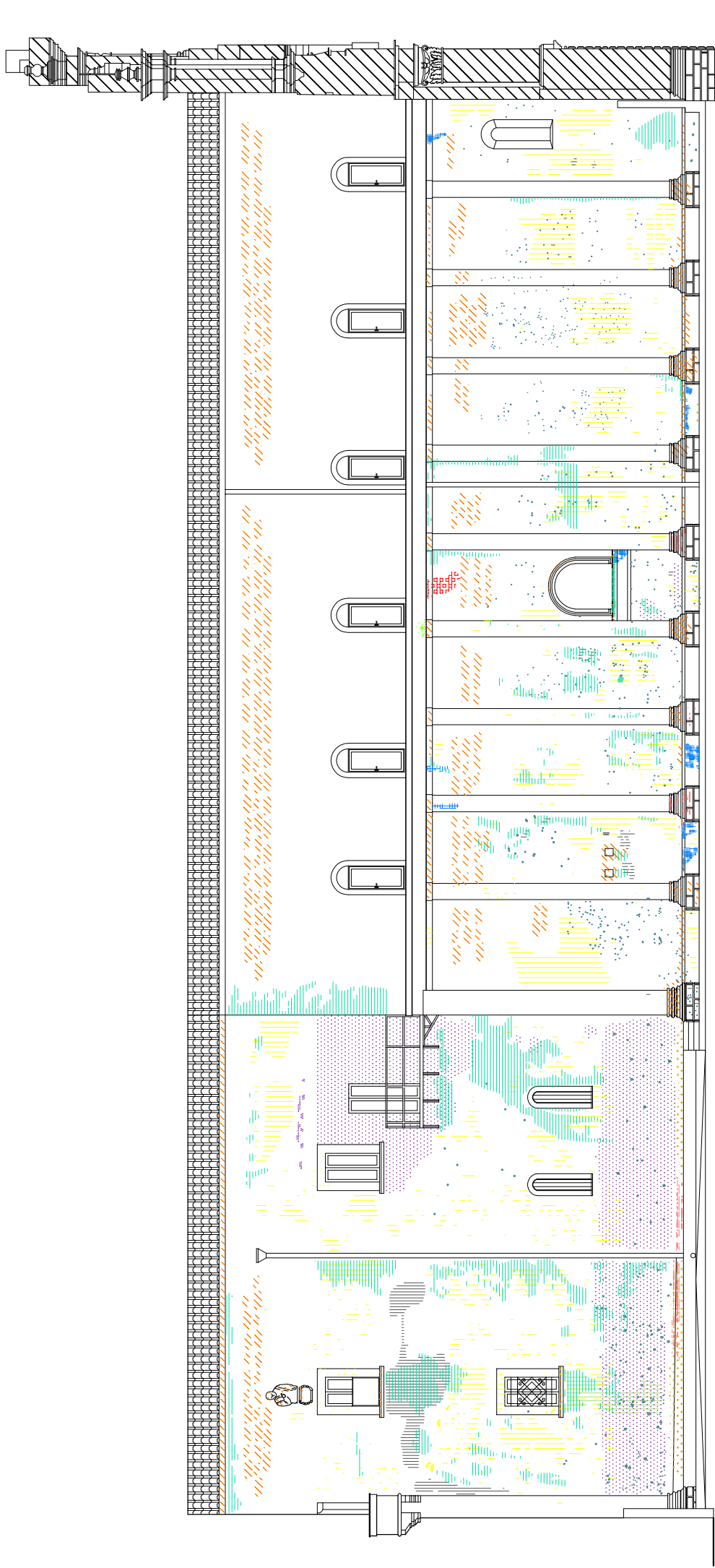
PATTINA BIOLOGICA	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Strato sottile di evidente natura biologica di colore variabile, per lo più verde o grigio-nero. Costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio, ecc.</p>	<p>-Presenza di umidità e acqua</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulitura preliminare a secco per spazzolatura. 2. Rimozione dei depositi attraverso il lavaggio con acqua deionizzata nebulizzata e additivata con tensioattivi. 3. Eliminazione degli effetti indotti dalla presenza di acqua di risalita capillare, per mezzo di tecniche di deumidificazione (barriere).
 <div data-bbox="172 922 343 1093" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Deposito superficiale ■ Crosta ■ Mancanza di strato superficiale ■ Alveolizzazione ■ Disgregazione ■ Umidità ■ Pattina Biologica ■ Efflorescenza ■ Vegetazione ■ Macchia ■ Dilavamento </div>			<ol style="list-style-type: none"> 4. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.

Elemento di riferimento: materiale lapidei

EFLORESCENZA	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Danno chimico. Formazione di depositi salini in superficie, sotto forma di polvere o cristalli generalmente biancastri.</p>	<p>-Migrazione dei sali della muratura stessa, in superficie. Questo succede perché il materiale lapideo contiene sali disciolti.</p> <p>-Generalmente in presenza di umidità, nel caso specifico dovuta a risalita capillare.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulitura preliminare a secco per spazzolatura. 2. Asportazione delle formazioni saline superficiali biancastre mediante azione meccanica a secco con spazzole di saggina o scopetti. 3. Eliminazione degli effetti indotti dalla presenza di acqua di risalita capillare, per mezzo di tecniche di deumidificazione (barriere).
 <div data-bbox="172 1953 343 2123" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Deposito superficiale ■ Crosta ■ Mancanza di strato superficiale ■ Alveolizzazione ■ Disgregazione ■ Umidità ■ Pattina Biologica ■ Efflorescenza ■ Vegetazione ■ Macchia ■ Dilavamento </div>			<ol style="list-style-type: none"> 4. Scarnitura e ripristino dei giunti di malta ammalorati con calce e pozzolana e rifinito da malta idraulica additivata con sigillante. 5. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.

Elemento di riferimento: materiale lapidei

DILAVAMENTO	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Si tratta di una modificazione dell'aspetto dovuta all'asportazione di materiali o pigmenti da parte dell'acqua che scorre sulla superficie verticale.</p>	<p>-Presenza di umidità, nel caso specifico dovuta a risalita capilarità.</p> <p>-Vicinanza all'elemento di evacuazione.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulitura preliminare a secco per spazzolatura. 2. Asportazione delle formazioni saline superficiali biancastre mediante azione meccanica a secco con spazzole di saggina o scopetti. 3. Eliminazione degli effetti indotti dalla presenza di acqua di risalita capillare, per mezzo di tecniche di deumidificazione (barriere).
 <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none"> 01 Deposito superficiale 02 Crosta 03 Mancanza di strato superficiale 04 Alveolizzazione 05 Disgregazione 06 Umidità 07 Patina Biologica 08 Efflorescenza 09 Vegetazione 10 Macchia 11 Dilavamento 			<ol style="list-style-type: none"> 4. Scarnitura e ripristino dei giunti di malta ammalorati con calce e pozzolana e rifinito da malta idraulica additivato con sigillante. 5. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.

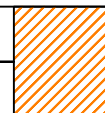


Fonte: Elaborazione propria

Leggenda	
	Deposito superficiale
	Crosta
	Macanza di strato superficiale
	Alveolizzazione
	Disgregazione
	Umidità
	Pattina Biologica
	Efflorescenza
	Vegetazione
	Macchia
	Dilavamento


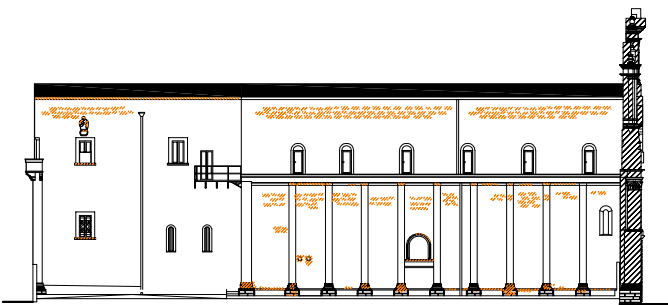
MADONNA DELLE GRAZIE	
Mappatura del degrado	
Prospetto Nord-ovest	
SCALA 1:175	N° 3

FAMIGLIA DI DEGRADO

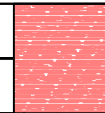


D1

Elemento di riferimento: materiale lapidei


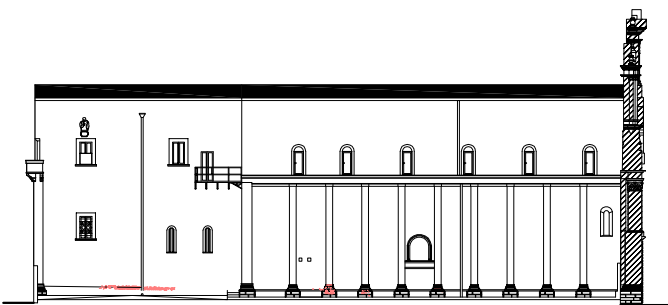
DEPOSITO SUPERFICIALE	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Accumulo di materiali estranei di varia natura (polveri, terriccio, guano, ecc.) di spessore variabile e generalmente scarsa coerenza e aderenza al materiale sottostante.</p>	<p>-Conformazione superficiale della pietra, l'exposizione, la sua scabrosità.</p> <p>-Inquinanti atmosferici.</p> <p>-Dilavamento e umidità.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulitura preliminare a secco per spazzolatura. 2. Rimozione dei depositi attraverso il lavaggio con acqua deionizzata nebulizzata e additivata con tensioattivi. 3. Pulitura esauriente per depositi aderenti con raschietto, bisturi, spazzola in setole di saggina. 4. Eliminazione degli effetti indotti dalla presenza di acqua di risalita capillare, per mezzo di tecniche di deumidificazione (barriere). 5. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none"> Deposito superficiale Crosta Mancanza di strato superficiale Alveolizzazione Disgregazione Umidità Pattina Biologica Efflorescenza Vegetazione Macchia Dilavamento </div> <div style="flex: 3;">  </div> </div>			

FAMIGLIA DI DEGRADO



D2

Elemento di riferimento: materiale lapidei

CROSTA	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Strato superficiale di alterazione del materiale lapideo. Di spessore variabile, è dura, fragile e distinguibile dalle parti sottostanti e le caratteristiche morfologiche e spesso per il colore.</p>	<p>-Deterioramento</p> <p>-Presenza sulfato di calcio</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulitura preliminare a secco per spazzolatura. 2. Rimozione dei depositi attraverso il lavaggio con acqua deionizzata nebulizzata e additivata con tensioattivi. 3. Pulitura esauriente per depositi aderenti con raschietto, bisturi, spazzola in setole di saggina. 4. Eliminazione degli effetti indotti dalla presenza di acqua di risalita capillare, per mezzo di tecniche di deumidificazione (barriere). 5. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none"> Deposito superficiale Crosta Mancanza di strato superficiale Alveolizzazione Disgregazione Umidità Pattina Biologica Efflorescenza Vegetazione Macchia Dilavamento </div> <div style="flex: 3;">  </div> </div>			

FAMIGLIA DI DEGRADO

P1

Elemento di riferimento: materiale lapidei

MANCANZA STRATO SUPERFICIALE

DESCRIZIONE

CAUSI PROBABILI

INTERVENTO



Caduta e perdita di parti dei materiali. Si usa quando tale forma di degradazione non è descrivibile con altre voci del lessico.

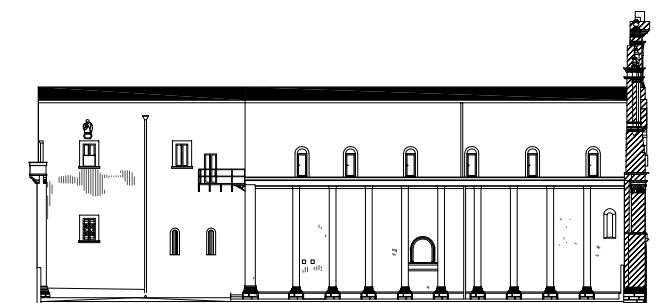
-Errori di posa in opera e l'utilizzo di sabbie o malte poco idonee.

-Umidità.

1. Rimozione delle parti incoerenti con raschietto, bisturi o spazzola.
2. Lavaggio con acqua deionizzata nebulizzata e additivata con tensioattivi.
3. Ripristino tessitura muraria con tecnica cuci-cuci, ammorsamento dei nuovi conci in tufo con malte a base di calce idraulica con inerti fini o ottenuti dalla polverizzazione della medesima pietra.
4. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.

Leggenda

	Deposito superficiale
	Crosta
	Manca di strato superficiale
	Alveollizzazione
	Disgregazione
	Umidità
	Pattina Biologica
	Efflorescenza
	Vegetazione
	Macchia
	Dilavamento



FAMIGLIA DI DEGRADO

P2

Elemento di riferimento: materiale lapidei

ALVEOLLIZZAZIONE

DESCRIZIONE

CAUSI PROBABILI

INTERVENTO



Degradazione che si manifesta con le formazione di cavità di forme e dimensioni variabili con distribuzione non uniforme.

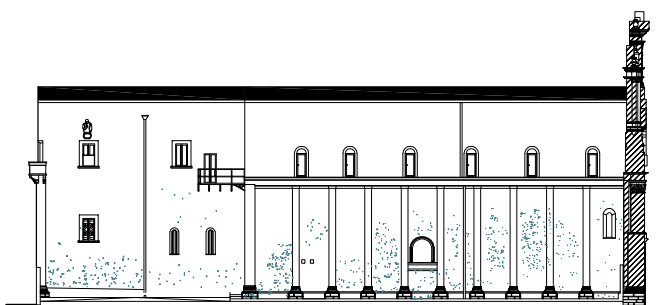
-Conformazione superficiale della pietra

-Cristallizzazione dei sali; vento.

1. Pulitura preliminare a secco per spazzolatura.
2. Rimozione dei depositi attraverso il lavaggio con acqua deionizzata nebulizzata e additivata con tensioattivi.
3. Stuccatura degli alveoli e delle piccole cavità con impasto di calce e inerti costituiti pietra (tufo) e di granulometria fine.
4. Consolidamento superficiale e protezione della superficie muraria con l'applicazione a pennello a base di resine ai silicati di etile.
5. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.

Leggenda


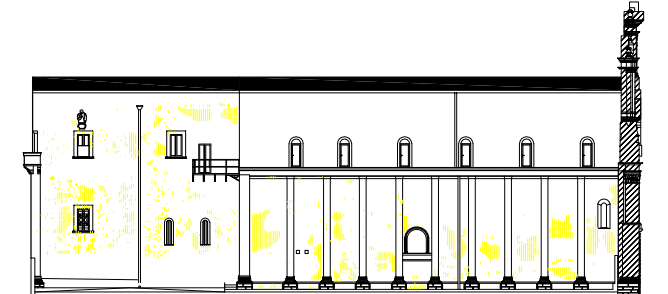
	Deposito superficiale
	Crosta
	Manca di strato superficiale
	Alveollizzazione
	Disgregazione
	Umidità
	Pattina Biologica
	Efflorescenza
	Vegetazione
	Macchia
	Dilavamento



FAMIGLIA DI DEGRADO

P3


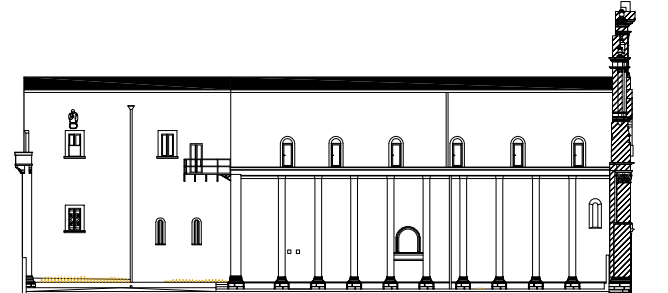
Elemento di riferimento: materiale lapidei

DISGREGAZIONE	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Asportazione del materiale dalla superficie dovuta a processi di diversa natura.</p>	<p>Cause meccaniche: erosione per abrasione o per corrosione.</p> <p>Cause chimiche e biologiche</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rimozione delle parti incoerenti con raschietto, bisturi o spazzola. 2. Stuccatura degli alveoli e delle piccole cavità con impasto di calce e inerti costituiti pietra (tufo) e di granulometria fine. 3. Consolidamento superficiale e protezione della superficie muraria con l'applicazione a pennello a base di resine ai silicati di etile. 4. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none"> D01 Deposito superficiale D02 Crosta D03 Mancanza di strato superficiale D04 Alveolizzazione D05 Disgregazione U01 Umidità U02 Pattina Biologica U03 Efflorescenza U04 Vegetazione U05 Macchia U06 Dilavamento </div> <div style="flex: 2; text-align: center;">  </div> </div>			

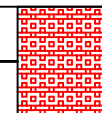
FAMIGLIA DI DEGRADO

U2

Elemento di riferimento: materiale lapidei


PATTINA BIOLOGICA	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Strato sottile di evidente natura biologica di colore variabile, per lo più verde o grigio-nero. Costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio, ecc.</p>	<p>-Presenza di umidità e acqua</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulitura preliminare a secco per spazzolatura. 2. Rimozione dei depositi attraverso il lavaggio con acqua deionizzata nebulizzata e additivata con tensioattivi. 3. Eliminazione degli effetti indotti dalla presenza di acqua di risalita capillare, per mezzo di tecniche di deumidificazione (barriere). 4. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none"> D01 Deposito superficiale D02 Crosta D03 Mancanza di strato superficiale D04 Alveolizzazione D05 Disgregazione U01 Umidità U02 Pattina Biologica U03 Efflorescenza U04 Vegetazione U05 Macchia U06 Dilavamento </div> <div style="flex: 2; text-align: center;">  </div> </div>			

FAMIGLIA DI DEGRADO



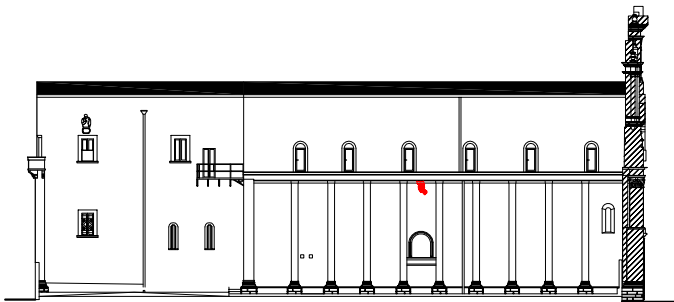
U3

Elemento di riferimento: materiale lapidei

EFFLORESCENZA	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Danno chimico. Formazione di depositi salini in superficie, sotto forma di polvere o cristalli generalmente biancastra.</p>	<p>-Migrazione dei sali della muratura stessa, in superficie. Questo succede perchè il materiali lapideo contenente sali disciolti.</p> <p>-Generalmente in presenza di umidità, nel caso specifico dovuta a risalita capillarità.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulitura preliminare a secco per spazzolatura. 2. Asportazione delle formazioni saline superficiali biancastre mediante azione meccanica a secco con spazzole di saggina o scopetti. 3. Eliminazione degli effetti indotti dalla presenza di acqua di risalita capillare, per mezzo di tecniche di deumidificazione (barriere).

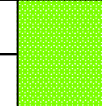
Leggenda

- D1 Deposito superficiale
- D2 Crosta
- D3 Mancanza di strato superficiale
- P1 Alveolizzazione
- P2 Disgregazione
- U1 Umidità
- U2 Patina Biologica
- U3 Efflorescenza
- U4 Vegetazione
- U5 Macchia
- U6 Dilavamento



4. Scarnitura e ripristino dei giunti di malta ammalorati con calce e pozzolana e rifinito da malta idraulica additivato con sigillante.
5. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.

FAMIGLIA DI DEGRADO



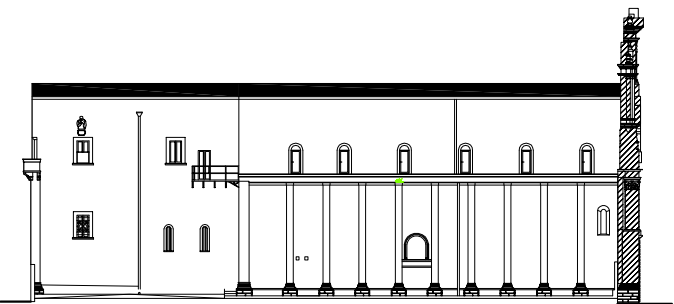
U4

Elemento di riferimento: materiale lapidei

PRESENZA DI VEGETAZIONE	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Locuzione impiegata quando vi sono licheni, muschi e piante.</p>	<p>Mancanza di manutenzione e pullitura.</p> <p>Accumulazione di umidità provocata in qualche caso per coincidere in zone eccessivamente ombreggiate.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rimozione delle piante esistente mediante una spazzola. 2. Applicare a pennello, rullo, o polverizzatore il trattamento pulitore in quantità sufficiente per impregnare perfettamente il muschio esistente

Leggenda

- D1 Deposito superficiale
- D2 Crosta
- D3 Mancanza di strato superficiale
- P1 Alveolizzazione
- P2 Disgregazione
- U1 Umidità
- U2 Patina Biologica
- U3 Efflorescenza
- U4 Vegetazione
- U5 Macchia
- U6 Dilavamento


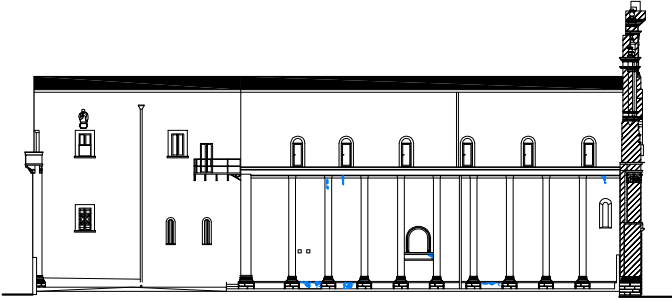


FAMIGLIA DI DEGRADO

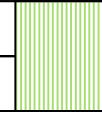


U5

Elemento di riferimento: materiale lapidei


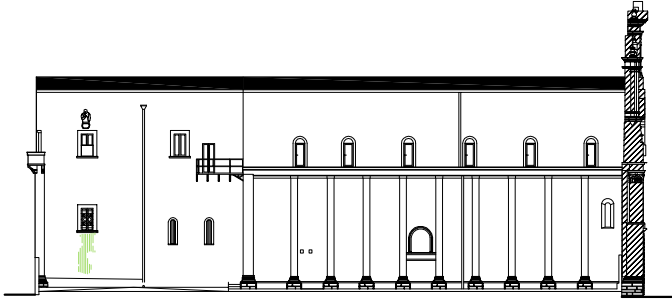
MACCHIA	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Alterazione che si manifesta con pigmentazione accidentale e localizzata della superficie.</p>	<p>Provocata per l'umidità e il passo dell'acqua.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulitura preliminare a secco per spazzolatura. 2. Asportazione delle formazioni saline superficiali biancastre mediante azione meccanica a secco con spazzole di saggina o scopetti. 3. Eliminazione degli effetti indotti dalla presenza di acqua di risalita capillare, per mezzo di tecniche di deumidificazione (barriere). 4. Scarnitura e ripristino dei giunti di malta ammalorati con calce e pozzolana e rifinito da malta idraulica additivato con sigillante. 5. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.
<div data-bbox="140 864 338 1066" style="float: left; width: 20%;"> <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none"> Deposito superficiale Crosta Mancanza di strato superficiale Alveolizzazione Disgregazione Umidità Patina Biologica Efflorescenza Vegetazione Macchia Dilavamento </div> 			

FAMIGLIA DI DEGRADO



U6

Elemento di riferimento: materiale lapidei

DILAVAMENTO	DESCRIZIONE	CAUSI PROBABILI	INTERVENTO
	<p>Si tratta di una modificazione dell'aspetto dovuta all'asportazione di materiali o pigmenti da parte dell'acqua che scorre sulla superficie verticale.</p>	<p>-Presenza di umidità, nel caso specifico dovuta a risalita capilarità.</p> <p>-Vicinanza all'elemento di evacuazione.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulitura preliminare a secco per spazzolatura. 2. Asportazione delle formazioni saline superficiali biancastre mediante azione meccanica a secco con spazzole di saggina o scopetti. 3. Eliminazione degli effetti indotti dalla presenza di acqua di risalita capillare, per mezzo di tecniche di deumidificazione (barriere). 4. Scarnitura e ripristino dei giunti di malta ammalorati con calce e pozzolana e rifinito da malta idraulica additivato con sigillante. 5. Trattamenti idrorepellenti eseguiti con resine silossaniche della superficie per garantire il riparo dagli attacchi nel tempo previo passaggio a pennello di una mano di biocida di prevenzione.
<div data-bbox="140 1953 338 2154" style="float: left; width: 20%;"> <p>Leggenda</p> <ul style="list-style-type: none"> Deposito superficiale Crosta Mancanza di strato superficiale Alveolizzazione Disgregazione Umidità Patina Biologica Efflorescenza Vegetazione Macchia Dilavamento </div> 			

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (2007). "Manuale Recupero/Interventi" . Mancosu Editore

CENTRI DI STUDIO DI MILANO E ROMA SULLE CAUSE DI DEPERIMENTO E SUI METODI DI CONSERVAZIONE DELLE OPERE D'ARTE – ISTITUTO CENTRALE PER IL RESTAURO. *"Normal – 1/88 Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico"* .

COMUNE ALESSANDRIA. *"I fattori fonte di degrado e di dissesto- IIIb terra cruda degrado dissesti recupero/pagg 52-62.pdf"* .

CULTURA HERITAGE. *"Crosta"*

<http://www.culturalheritage.net/ortygia/italiano/Crosta.html>

VII. CAPITOLO .PROGETTO DI INTERVENTI

7.1. PREMESSA

Il restauro delle opere in muratura, sia si tratti di normali edifici di abitazione, sia di costruzioni d'interesse storico o artistico, pone sempre problemi di scelta delle tecniche e materiali, per il conseguimento degli obiettivi di:

- riconoscimento delle cause dei dissesti strutturali
- recupero delle capacità strutturali
- riduzione dell'umidità e dei suoi effetti negativi
- riconoscimento della natura di eventuali fenomeni chimico-fisici di degrado o dissesto
- recupero estetico/ambientale
- affidabilità e durabilità dell'intervento

Il modello di intervento individuato consente di mitigare le vulnerabilità principali evitando di effettuare interventi diffusi ed invasivi, spesso previsti nell'ottica di un miglioramento sismico globale della struttura, che si basa sulla riduzione controllata della vulnerabilità: pertanto sono state individuate le carenze costruttive della chiesa e i dati sono stati sintetizzati in un indicazione metodologica di progetto ispirato ai principi della conservazione. Per ogni condizione di danno e/o degrado si prevede uno specifico intervento e ben studiato in base alla nostra patologia.

7.2. CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE

Sono molto ricorrenti nelle costruzioni storiche le murature costituite per paramenti non ingranati tra loro. Questo suppone col tempo un danno principale: la separazione dei paramenti dovuta alle spinte interne generate nei pannelli murari per l'azione di carichi verticali ed azione sismiche nel comportamento non monolitico della muratura. Sono spesso la causa della vulnerabilità del edificio, quindi il suo controllo è l'oggetto principale di qualsiasi intervento di prevenzione.

È per questo che applichiamo un consolidamento strutturale attraverso interventi di diversa natura per la conservazione del nostro edificio.

7.2.1. INIEZIONE PER REGENERAZIONE DEL NUCLEO

La tecnica delle iniezioni consiste nell'immettere all'interno della muratura un materiale fluido con precise caratteristiche chimico-fisiche meccaniche, con lo scopo di consolidare i paramenti murari ripristinandone le originali caratteristiche meccaniche.

Le risarciture dei sacchi murari costituiscono l'intervento di consolidamento più efficace per incrementare la resistenza ultima a compressione e per migliorare il comportamento fragile della muratura non consolidata.

Una boiaccia da iniezione eseguita su una muratura ad unico paramento ha un assorbimento variabile ma molto vicino all'1% rispetto al volume dell'intera struttura mentre, se fosse a sacco e quindi a più paramenti, l'assorbimento rispetto al volume sarebbe attorno al 20%. Tali riduzioni volumetrico possono essere compensate da l'aggiunta nell'impasto inietato di appositi additivi. Nel casi di muratura a blocchi compatti l'iniezione non trova efficacia in quanto la muratura non consente un significativo riempimento. Gli effetti migliori di questo tipo di consolidamento si hanno ove la muratura è costituita da materiale lapideo di buona resistenza ma collegato con poca malta e quindi con alta percentuale di vuoti. Per questo motivo abbiamo selezionato questa tecnica.

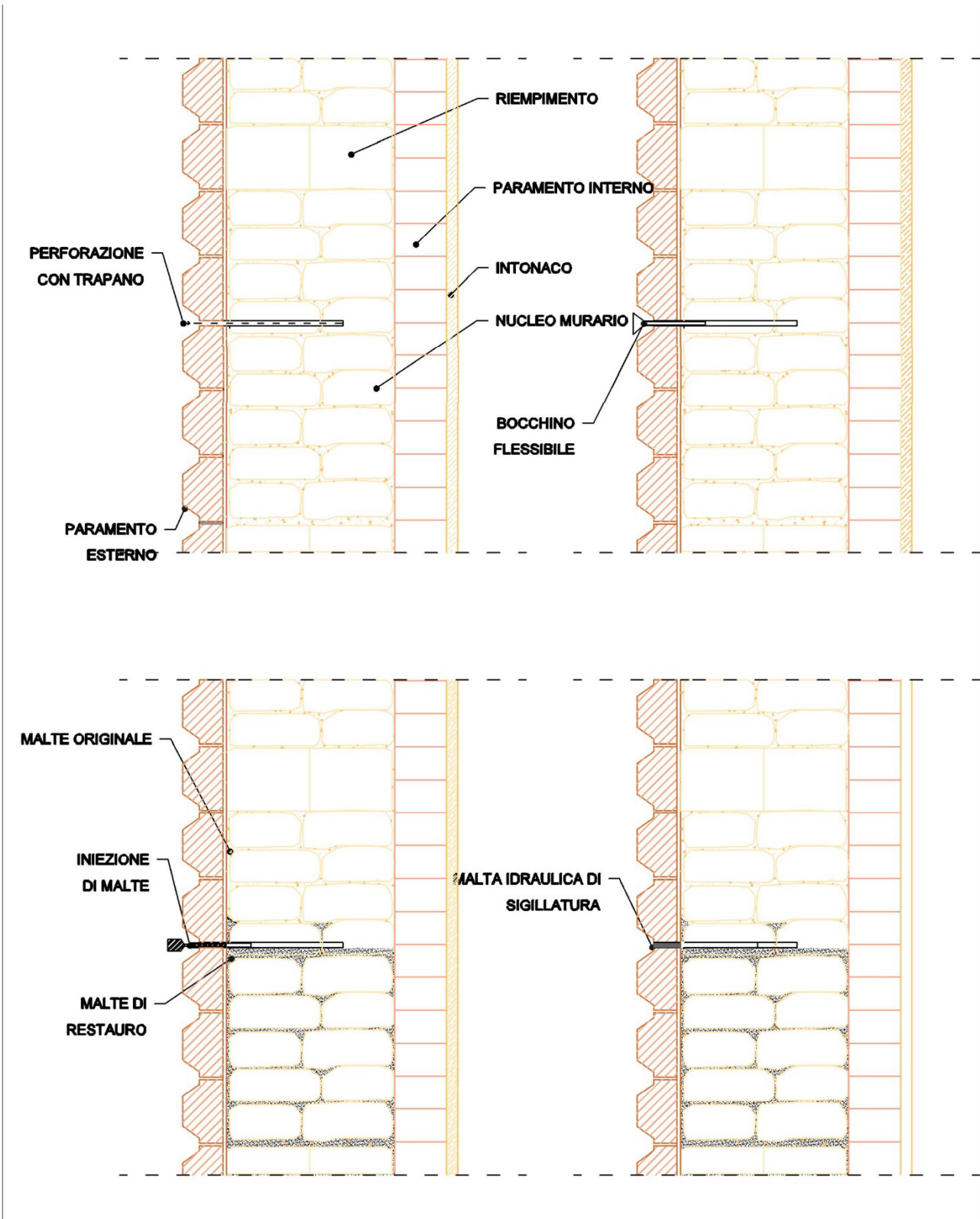
Se condideriamo che la lesioni si presentano piuttosto estese e profonde, e la mancanza all'interno del muro di materiali e elevata, possiamo anche fare una risarcitura dei sacchi murari armata.L'iniezione armata associa all'aumento di resistenza della muratura l'effetto legante dato dall'inserimento delle barre. Una buona soluzione meglio che in barre metalliche è in FRP, per essere resistente a trazione e non soffrire effetti di corrosione. Nei fori praticati nelle murature s'inseriscono barre che, a seguito dell'iniezione, vengono ad esser solidarizzate con la muratura, costituendo un elemento di cucitura in grado di sopportare sforzi di trazione (operazione nota anche come chiodatura). Le barre costituenti tiranti interni alla muratura, hanno una maggiore efficacia se pretese.

- SVILUPPO DEI LAVORI A REALIZZAR

- A. Preparazione del supporto ed installazione dell'apparato di iniezione.
- B. Presegnatura sul muro dei punti da perforare, tra i 2-4 per m^2 , con una distanza minima di 60-80 cm.
Disporremo le perforazioni di forma regolare durante lo sviluppo della lesione.
- C. Esecuzione delle perforazione ad andamento orizzontale e perpendicolare al muro con un trapano a sola rotazione di 32 mm di diametro, con una profondità di 60-80 cm e comunque approssimativamente di circa i 2/3 della profondità complessiva della muratura.
- D. Pulitura dei fori con aria compressa e collocazionedei bocchini di iniezione. Questi bocchini sono di plastica flessibile e con un diametro di 20mm approssimativamente. Li introdurremo con una profondità di circa 10-15 cm nel muro.
- E. Sigillatura delle lesioni e dei giunti superficiali aperti tra i blocchi della muratura che possano condurre ad una fuoriuscita della miscela. Le malte di sigillatura saranno a base calce con caratteristiche fisico-meccaniche simili alle esistenti.
- F. Iniezione a rifiuto di malta all'interno della struttura previo lavaggio con acqua mediante i tubi precedentemente disposti. Con questo si intende eliminare la polvere esistente e preparare i materiali originari affinché si leghino allamiscela di

rigenerazione del nucleo. Può essere anche di gran utilità per verificare l'esistenza di fratture interne ove si registrino dispersioni di acqua.

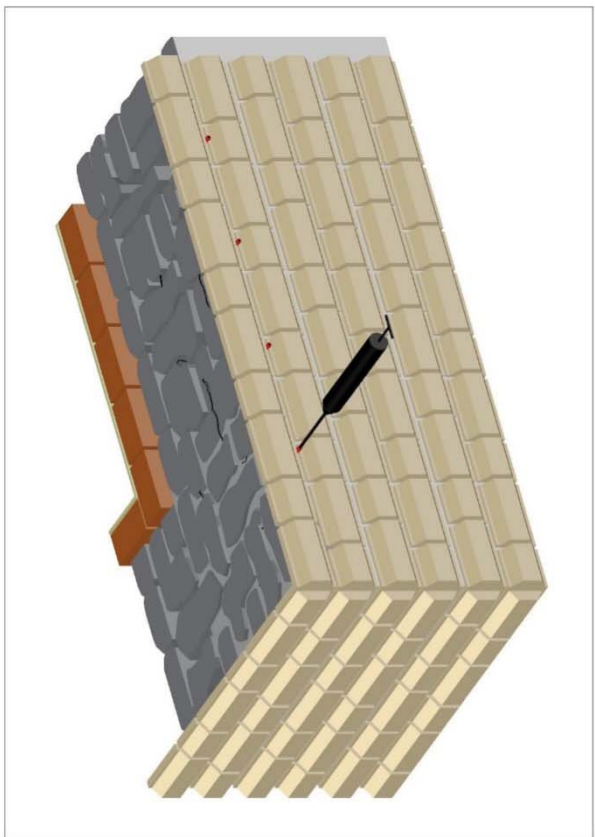
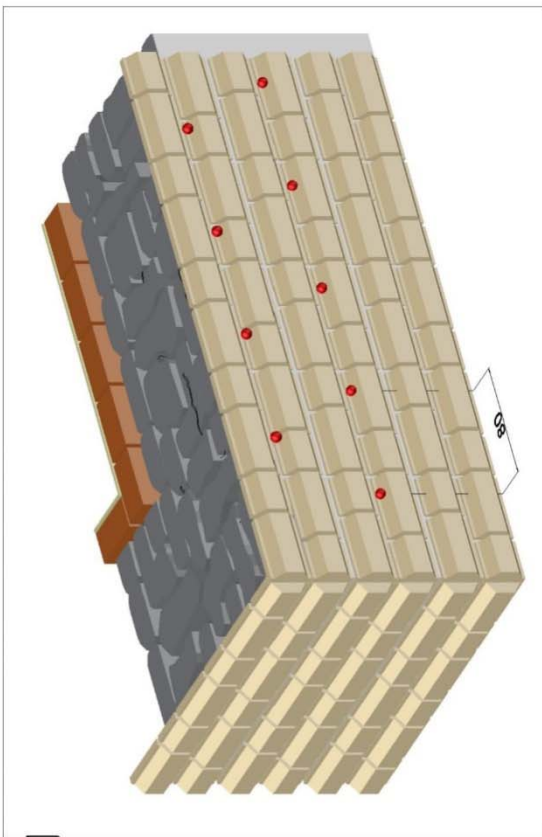
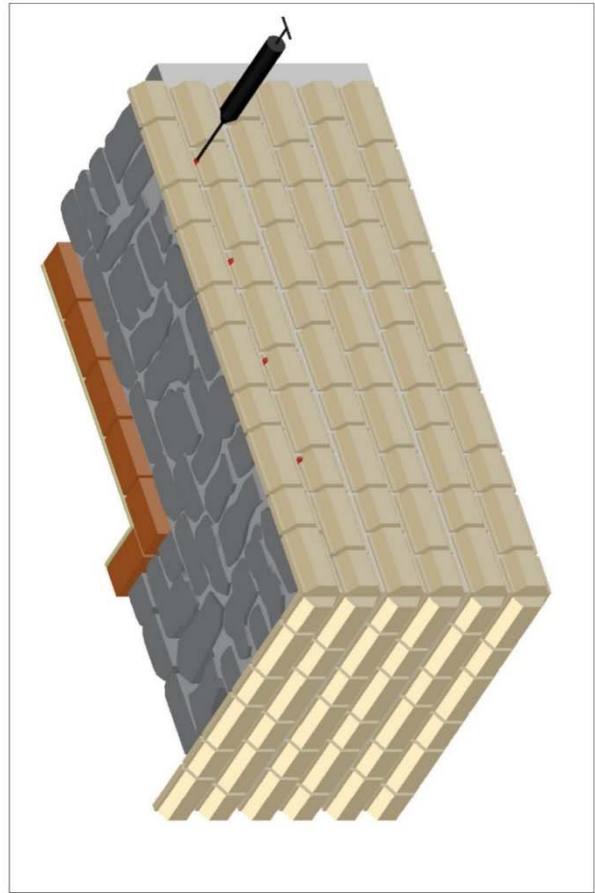
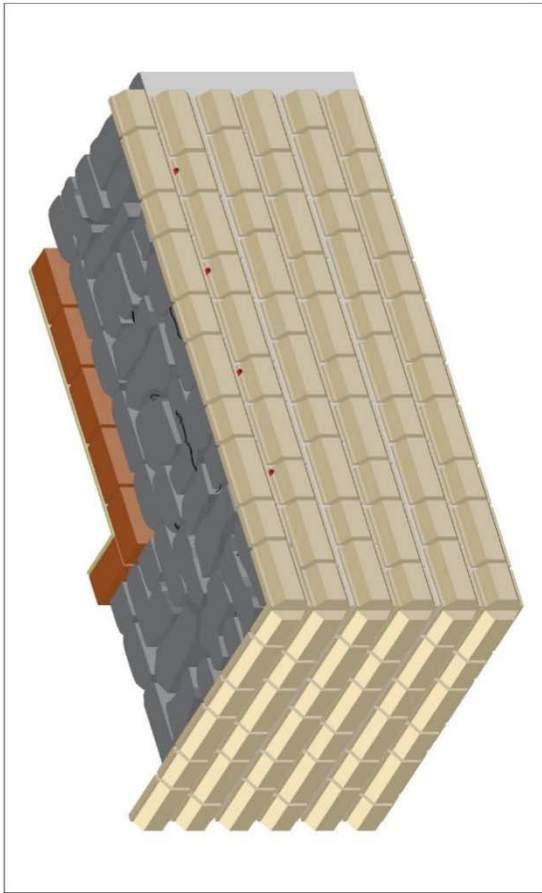
- G. Preparazione delle malte di iniezione. Il metodo di applicazione è per livelli successivi dal basso verso l'alto, a bassa pressione (meno di 1,5 bar) per evitare la formazione di pressioni all'interno della struttura. Le malte deve essere fortemente fluidificata, ad elevata ritenzione di acqua e igroscopica.
- H. L'iniezione va eseguita a pressione di aria e si manterrà costante fino a quando la miscela trabocchi per i buchi adiacenti od il foro "rifiuti" l'immissione di ulteriore materiale.
- I. Si chiude normalmente il foro con tasselli di legno e si continua l'operazione rispettando il piano di lavoro.
- J. Quando abbia indurito la miscela estraiamo i tubi di plastica e sigilliamo i fori con malta idraulica ad alta resistenza



Fonte dettagli: Elaborazione propria

MADONNA DELLE GRAZIE	
PROGETTO DI INTERVENTI	
1. RIGENERAZIONE DEL NUCLEO	
SCALA 1/ 50	N° 1

REPRESENTAZIONE 3D DELLA ESECUZIONE



Fonte 3D: Elaborazione propria

7.2.2. TIROFONDI NEI MURI DI SPINA

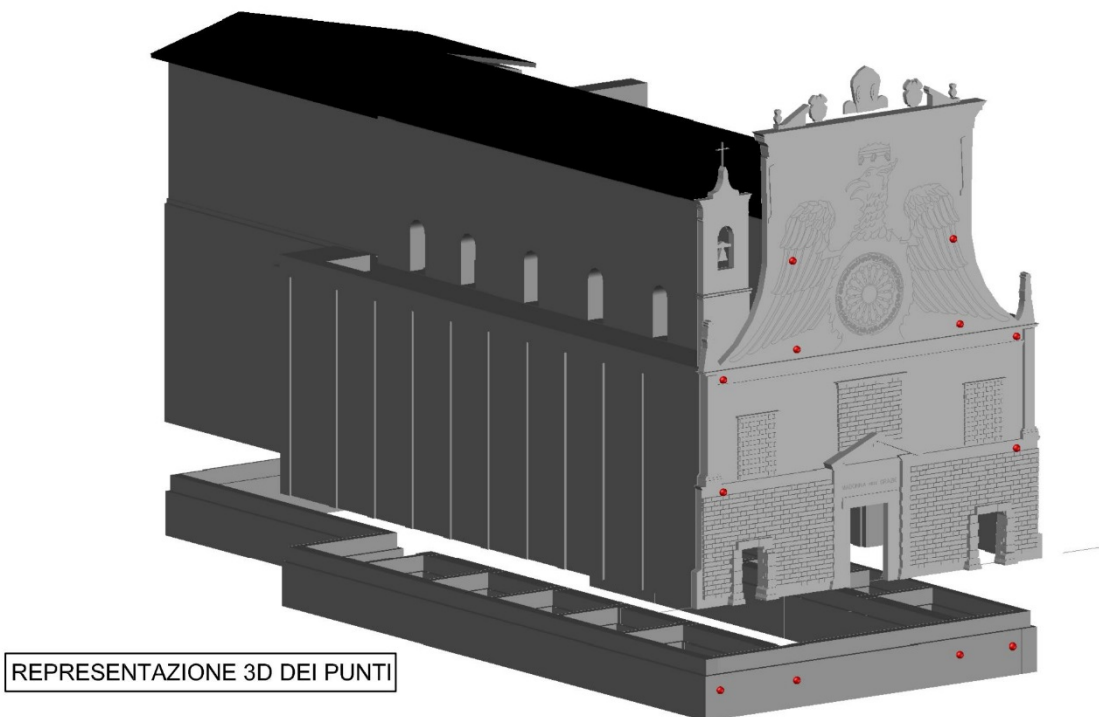
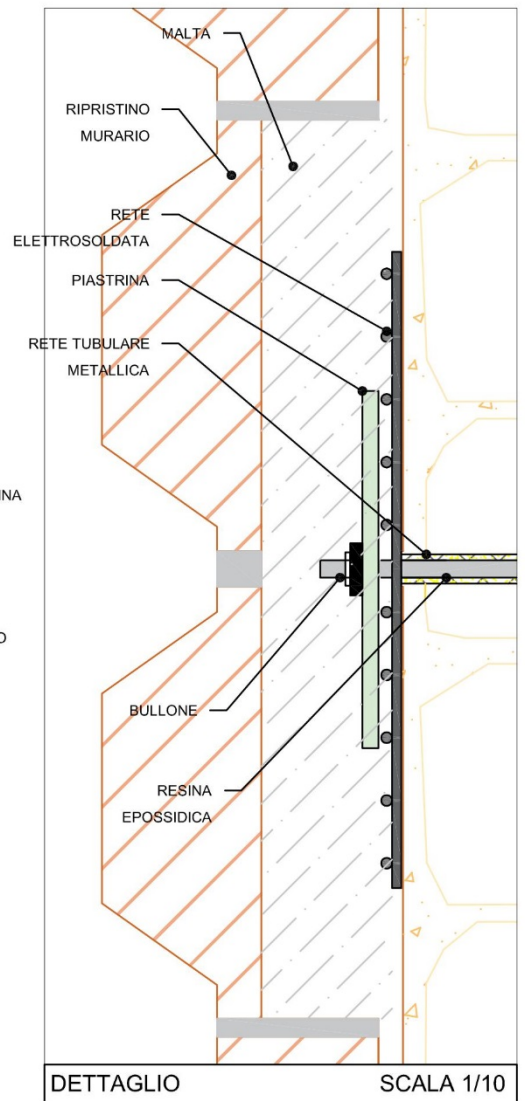
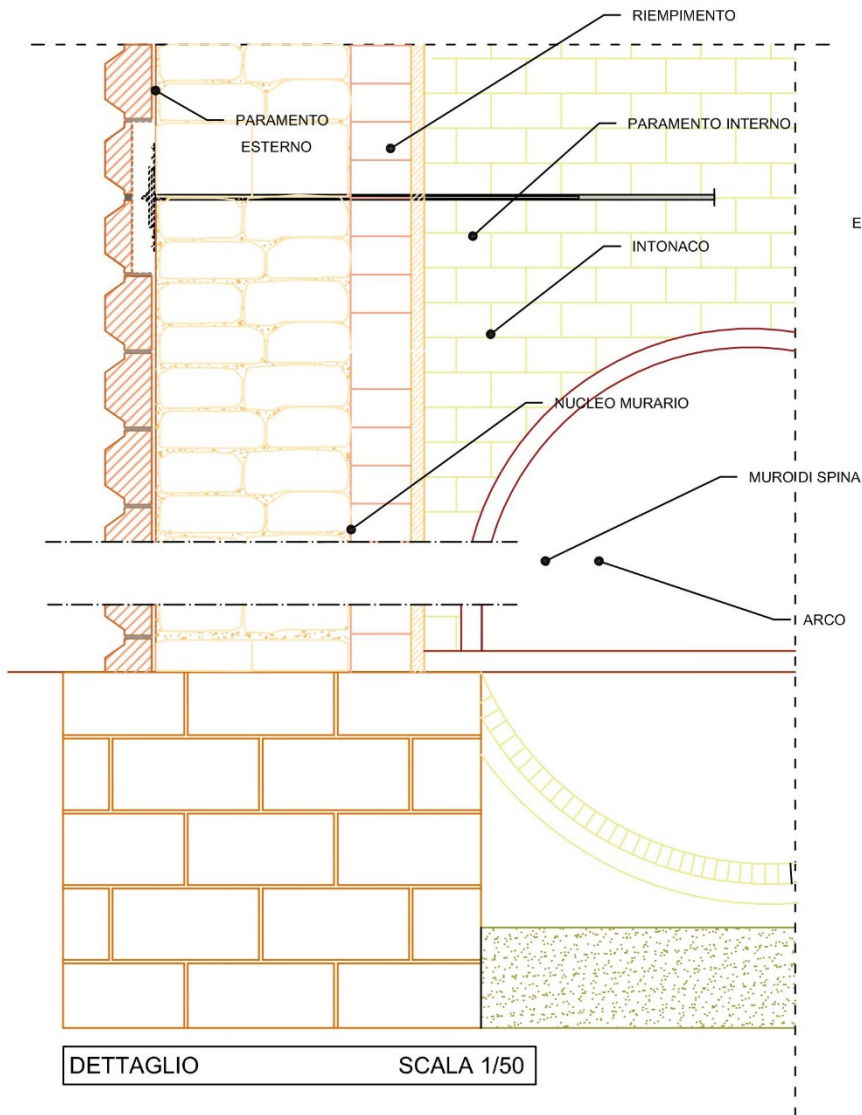
I tirafondi a base di elementi metallici (come perni e barre metalliche) e piastrine fanno ancoraggio sulle murature facendo un'importante funzione strutturale di collegamento. Lavora principalmente a trazione, contenendo e moderando le deformazione generate dai carichi esistenti. Questo metodo si caratterizza per:

- contrastare l'azione di rovesciamento delle pareti fuori dal piano.
- contrastare le flessione della parete indotta da azioni ortogonali.
- assorbire le azioni delle spinte residuali di volte, archi ed altri elementi strutturali.
- dotare all'edificio d'un comportamento scatolare servendo da collegamento tra parti strutturali diverse dell'edificio.

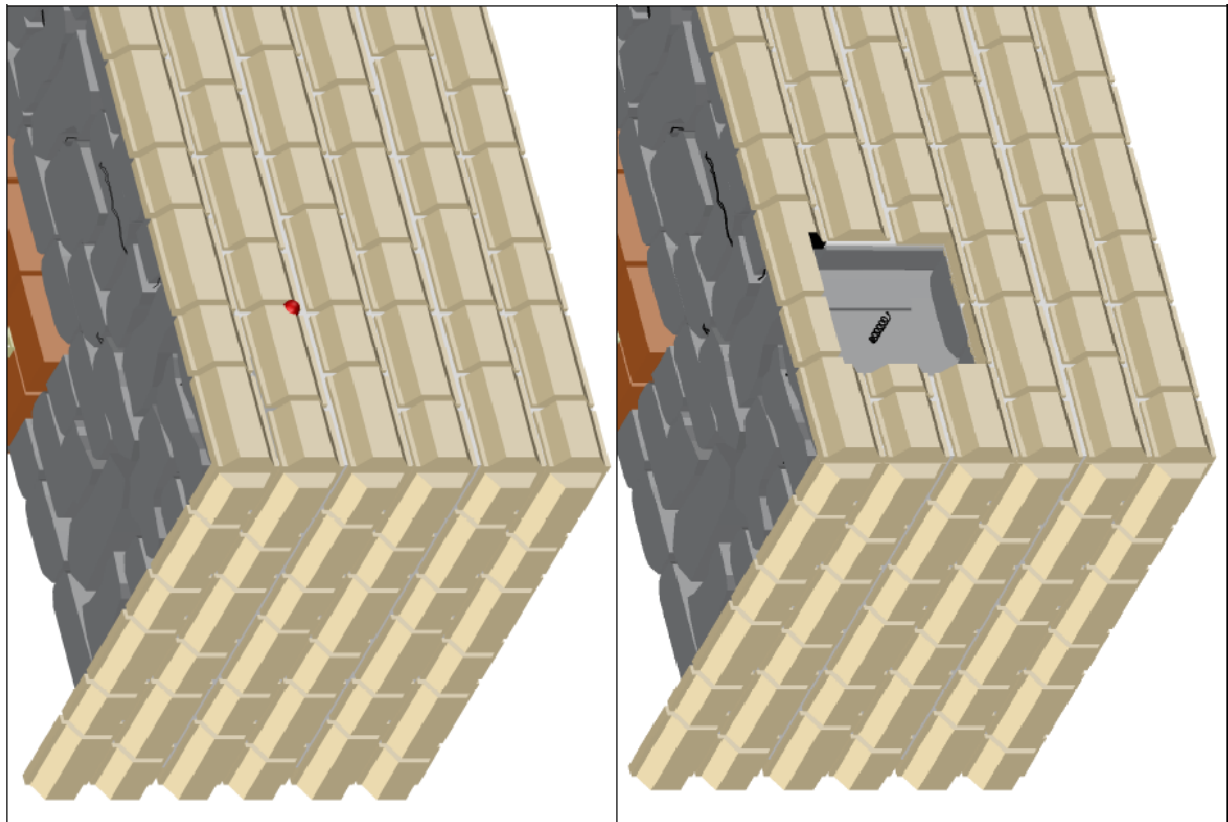
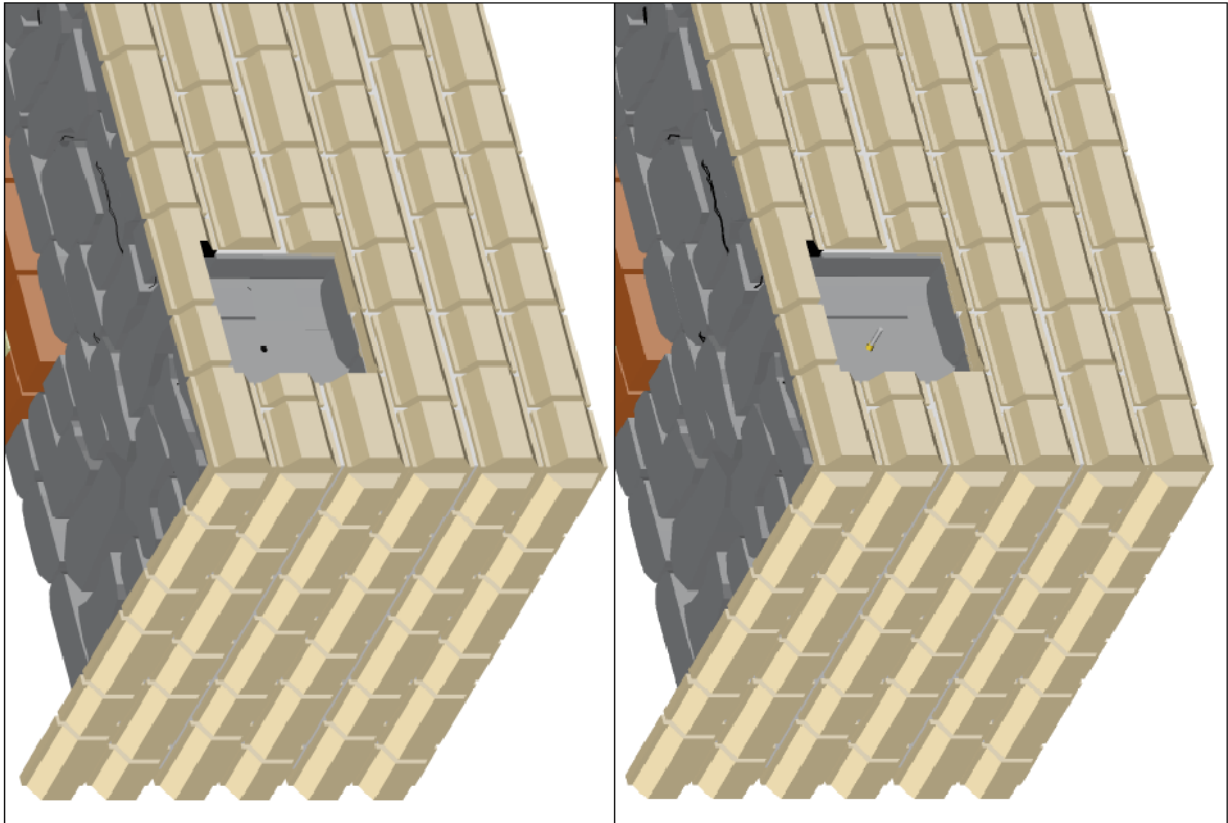
In generale è un buon metodo di restauro per combattere la vulnerabilità d'un edificio a livello strutturale.

• SVILUPPO DEI LAVORI A REALIZZARE

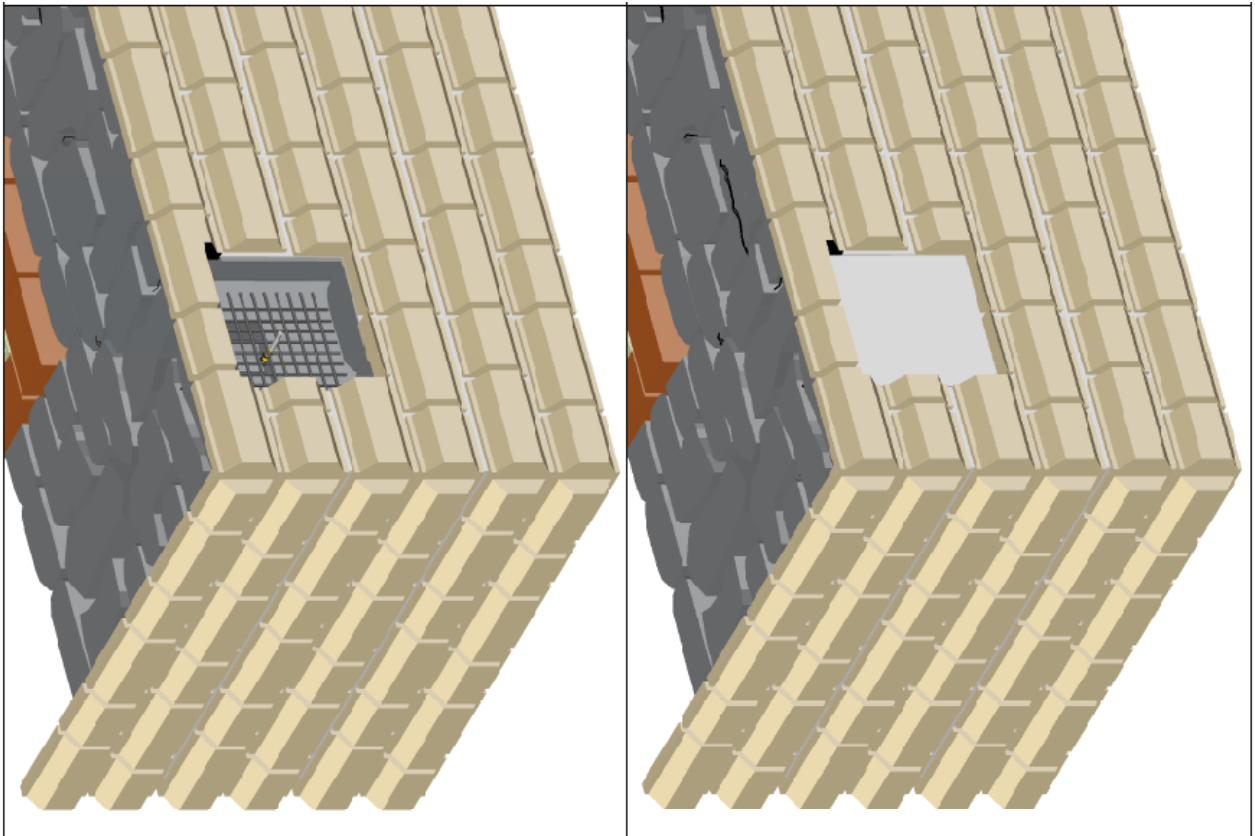
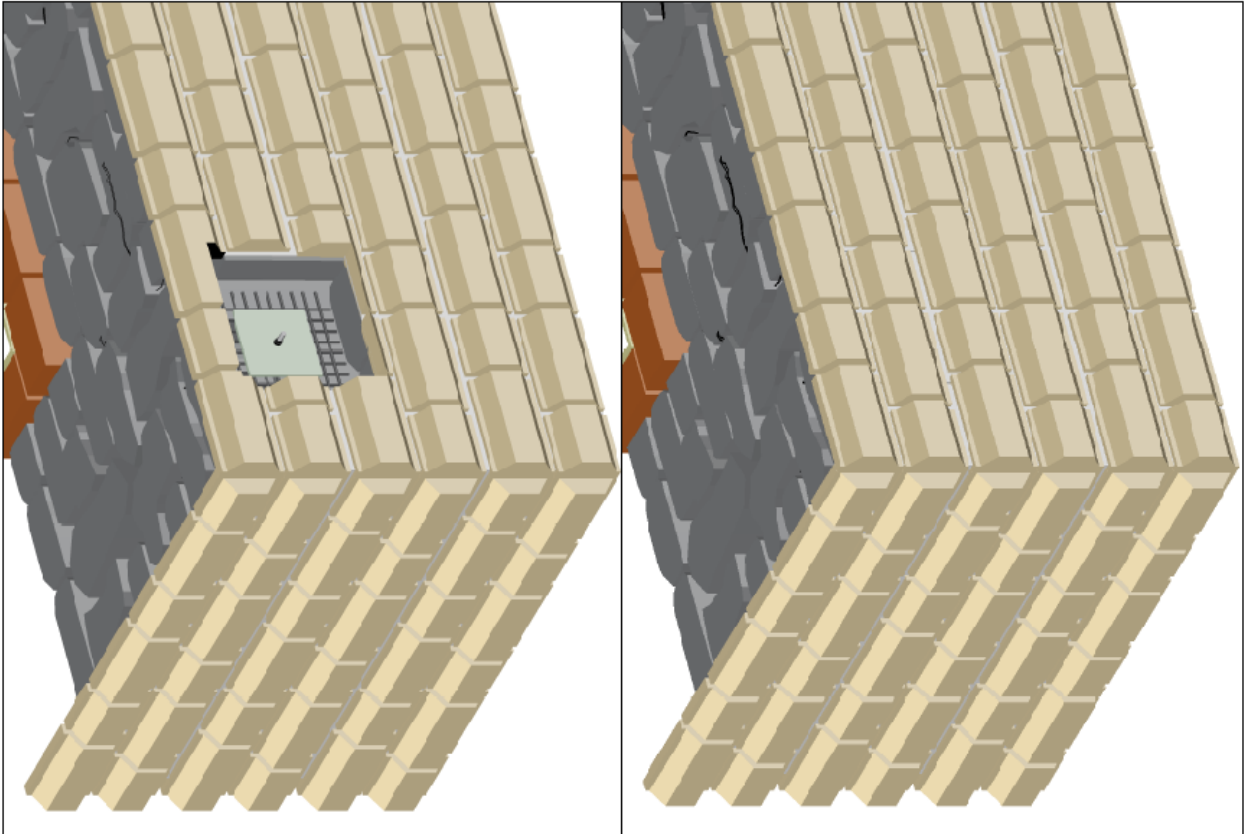
- A. Segnatura dei punti di perforazione sulla superficie della nostra area di lavoro.
- B. Realizzazione di uno scasso sotto squadro sulla superficie del muro con una ampiezza sufficiente per tutto il meccanismo.
- C. Perforazione con trapano a sola rotazione per evitare rischi di disgregazione dei materiali circostanti con un diametro di 38 mm, e una profondità sufficiente all'ingranamento con il muro di spina.
- D. Introduzione la "calza": rete tubolare metallica di 32mm di diametro per evitare la disgregazione dei materiali circostanti e l'intasamento del foro.
- E. Introduzione del perno tirafondo ed iniezione di miscela aggregante composta di malta bastarda in calce e cemento additivata di resina epossidica per garantire l'aderenza tra i materiali.
- F. Messa in opera della rete elettrosoldata di $\varnothing 6/40$.
- G. Messa in opera della piastra metallica perforata nel centro di dimensione 300x300x15.
- H. Intonacatura per strati somili successivi a riempimento dello scasso sottosquadra per recuperare il piano superficiale.
- I. Reintegrazione del paramento con apparecchiatura omologa all'esistente.



REPRESENTAZIONE 3D



Fonte 3D: Elaborazione propria



Fonte 3D: Elaborazione propria

7.2.3. CUCITURE ARMATE

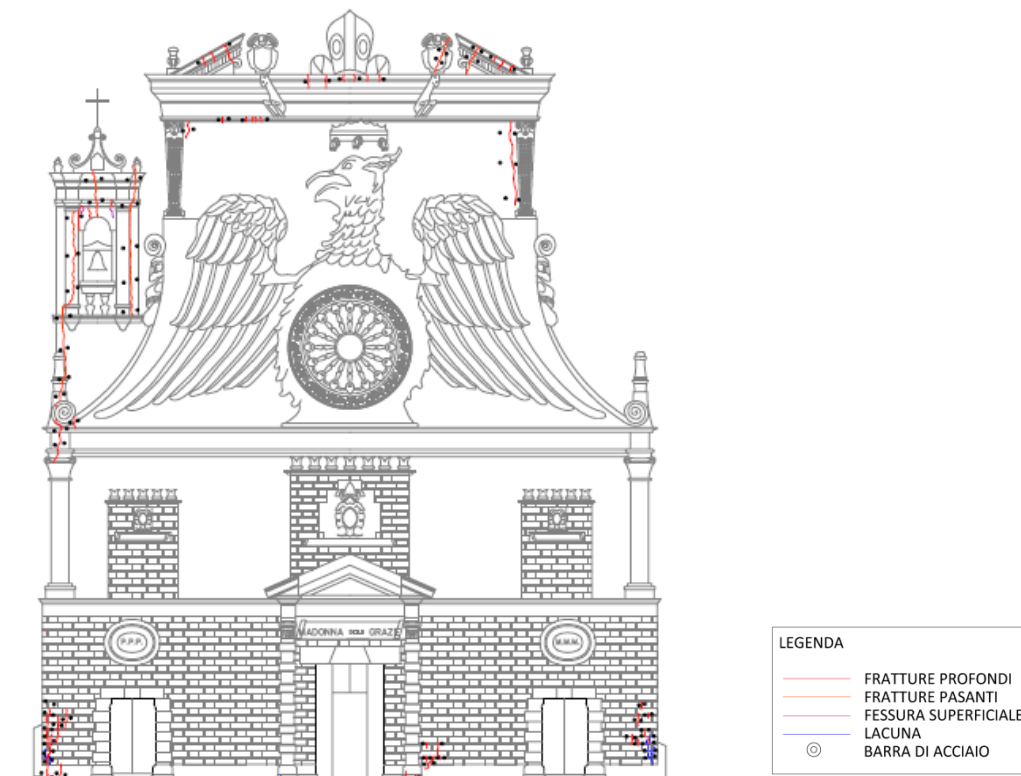
Si prevede innanzitutto un'intervento di riduzione della vibrazioni provocate dalla prospiciente stazione ferroviaria mediante la realizzazione di una trincea ammortizzata antistante la chiesa. Una volta annulate le cause principali del danno si procederà alla riparazione.

L'intervento consiste nel ripristinare in collegamento delle zone danneggiate da fratture e lacuna con la struttura integra del prospetto.

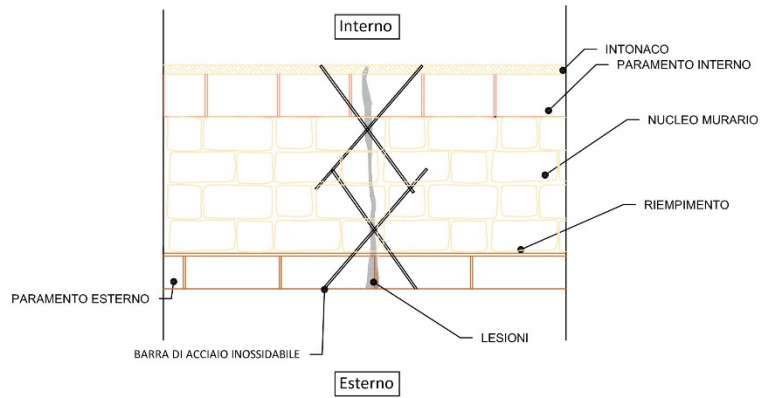
Pertanto, per ristabilire la continuità strutturale, si propone realizzare cuciture incrociate (come si osserva nella immagine) in barre di acciaio inossidabile ad aderenza migliorata.

La finalità dell'intervento è di realizzare una muratura rinforzata che di fatto si comporti come una muratura armata. Si è prediletto l'utilizzo dell'acciaio in luogo di materiali di ultima generazione (FRP) per l'opportunità di legare le barre in acciaio alla muratura attraverso malte, la cui resistenza meccanica e la cui integrazione con le malte originarie sono più facilmente progettabili. Mentre le fibre rinforzate richiedono l'utilizzo di resine epossidiche per garantire l'aderenza, con le barre in acciaio inossidabile ad aderenza migliorata è possibile stabilire un ingranamento meccanico con malte che compensino una adeguata aderenza e compatibilità con il materiale storico ed una composizione che ne migliori proporzionalmente le caratteristiche meccaniche.

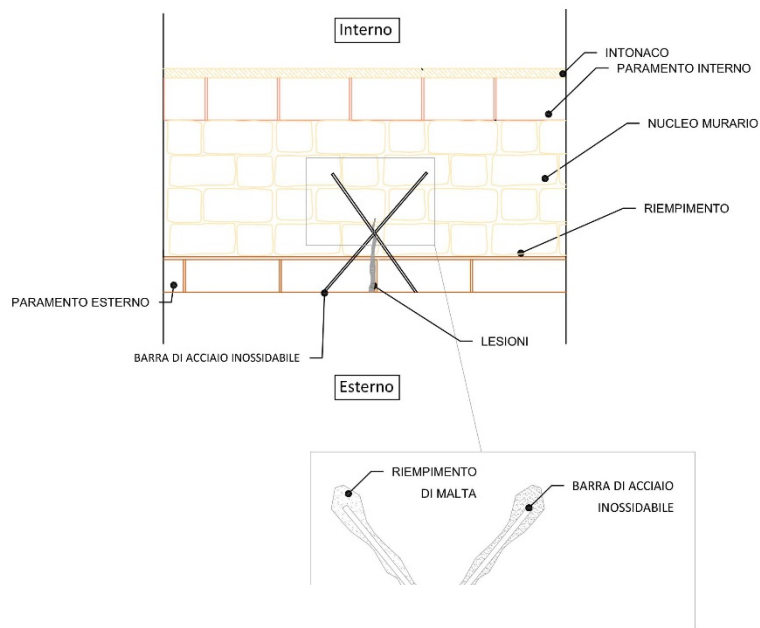
Questa tecnica è capace di garantire il ristabilimento delle lesioni senza alterare il comportamento globale della struttura e ridurre il rischio di riproposizione del danno.



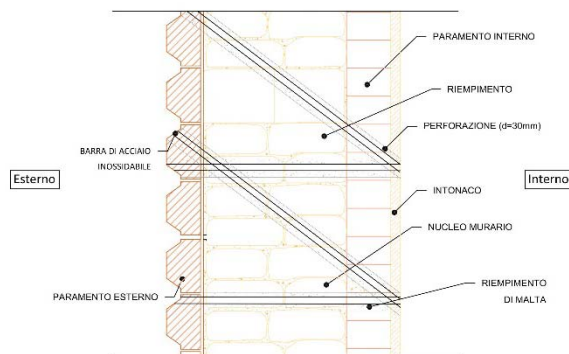
Dettaglio dettaglio costruttivo in pianta
lesioni passanti



Dettaglio dettaglio costruttivo in pianta
lesioni superficiale

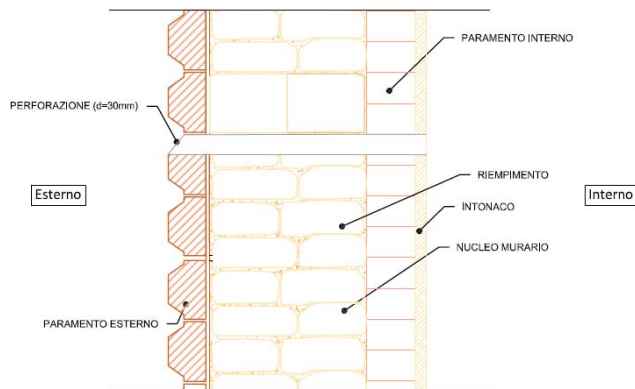


Sezione muratura

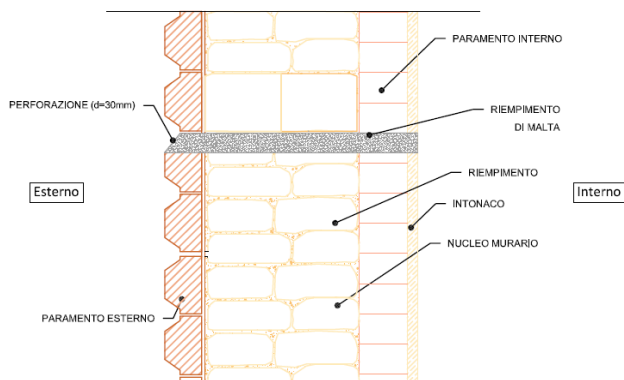


Sviluppo dei lavori a realizzare:

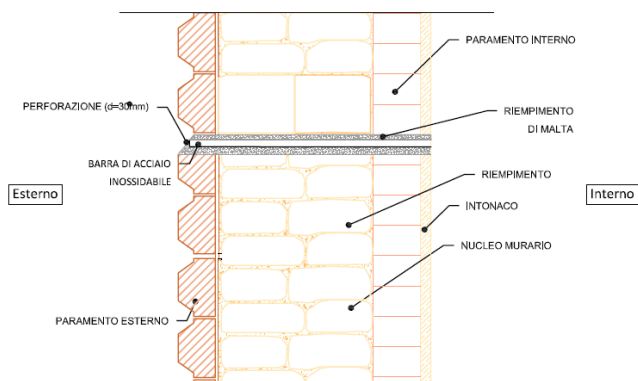
- A. Preparazione della parete attraverso pulizia e messa a vivo del paramento murario
- B. Puntellamento della parete muraria
- C. Rimozione della parte danneggiata
- D. Preparazione delle superfici
- E. Ricucitura della muratura:



E.1. Perforazione mediante mezzi meccanici.



E.2. Introduzione di malta.



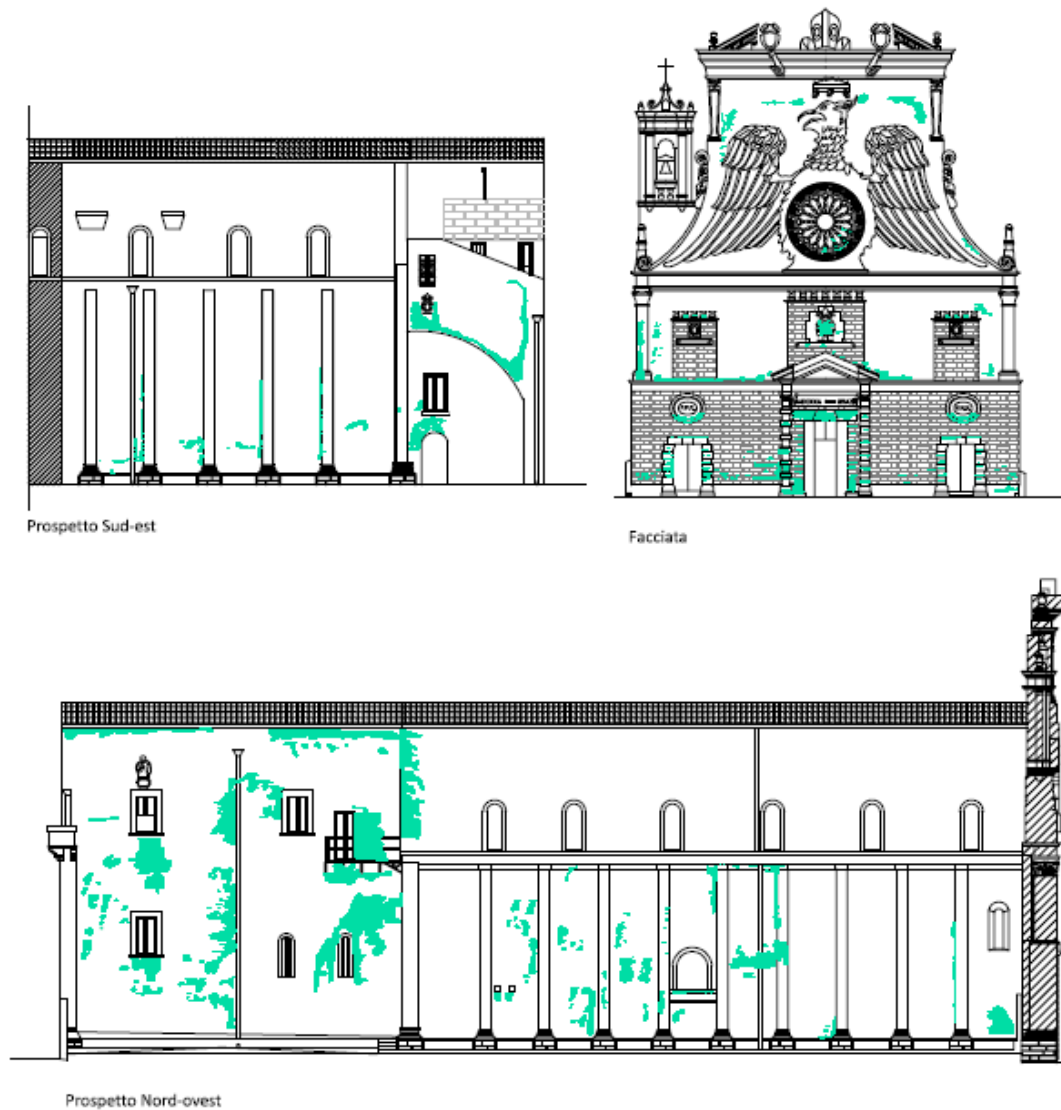
E.3. Collocazione della barra in acciaio.

- F. Risarcitura dei giunti degradati.

7.3. UMIDIFICAZIONE

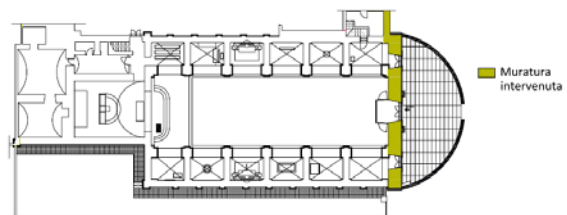
7.3.1. SCANNAFOSSO

L'analisi mediante la termografia ha consentito di individuare le zone di umidità evidenziate nei diversi prospetti di seguito:



Fonte: Elaborazione propria

I problemi di umidità sono frequenti negli edifici storici nelle murature in adiacenza al terreno e agli alzati meno esposti alla luce solare, questa umidità del terreno ascende attraverso le fondazioni fino ad arrivare all'alzato della muratura provocando danni come efflorescenze e disgregazioni tra le altre. La proposta di intervento sviluppato in questo punto si realizzerà

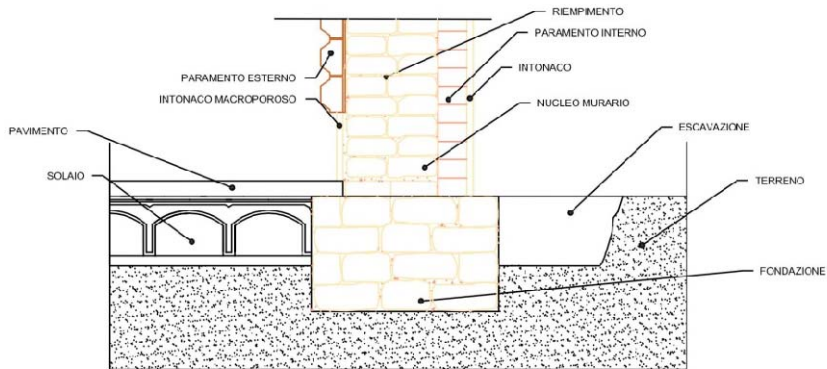


Fonte: Elaborazione propria Fig.1

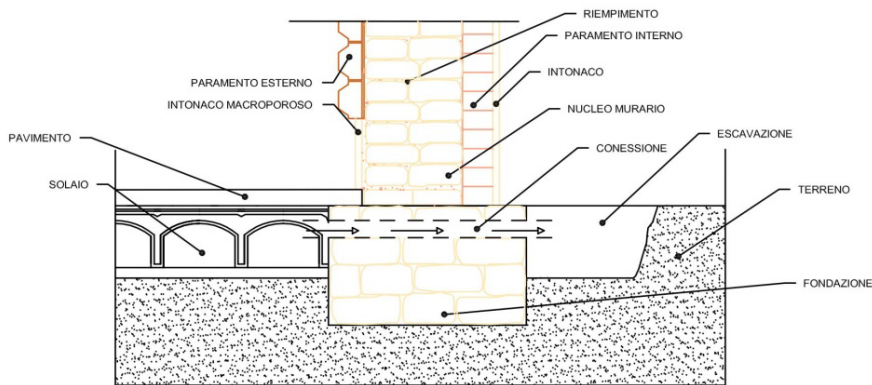
sulla facciata e consiste nell'inserire adeguatamente uno strato di separazione tra la fondazione ed il terreno.

Sviluppo dei lavori da realizzare:

1. Esecuzione di scavo a sezione obbligata realizzato con un mezzo meccanico (escavatore).



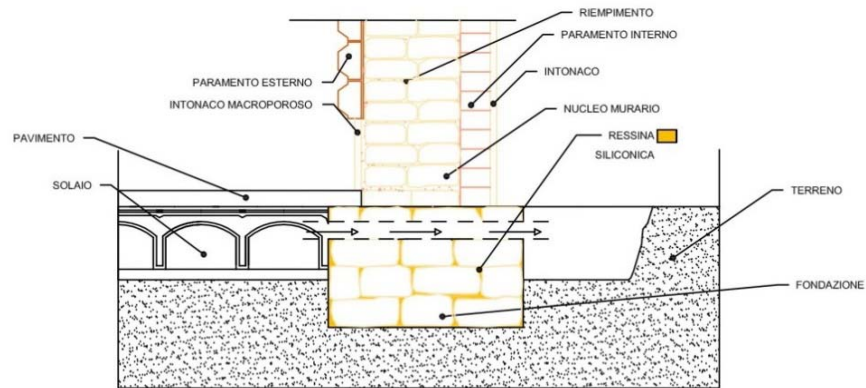
2. Realizzazione di una connessione per la ventilazione.



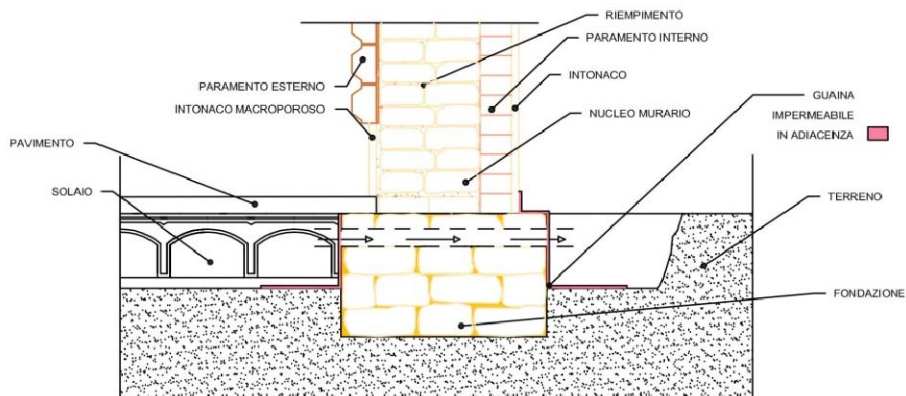
3. Predisposizione per taglio chimico tramite perforazione ad andamento orizzontale, perpendicolare al muro con un trapano sola rotazione, per una profondità di 60-80 cm e comunque approssimativamente di circa il 2/3 de la profondità complessiva.

Fonte dettagli: Elaborazione propria

4. Iniezione di resina siliconica per la realizzazione di una barriera chimica continua per l'arresto dell'umidità ascendente verticale.

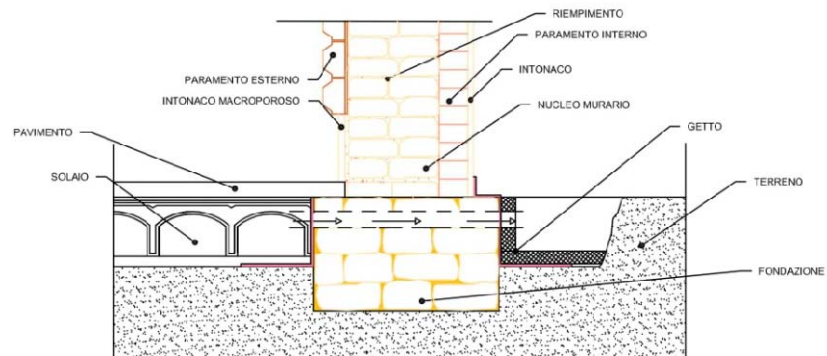


5. Collocazione della guaina impermeabile in adiacenza alla fondazione.

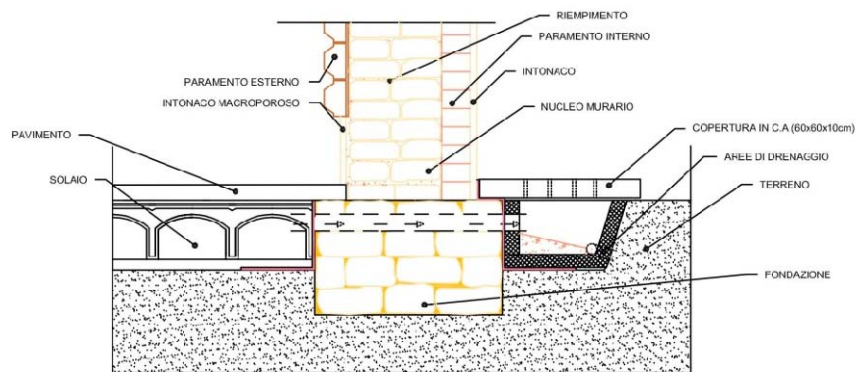


Fonte dettagli: Elaborazione propria

6. Realizzazione di due piccoli manufatti in C.A, il primo per costituire il fondo dell'intercapedine verticale gettato direttamente su un magrone in sabbia predisposto sul fondo dello scavo. Il secondo, gettato in una cassaforma predisposta per costituire la parete verticale interna dell'intercapedine; tenendo conto che l'estradosso della struttura dell'intercapedine dovrà risultare più bassa della linea estradosso della fondazione dell'edificio.
7. Realizzazione di un getto di contenimento del terreno in C.A, considerando l'elemento di drenaggio.



8. La copertura dello scannafosso dovrà avvenire mediante elementi prefabbricati in C.A giustapposti e costituirà la soletta di base del marciapiedi esterno alla chiesa.



Fonte dettagli: Elaborazione propria

La poca acqua che potrà pervenire nella cunetta dello scannafosso, dovrà essere indirizzata con le opportune pendenze verso delle aree di drenaggio, che consisteranno semplicemente in fosse ricolme di pietre e pietrisco grosso, a contatto con il sottostante strato di terreno.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (2007). “Manuale Recupero/Interventi”. Mancosu Editore

D’ANTONIO, M.(2013). *“Interventi di consolidamento e restauro della chiesa di S.Domenico. Progetto definitivo”*http://www.mit.gov.it/mit/mop_all.php?p_id=16615

DIESTEFANO, E. (2012). *“Lo scannafoss nei fabbricati”*<http://www.lavorincasa.it/lo-scannafosso-nei-fabbricati>

ITON. “Tiranti e cuciture armate”
http://www.iton.it/Servizi/10440/Tiranti_e_cuciture_armate.ars

KERAKOLL. *“Rinforzo e consolidamento antisismico”*.
<http://www.cedimedilizia.it/book/RISTRUTTURAZIONE%20EDIFICI%20STORICI/SISTEMA%20DI%20CONSOLIDAMENTO%20KERAKOLL.pdf>

MASTER BUILDERS. *“Ripristino e rinforzo delle murature”*.
[http://assets.masterbuilderssolutions.basf.com/Shared%20Documents/PDF/Italian%20\(Italy\)/QuadernoTecnico_Murature_me.pdf](http://assets.masterbuilderssolutions.basf.com/Shared%20Documents/PDF/Italian%20(Italy)/QuadernoTecnico_Murature_me.pdf)

REGIONE MOLISE IL PRESIDENTE DELLA REGIONE MOLISE COMMISSARIO DELEGATO. “Analisi delle principali tecniche di intervento e limiti della loro applicabilità”
[http://www.regione.molise.it/web/grm/sis.nsf/0e23a70b395ef1e3c1256caf0010cc9c/16849eeb87fca152c12574640025e32e/\\$FILE/ATTOH2JD/3B2ANALISI%20DELLE%20PRINCIPALI%20TECNICHE%20DI%20INTERVENTO_v02.pdf](http://www.regione.molise.it/web/grm/sis.nsf/0e23a70b395ef1e3c1256caf0010cc9c/16849eeb87fca152c12574640025e32e/$FILE/ATTOH2JD/3B2ANALISI%20DELLE%20PRINCIPALI%20TECNICHE%20DI%20INTERVENTO_v02.pdf)
[http://www.regione.molise.it/web/grm/sis.nsf/a8c838d232efb72cc1257326005d72fc/1ad87d02cfacc61fc12579d700394fc5/\\$FILE/INDICAZIONE%20PER%20INTERVENTI-V4%5B1%5D.pdf](http://www.regione.molise.it/web/grm/sis.nsf/a8c838d232efb72cc1257326005d72fc/1ad87d02cfacc61fc12579d700394fc5/$FILE/INDICAZIONE%20PER%20INTERVENTI-V4%5B1%5D.pdf)

SALUTE. *“Ripristino della muratura attraverso la tecnica del ‘cucisciuci’*.”http://www.salute.gov.it/imgs/c_17_paginearee_325_listafila_itemname_3_file.pdf

UNIRC. (2009). *“Laboratorio di conoscenza dell’ architettura materiale/Materiali per l’architettura / Elaborati grafici sugli elementi tecnici”*.https://www.unirc.it/documentazione/materiale_didattico/597_2008_77_1933.pdf

CAPITOLO VIII . ADEGUAMENTO LITURGICO

Il contenuto “essenziale” dell’architettura ecclesiastica consente nel definire la geometria dello spazio liturgico a partire da una forma basata principalmente sulla celebrazione, sullo spazio “del rito”, che è centripeta ed assiale. Da essa, infatti, discende la forma dello spazio architettonico.

L’architettura interna attuale del Santuario si configura con l’altare principale, al fondo e centrato, ed il crocifisso retrostante e tra questi due elementi, un organo di tubi, alla sua destra addossato all’arco di trionfo è l’oratorio, con la scultura della Madona delle Grazie, alla sinistra si trova il pulpito. Nella prima cappella laterale, dove sulla parete si legge “sono fatto cibo per te”, è l’elemento sacro dedicato al sacramento dell’Eucaristia: l’ostensorio. In due delle cappelle laterali mediane, sono presenti altari secondari. Il confessionale è situato nella seconda cappella a sinistra.



Lato destre: oratorio



Piano centrale, santissimo, organo di tubi e altare. Pulpito a sinistra e l’oratorio a destra.



Sesta cappella sinistra: ostensorio.

Fonte: Immagini di paternità propria

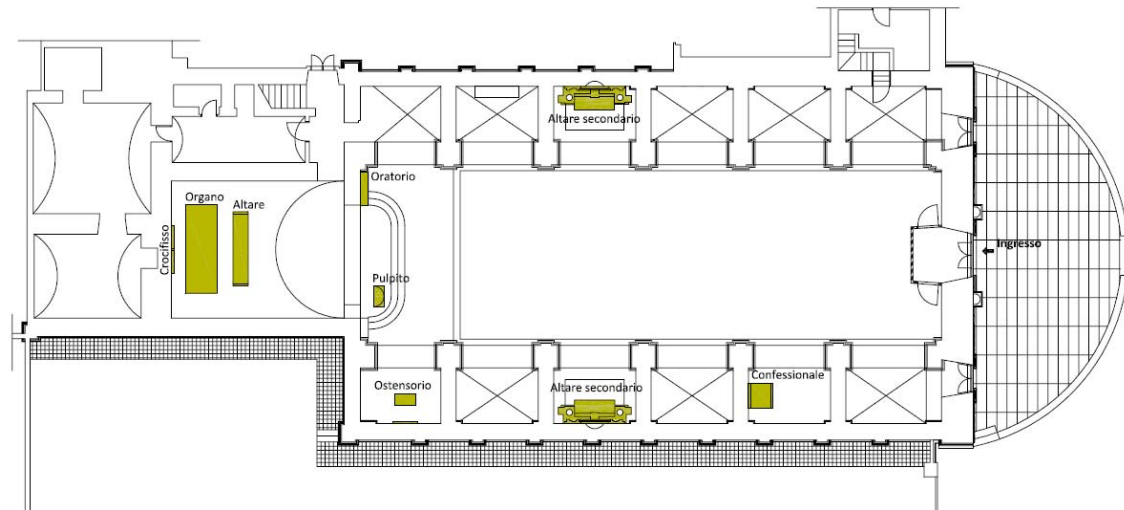


Fig.1 Pianta attuale chiesa.Scala: 1/200

Fonte: Elaborazione propria

L'adeguamento proposto intende conservare la posizione dell'altare principale, poiché è il simbolo fondamentale con il quale si celebra il rito religioso, come un'offerta ed un sacrificio a Dio, essendo questo il centro di attenzione dei fedeli. Altretanto per la rappresentazione del crocifisso nella parete centrale; nonostante l'organo di tubi venga rimosso in favore di una cattedra: trono riservato al vescovo specialmente quando celebra l'Eucaristia, rappresentando l'autorità magistrale che presiede il rito. Ripristinando il Santuario come sede vescovile.

Lungo la parete destra del presbiterio si trova l'oratorio che con questo adeguamento va a collocarsi nella seconda cappella a sinistra, come si indica nella pianta. Nella prima cappella a destra si è progettato l'ostensorio, con la scultura della Madonna delle Grazie ed il suo candeliere. Come ultimo elemento Il confessionale si colloca nella seconda cappella a destra.

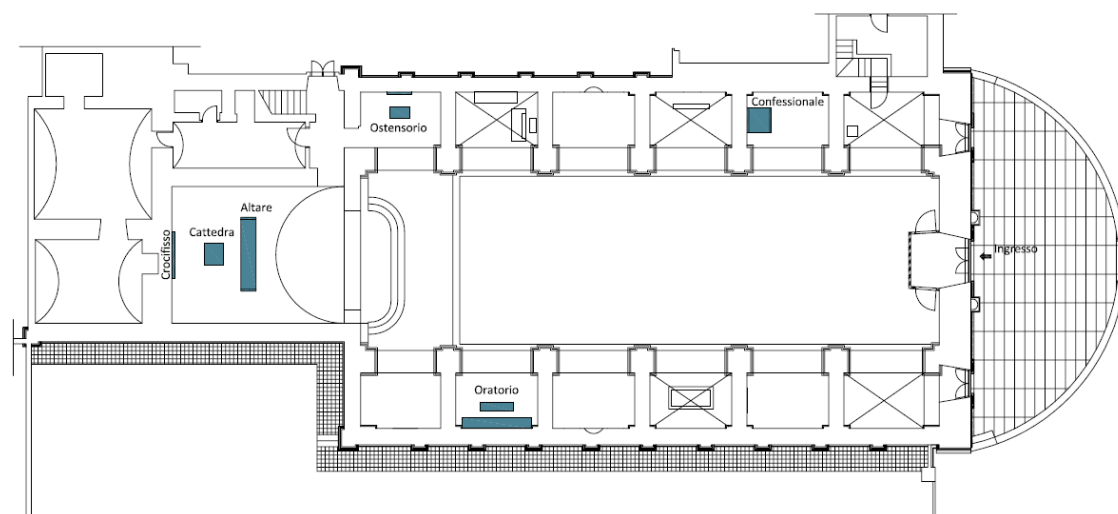
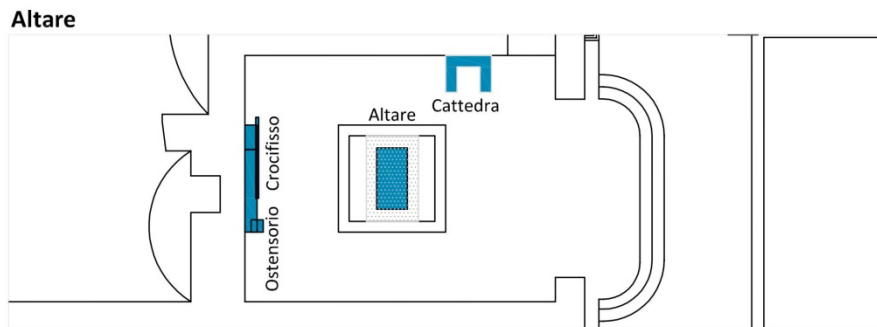


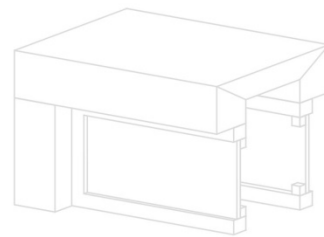
Fig. 2 Pianta modificata.Scala: 1/200

Fonte: Elaborazione propria

8.1 ELEMENTI ECCLESIASTICI



Prospetto



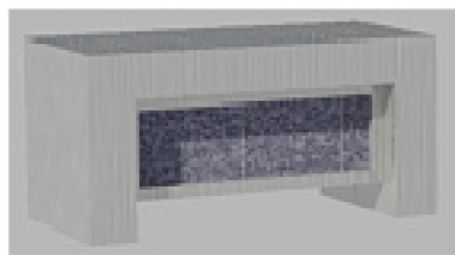
Spaccato assonometrico



Il materiali dell'altare è granito, proprio della zona di Gravina, in due toni diversi, predominando il più chiaro.

Scala: 1/20

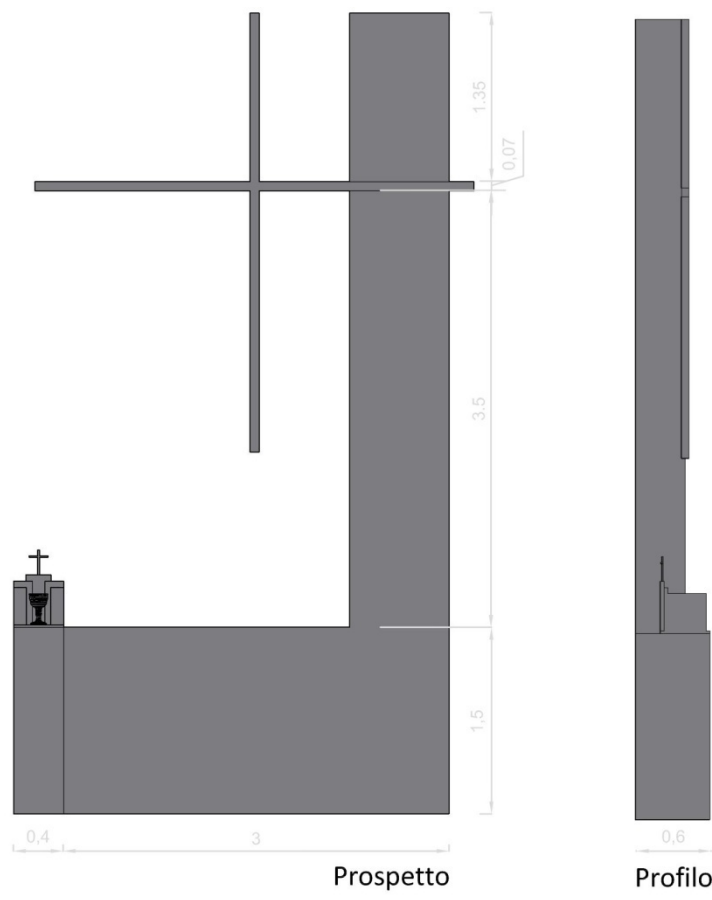
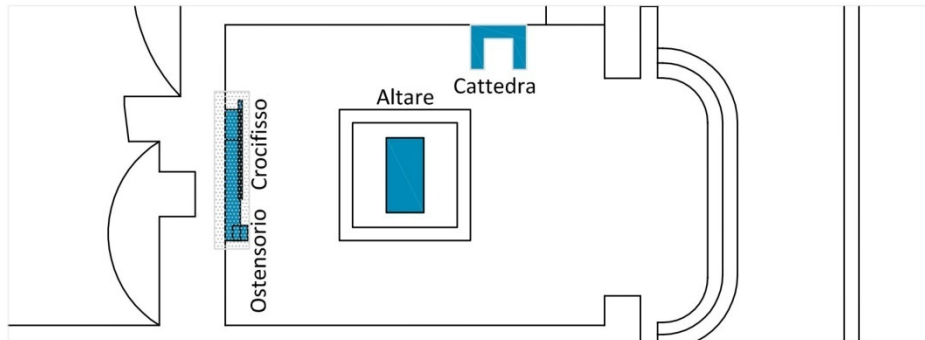
Pianta



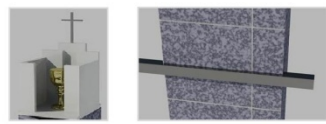
3D

Fonte: Elaborazione propria

Crocifisso



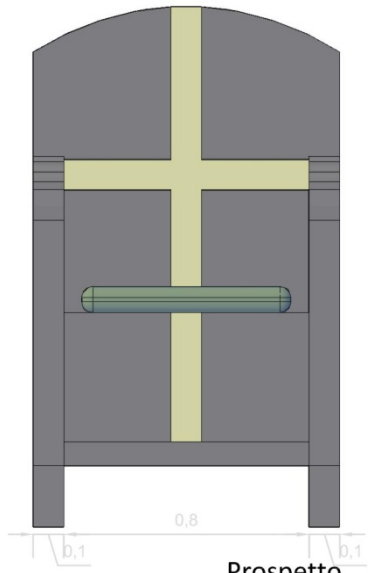
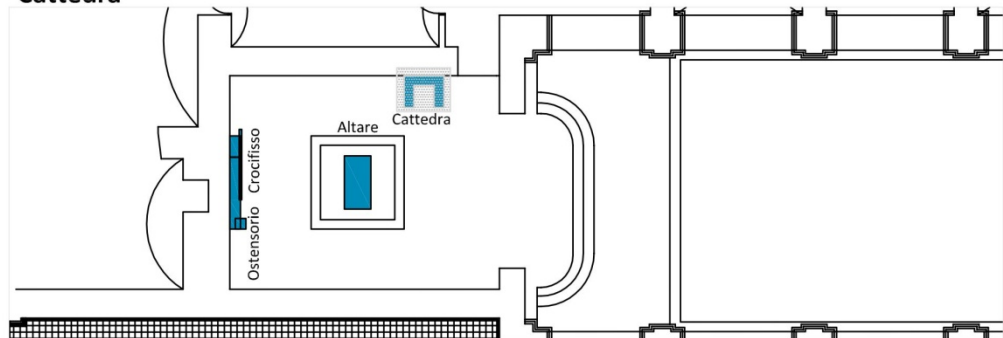
Scala: 1/50



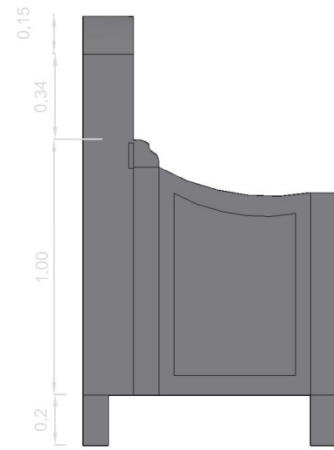
La croce di metallo è ancorata al pilastro di granito e l'insieme al ostensorio.

Fonte: Elaborazione propria

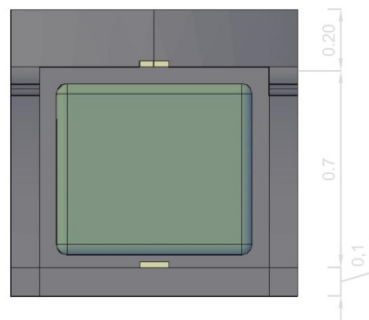
Cattedra



Prospetto



Profilo



Pianta



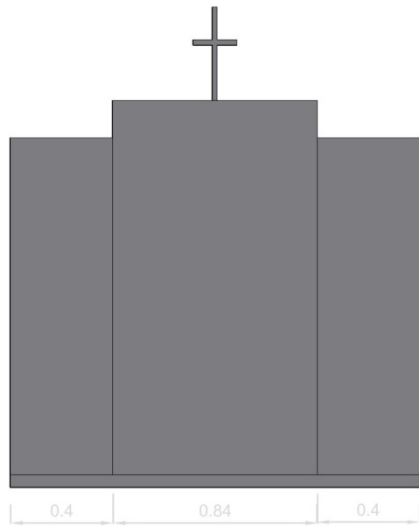
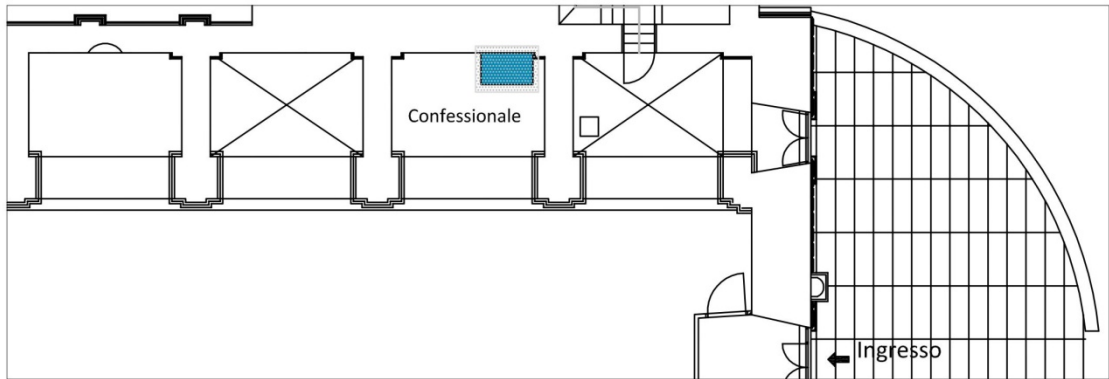
3D

Scala: 1/20

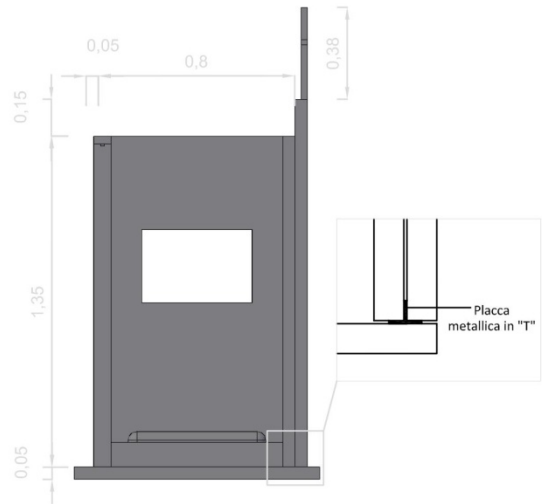
Pietra granito bianca tonalità, la
cruce centrale di bronzo. Cuscino di
velluto rosso.

Fonte: Elaborazione propria

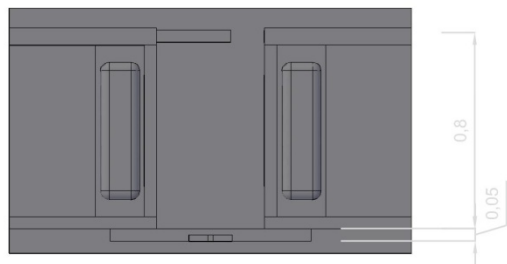
Confessionale



Prospetto



Profilo



Pianta

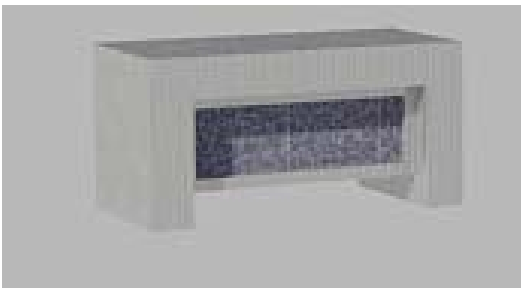
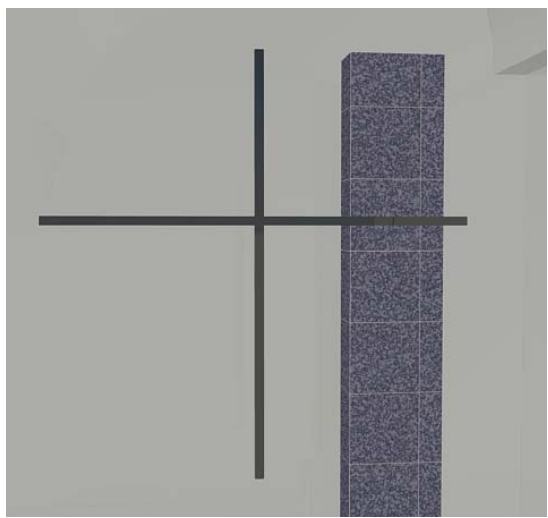
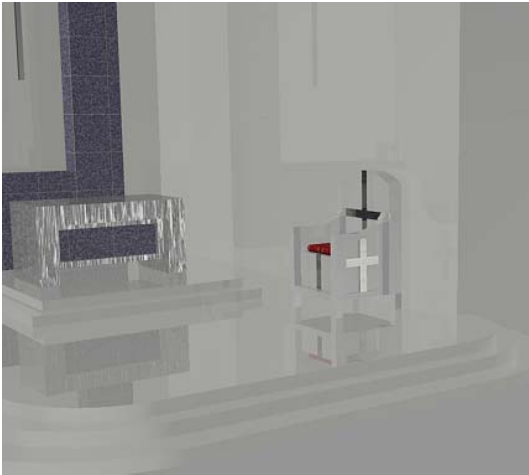
Scala: 1/25



3D

Il legno di ebano è il materiale principale di questo elemento. Il crocifisso è in legno nogale e i cuscini laterali di velluto rosso.

Fonte: Elaborazione propria



Fonte: Elaborazione propria. Autocad 3D, Render.

BIBLIOGRAFIA

CASINO, A. (2010). *“Madonna della Grazia”. Patrona di Gravina è la Madre di tutte le Grazie*. Matera: Centrostamp.

D. GIACOVELLI. *“La Chiesa del Pio Monte dei Morti. Storia, Recupero e Adegumento Liturgico”*.2013. Global Print S.r.l.

J. BUENO. *“LA Sotana De Juan Ruiz Elementos Eclesiasticos En El Libro De Buen Amor”*.

INDICE DI GRAFICI

CAPITOLO I: INQUADRAMENTO

1.1 Inquadramento storico

Mons.Vincenzo Giustiniano; Rosone della facciata principale.....	4
Facciata Santuario Madonna delle Grazie (" <i>Madonna Della Grazia</i> ". <i>Patrona di Gravina è La Madre di Tutte Le Grazie. Angelo Casino</i>).....	5
Medaglioni sulla facciata.....	6
Porta e torre centrale della facciata.....	7
Mitra, aquila e campanile.....	8
Santuario agli inizi 1900, interno 1980 (" <i>Madonna Della Grazia</i> ". <i>Patrona di Gravina è La Madre di Tutte Le Grazie. Angelo Casino</i>).....	9
Interno del Santuario (" <i>Madonna Della Grazia</i> ". <i>Patrona di Gravina è La Madre di Tutte Le Grazie. Angelo Casino</i>).....	10

1.2 Inquadramento urbanistico

Poble di Gravina 1900, di passaggio 1960.....	11
---	----

CAPITOLO II: STATO ATTUALE DELLA CHIESA

Reportage fotografico: Facciata.....	17
Reportage fotografico: Prospetto Nord-Ovest.....	18
Reportage fotografico: Prospetto Sud-Est.....	19
Reportage fotografico: Interno destra.....	20
Reportage fotografico: Interno sinistra.....	21

CAPITOLO III: RILIEVO DEI MATERIALI

Facciata.....	23
Prospetto Sud-Est.....	24
Prospetto Nord-Ovest.....	25

CAPITOLO IV: DIAGNOSTICA

4.1 Indagine in foro

4.1.1 Messa in luce dei precedenti interventi di cucitura armata

Fig.1,2 e 3.....	29
------------------	----

4.1.2 Indagine endoscopica

Schemattizzazione della metodologia di indagine.....	30
Fig. 1 e 5.....	31
Fig. 6,7,8,9,10,11 e 12.....	32
Indagine in foro snapshot- Livello 1°- 150 cm-Sinistra e Livello 2°-235 cm-Sinistra.....	34
Indagine in foro snapshot- Livello 3°- 330 cm-Sinistra e Livello 4°-450 cm-Sinistra.....	35
Indagine in foro snapshot- Livello 1°- 175 cm-Destra e Livello 2°-445 cm-Destra.....	36
Indagine in foro snapshot- Livello 3°- 330 cm-Destra e Livello 4°-415 cm-Destra.....	37
Indagine in foro snapshot- Livello 5°- 450 cm-Destra.....	38

4.2 Indagine sonica

Fig.1 Schemattizzazione della metodologia di indagine.....	40
Fig.2 e 3.....	42
Fig. 4, 5 e 6.....	43
Fig.7.....	44
Tavola sezione 1.....	45
Tavola sezione 2.....	46
Tavola sezione 3.....	47
Tavola sezione 4.....	49
Fig.1, 2 Metodologia di lavoro.....	63

CAPITOLO V: QUADRO FESSURATIVO

Interpretazione cinematismi e deformazione.....	83
Interventi (AA.VV, (2007). “Manuale Recupero/Interventi”).....	84

CAPITOLO VII: PROGETTO DI INTERVENTI

7.2 Consolidamento strutturale

7.2.1 Iniezione per rigenerazione nel nucleo

Dettagli intervento.....	111
Rappresentazione della esecuzione 3D.....	112

7.2.2 Tirafondi nei muro di spina

Dettagli intervento.....	114
Rappresentazione della esecuzione 3D.....	115
Rappresentazione della esecuzione 3D.....	116

7.2.3 Cuciture armate

Dettagli intervento.....	118
Sviluppo.....	119

7.3 Umidificazione

Fig.1.....	120
Dettagli intervento.....	121

CAPITOLO VIII: ADEGUAMENTO LITURGICO

Immagini interno chiesa.....	127
Fig. 1 (Pianta attuale) Fig.2 (Pianta modificata).....	128
Fotorender 3D.....	133

RINGRAZIAMENTO

A Don Giovanni Bruno, Parroco del Santuario *Madonna delle Grazie*.

A Domenica Squicciarini, architetto.

A Nicola Simone, architetto.

A Domenica Tancredi, ingegnere.

A Maura Digennaro, catechista.

.

A tutti loro per la loro collaborazione ed aver reso possibile lo sviluppo e l'elaborazione di questa tesi.