

**“PROGETTO DI RESTAURO CONSERVATIVO DELLA
CHIESA MADONNA DEL SACRO CUORE DI GENONI”**

COMMITTENTE:
COMUNE DI GENONI (OR)
Via Su Paddiu n. 2 – 08030
P.I. 00656230919
Tel. 0782/810023-0782/810100
Fax. 0782/811163
ut.genoni@tiscali.it

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Arch. J. PORRU PIERINO

PROGETTISTA:
Arch. FRANCESCO IBBA

C.so ITALIA N°28
09072-CABRAS (OR)
tel/fax: 0783 391202
email: archibba@libero.it
posta certificata: f.ibba@anchor.it

Regione Autonoma della Sardegna



Comune di Genoni
PROVINCIA DI ORISTANO

OGGETTO:

**RELAZIONE TECNICO
STRUTTURALE DESCRIZIONE
INTERVENTI DI RESTAURO**

PROGETTO ESECUTIVO
OTTOBRE 2017

ALLEGATO **A**

ALLEGATO **A**

**RELAZIONE TECNICO STRUTTURALE
DESCRIZIONE INTERVENTI DI RESTAURO**

**“PROGETTO DI RESTAURO CONSERVATIVO DELLA CHIESA
MADONNA DEL SACRO CUORE DI GENONI”**

SITO
CHIESA MADONNA DEL SACRO CUORE (GENONI)

COMMITTENTE
COMUNE DI GENONI
Via Su Paddiu n° 2 – cap 08030 (OR)
P.Iva 00656230919

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Arch. J. PIERINO PORRU

PROGETTISTA:
Arch. FRANCESCO IBBA

C.so Italia n°28
ORISTANO, 09072
tel/fax: 0783 391202
email: archibba@libero.it
posta certificata: f.ibba@anchor.it

Sommario

1.1 Oggetto del progetto:	3
1.2 Committenti:	3
1.3 Progettista:	4
1.4 Descrizione dell'Area:	4
1.5 Dati Urbanistici e Geologia dei terreni:	4
Normativa vigente:	4
Divisione in Zone all'interno del P.U.C. in vigore:	4
Territorio:	4
Estremi catastali:	5
2.0 DESCRIZIONE DEL PROGETTO:	6
2.1 RELAZIONE E DIAGNOSI STRUTTURALE	6
Descrizione elementi strutturali del manufatto.	8
Tecniche di costruzione delle strutture murarie.	10
2.2 GLI OBIETTIVI DI PROGETTO	15
INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO GENERALE	16
Rigenerazione mediante iniezioni di miscele consolidanti	16
FASI ESECUTIVE	17
Ripristino murature nelle parti lesionate o fratturate.....	18
FASI ESECUTIVE	18
Ricostruzione delle porzioni di muratura crollate (contrafforte)	19
Altri interventi di Consolidamento.....	20
Sostituzione dell'impianto di illuminazione.....	21

1.0 DATI:

1.1 Oggetto del progetto:

Progetto Esecutivo di Restauro Conservativo della “Chiesa Madonna del Sacro Cuore” a Genoni a seguito di un Intervento di Completamento di un Primo Stralcio Esecutivo per opere di consolidamento eseguite con somma urgenza.

Indirizzo: Via Madonna del Sacro Cuore

Zona del PUC: **Zona A Centro Storico** (regolato dal vigente *Piano Particolareggiato del centro storico*, approvato con delibera del Consiglio Comunale n. 118 del 21/10/1986 e con decreto assessoriale Regione Autonoma della Sardegna EE.LL. Finanza e Urbanistica n.1331/U del 31/07/1987) Zona G – SERVIZI GENERALI Edifici, Attrezzature ed Impianti d’interesse generale

Comune: Genoni

Provincia: Oristano

C.A.P. 08030

Tipo d’incarico: SERVIZI DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA CONSISTENTI NELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA, DIREZIONE DEI LAVORI, COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA, MISURA E CONTABILITA’, REGOLARE ESECUZIONE PER IL RESTAURO CONSERVATIVO DELLA CHIESA MADONNA DEL SACRO CUORE. DETERMINA DI AFFIDAMENTO DELL’INCARICO N° 197 DEL 07/10/2017

1.2 Committenti:

COMUNE DI GENONI, Settore Lavori Pubblici

P.IVA: 00656230919

Rappresentato da: Arch. J. Pierino Porru

Indirizzo: Via Su Paddiu

num.: 2

Comune: Genoni

Provincia: Oristano

C.A.P. 08030

1.3 Progettista:

Arch. Francesco Ibbia

C.F.: BBI FNC 75B19 G113B

Indirizzo: C.so Italia**num.:** 28**Comune:** Cabras**Provincia:** Or**C.A.P.** 09072**1.4 Descrizione dell'Area:**

Classificazione sismica e climatica

Zona sismica	Zona climatica	Gradi giorno
4	D	1.478

Dati geografici

Altitudine 447 m s.l.m. (min 265 - max 591)	Misura espressa in <i>metri sopra il livello del mare</i> del punto in cui è situata la Casa Comunale, con l'indicazione della quota minima e massima sul territorio comunale. <u>L'area d'intervento si trova a circa 452,50 m s.l.m. come dedotta dalle carte Corografiche.</u>
---	---

1.5 Dati Urbanistici e Geologia dei terreni:**Normativa vigente:**

P.U.C. – Norme Tecniche di Attuazione e Reg. Edilizio

Divisione in Zone all'interno del P.U.C. in vigore: Zona A Centro Storico Zona G –
SERVIZI GENERALI

Territorio: Genoni è situata nei pressi dell'altopiano della Giara di Gesturi: 1700 dei 4200 ettari dell'altopiano, infatti, ricadono nei suoi confini comunali. L'origine dell'altopiano risale al Miocene, quando l'area era ancora ricoperta dal mare. Il territorio della Giara è caratterizzato dalla presenza di nuraghi, da una flora peculiare, adattatasi all'altitudine (con

sottospecie endemiche di quercia da sughero, leccio, roverella, cisto, corbezzolo, mirto), da laghetti naturali e stagionali di raccolta dell'acqua piovana chiamati *paulis*.

Nel Comune di Genoni non sono presenti aree sottoposte a vincolo idrogeologico, individuate dal P.A.I., Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna (D.G.R. n.54/33 del 30.12.2004) e alle successive norme di attuazione (D.G.R. 17/14 del 24.04.2006).

Sulla base delle considerazioni sopra esposte e nel contesto ambientale di riferimento del territorio comunale di Genoni, vengono di seguito descritti i fattori di potenziale rischio idrogeologico, legati alle caratteristiche geologiche presenti in sito e gli scenari dei possibili eventi conseguenti.

Nel territorio comunale studiato sono presenti potenziali fattori di rischio che possono innescare fenomeni alluvionali e franosi; entrambi possono essere conseguenti ad eventi piovosi concentrati ed insistenti ma, mentre per i primi, il fattore innescante è conseguenza della presenza di versanti con pendenze accentuate e suoli ad alta percentuale argillosa, privi di vegetazione e coltivati che, in presenza d'acqua per azione del dilavamento diffuso e superficiale, facilitano lo smottamento di fango verso valle; per i secondi è necessaria una suddivisione in due fenomeni.

Sono presenti sul territorio fattori predisponenti il rischio frane per la presenza di corsi d'acqua a regime torrentizio che agiscono su coperture sedimentarie terziarie del Miocene (marne ed arenarie) con media permeabilità, quando non fessurate, e depositi di versante quaternari ad alta permeabilità.

Sulle cornici maggiormente esposte delle colate vulcaniche e delle bancate sedimentarie, sulle quali agisce l'azione meteorica con fenomeni di alterazione superficiale, tanto più intensi quanto più la roccia è fessurata, si possono verificare frane di crollo gravitativo, in aree, comunque non abitate, ma fortemente vegetate che dovrebbero attutire e frenare i blocchi rocciosi precipitati verso valle, per quanto riguarda le rocce vulcaniche; mentre per le rocce sedimentarie la loro ubicazione in vicinanza di aree agricole e di viabilità ordinaria e rurale, ci fornisce solamente la collocazione spaziale.

Estremi catastali:

Sezione Genoni, Foglio 15, Particella 152

2.0 DESCRIZIONE DEL PROGETTO:

2.1 RELAZIONE E DIAGNOSI STRUTTURALE

Premessa

Il territorio di Genoni, così come classificato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Sardegna n. 15/31 del 30.03.2004, ricade in Zona sismica 4: "Zona con pericolosità sismica molto bassa". E' la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono bassi." Il terreno su cui esso è fondato è caratterizzato da litologie vulcaniche basaltiche del Pliocene, massive, presenti sulla "Giara" e sulla sommità del "M.te Santu Antine"; e da coperture sedimentarie terziarie del Miocene (marne ed arenarie) presenti, in particolare, sulla strada provinciale d'accesso al Paese da Ovest ed, in generale, che lo contornano. Nello specifico, nell'area di intervento non risultano registrati dissesti idrogeologici quali alluvioni, frane e smottamenti o altri dissesti legati a fenomeni tellurici.

Si precisa che in uno dei precedenti interventi è stato previsto il rifacimento del muro di contenimento laterale sinistro del terrapieno che realizzato attualmente in cemento armato, insieme alla ricostruzione dei contrafforti esterni, riduce il rischio di cedimenti fondali e rotazionali della muratura perimetrale sinistra del manufatto in studio.

L'intervento si pone come Completamento ad un Primo Stralcio Esecutivo opere di consolidamento eseguite con somma urgenza (art. 204 comma 4 Dlgs 163/06), a seguito della condizione di inagibilità statica dichiarata dai Vigili del Fuoco con relativo verbale con Prot. N. 1004 del 10/03/2015. L'iter di approvazione delle fasi di progettazione è stato il seguente:

- Approvazione del progetto preliminare con Deliberazione della Giunta Comunale N. 65 Del 06-11-2015 Oggetto: RESTAURO CON INDAGINI E VERIFICHE STRUTTURALI PER LA RIAPERTURA AL CULTO DELLA DELLA CHIESA MADONNA DEL SACRO CUORE;

- Autorizzazione all'Intervento del Primo Stralcio Esecutivo e del Progetto Definitivo alle condizioni riportate sull'Autorizzazione, sostanzialmente si chiede di integrare il Progetto in Fase Esecutiva, cioè in questa fase, con tavole di dettaglio dell'impianto di illuminazione (tipologia e collocazione) Prot. 2854 del 27/12/2016 Ministero per i Beni e le Attività Culturali per le Province di Cagliari ed Oristano, responsabile del procedimento Arch. Antonella Manzo.
- Con determinazione dell'Area Tecnica n. 208 del 29/12/2015 veniva approvato il progetto definitivo esecutivo relativo ai lavori di RESTAURO CON INDAGINI E VERIFICHE STRUTTURALI PER LA RIAPERTURA AL CULTO DELLA CHIESA MADONNA DEL SACRO CUORE – Primo stralcio esecutivo delle opere di consolidamento da eseguirsi con somma urgenza, dell'importo di € 52.500,00.

I lavori sono iniziati il 08/02/2016 come da Verbale di consegna sotto riserva di Legge.

Nell'Intervento sostanzialmente si è proceduto alla spicconatura degli intonaci delle Volte, alla sigillatura delle piccole lesioni, al Consolidamento dell'Architrave dell'ingresso principale, con il riposizionamento dei conci della piattabanda attraverso delle iniezioni consolidanti ed il fissaggio con delle barre filettate in acciaio Ø 10 mm. Fissaggio dei conci delle arcate principali della volta a botte sempre con delle barre in acciaio e con delle iniezioni di legante idraulico fillerizzato. In fase esecutiva visto lo stato dei piedritti delle arcate ed accertato il distacco tra le murature longitudinali e le murature trasversali di facciata, con un ordine di servizio ed un verbale di concordamento nuovi prezzi con l'impresa si è proceduto ad una revisione del computo, allo stralcio di opere non necessarie ed all'aggiunta di lavorazioni indispensabili per portare a termine un corretto intervento di restauro e consolidamento strutturale del manufatto. In particolare sono state inserite delle barre filettate in acciaio nei piedritti delle arcate principali, delle barre tonde ad aderenza migliorata per l'ancoraggio della facciata alla muratura longitudinale, tutto con delle iniezioni di resina epossidica bicomponente e della malta espansiva premiscelata.

L'ultimazione dei lavori è stata effettuata il giorno 17 Marzo 2016, come è stato accertato in data 24 Marzo 2016 dal CERTIFICATO DI ULTIMAZIONE DEI LAVORI, successivamente, ai sensi dell'Art. 102 comma 3 del Nuovo Codice dei contratti pubblici D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 *coordinato con correttivo appalti (dlgs 56/2017)*, ha avuto luogo La verifica di conformità non oltre sei mesi dall'ultimazione dei lavori infatti, è stato redatto il Certificato di Regolare Esecuzione il 08 Aprile 2016.



Foto Facciata Principale della Chiesa oggetto d'Intervento.

Descrizione elementi strutturali del manufatto.

La Chiesa della Madonna del Sacro Cuore ha una struttura a sviluppo prevalentemente longitudinale composta da una navata centrale con volte a botte alternate da archi in muratura, ed una navata disposta sul lato sinistro con tre cappelle con volta a botte e la sacrestia. La copertura della chiesa è costituita da una struttura lignea che sorregge le due falde simmetriche della navata principale e il tetto ad unico spiovente, posto a quota inferiore, che sovrasta invece la navata secondaria e la sacrestia.

Le spinte orizzontali di copertura della navata principale scaricate dalle arcate e volte sono in parte contrastate sul lato destro dai resti dell'antico Convento addossati (su due livelli con volte a botte realizzate in pietrame di varia pezzatura) e connessi alle strutture murarie perimetrali della chiesa, sul lato sinistro dalle arcate della stessa navata laterale che poste in posizione trasversale trasferiscono infine i carichi ai due massici contrafforti esterni i quali delimitano il manufatto verso la scarpata. Le altre spinte orizzontali relative delle due volte alle estremità della navata laterale vengono invece contrastate anteriormente dalla muratura

che costituisce il prospetto principale e posteriormente dalla struttura che delimita la sacrestia e l'abside, arrivando ad avere spessori di oltre un metro.

Come visibile dalla documentazione fotografica allegata, sul prospetto posteriore è stata rilevata la presenza dei resti di una massiccia struttura muraria che in continuità con la muratura perimetrale, aveva presumibilmente in passato una funzione strutturale di contrafforte in contrasto alle spinte e carichi provenienti dalla struttura di sacrestia e quindi delle volte di copertura del livello inferiore. Tale struttura muraria si trova oggi in precario stato di stabilità e in pericolo di crollo.



Foto dettaglio del contrafforte oggetto d'intervento

Nella navata principale, in prossimità dell'ingresso, a quota intermedia è stato di recente ricostruito il piano orizzontale di calpestio adibito a cantoria che ha una struttura costituita da travi lignee di dimensioni 15.5x17.5 cm ed interasse di 65 cm e sovrastante assito in legno. Tali travi sono innestate da una parte sulla muratura del prospetto principale poco sopra la piattabanda dell'ingresso e dall'altra su un arco trasversale a sesto ribassato. La cantoria è raggiungibile tramite una scala in muratura appoggiata presumibile direttamente sul terreno che quindi non trasferisce carichi sulle strutture di contorno.

Infine sul lato destro dell'edificio, completamente integrato con la struttura muraria dell'impianto ecclesiastico e dell'ex convento, sopra il portale sormontato da un arco a tutto sesto, s'innalza il massiccio campanile a vela con bifora che presenta due livelli accessibili direttamente dalla cantoria. I due livelli hanno una struttura inferiore voltata che convoglia i carichi sui spessi paramenti perimetrali. Sul primo livello si apre verso il prospetto principale una finestra rettangolare di dimensioni pari a circa metri 0,90x1,50. Sul secondo livello accessibile da una seconda scala interamente in legno che diparte dal piano della cantoria, si apre la bifora che contiene le due campane. Quest'ultimo ambiente ha una copertura leggera ad unica falda inclinata costituita da travi in legno tipo Trieste e assito sormontato da un manto di tegole laterizie.

La chiesa presenta due ingressi: quello principale con lunotta semicircolare sovrastante e quello secondario che consente l'accesso diretto alle cappelle della navata laterale. La continuità delle strutture murarie viene interrotta solo da altre semplici e modeste aperture murarie posizionate una sul prospetto principale, poco sopra il livello della cantoria lignea, in posizione centrale alla facciata, di dimensioni di circa metri 1,10x1,35 e le altre 4 realizzate sulla muratura perimetrale della navata sinistra con dimensioni variabili pari a metri 0,90-1,00 x 1,50-1,70.

Tecniche di costruzione delle strutture murarie.

Come già precisato le nervature portanti delle arcate e dei piedritti che sorreggono e suddividono le navate principale e secondaria sono realizzate con l'utilizzo di trachite di Genoni a conci regolari e squadrati nelle parti a vista e di malta di collegamento a base di calce. Gli stessi conci squadrati e lavorati di trachite compongono gli architravi, le piattabande, gli stipiti e i davanzali delle aperture murarie, oltre alle cornici di decoro interne ed esterne.

Le altre strutture murarie in parte intonacate al civile con malta a base di calce, e in parte ormai con pietra a vista (tamponature laterali esterne verso la scarpata) sono realizzate ad opera incerta con conci di varia pezzatura e di varia natura. I due contrafforti ricostruiti in cemento armato sono rivestiti della stessa pietra locale che costituisce paramenti esterni.

Analisi del quadro fessurativo e dissesti rilevati in fase di progettazione definitiva.



Vista d'insieme dalla cantoria delle arcate della navata principale a seguito del Primo intervento di Restauro con riposizionamento dei conci delle arcate, nuova stilatura dei giunti, realizzazione degli intonaci armati ed iniezioni fillerizzate nelle murature degli archi.



(Nell'immagine precedente possiamo notare la presenza di un vetrino per monitorare eventuali dissesti).



Foto dettaglio della piattabanda prima e dopo l'intervento di Restauro



Dopo un accurato Restauro dei più importanti problemi di degrado strutturale interno al manufatto, si dovrà procedere ad un più completo intervento di Restauro analizzando le patologie di alterazione dei materiali da costruzione impiegati all'esterno e nelle parti interne non ancora ripristinate:

- Presenza di fessurazioni e fratture sui prospetti della Chiesa.
- Nel breve termine di osservazione non sono stati registrati movimenti reciproci tra le superfici di frattura individuate lungo le lesioni più evidenti.
- Tracce di umidità con efflorescenze e distacchi d'intonaco nelle murature interne della sacrestia e dell'ultimo livello del campanile.
- Degrado della copertura e del manto in coppi sardi alcuni danneggiati e mancanti da cui si hanno delle infiltrazioni di umidità andando a creare nuovi fenomeni di degrado alle arcate già intervento di Restauro.
- Cattivo stato di conservazione della struttura lignea del campanile e delle sue campane.
- Tracce di umidità con presenza di incrostazioni e patine di origine biologica con distacchi di intonaco nelle murature esterne della sacrestia e nell'ultimo livello del campanile.
- Tracce di umidità di risalita sulla muratura sinistra della navata centrale in prossimità dell'ingresso.
- Degrado dei sistemi di raccolta dell'acqua piovana in copertura (gronde e discendenti) per buona parte ormai mancanti e divelti.
- Presenza di evidenti fratture sul muro perimetrale sinistro generati su parti interessate da maggiori stati tensionali indotti dalla presenza del tirante con chiave metallica e dalla presenza di aperture murarie.
- Tracce di umidità con presenza di incrostazioni e patine di origine biologica con distacchi di intonaco nella sacrestia, nell'ultimo livello del campanile e nelle murature esterne della facciata e del prospetto laterale sinistro.
- Presenza di muschi, licheni e vegetazione spontanea sul lato esterno della muratura perimetrale sinistra e sulla facciata principale.

Gli archi e le volte sono strutture che con la loro configurazione geometrica a traiettoria curvilinea riescono ad incanalare i carichi verso i piedritti subendo teoricamente solo sforzi

assiali di compressione. Questa situazione si verifica solo quando l'arco presenta una geometria adeguata sia per forma e per spessore e quando i piedritti sono sufficientemente solidi da riuscire a sopportare la spinta orizzontale trasferita dall'arco stesso senza subire nessun cedimento o rotazione.

Queste condizioni ideali nella realtà così come nel caso in esame non si verificano quasi mai, e spesso nell'arco si generano delle azioni flettenti. Anche nelle volte, così come accade negli archi, si generano sforzi flessionali e di trazione che portano alla formazione di lesioni. La formazione delle fessure nelle strutture in precedenza analizzate è conseguenza diretta delle caratteristiche del materiale murario. La muratura, proprio per la sua natura composita, è caratterizzata da una buona resistenza a compressione e da una resistenza a trazione molto modesta pertanto trascurabile.

Lo stato fessurativo che si era sviluppato negli archi e nelle strutture voltate risultava in questo caso legato alle normali condizioni di carico ai quali queste sono sottoposte (peso proprio e solai e strutture di copertura).

I tre archi principali della navata centrale risultano leggermente ribassati ma tendono a seguire il funzionamento statico dell'arco a tutto sesto anche a seguito del precedente intervento di messa in sicurezza e consolidamento statico con delle iniezioni fillerizzate a base di calce idrauliche e resine espandenti.

Le fessurazioni individuate sulle strutture murarie si sono formate in corrispondenza dei giunti che rappresentano i punti più deboli della muratura, quindi le vediamo localizzate nel nostro caso in prossimità delle aperture di porte e finestre e nei punti di concentrazione dei carichi e sollecitazioni come in presenza delle chiavi delle catene (prospetto laterale sinistro). Anche tali fessure risultano fisiologiche non immediatamente pericolose e legate al degrado per vetustà e perdita di resistenza meccanica della muratura. Tali degrado è accentuato dall'assenza dei sistemi di raccolta d'acqua dalle falde di copertura che genera fenomeni di dilavamento dei paramenti murari esterni favorendo la formazione di umidità, di muschi e licheni andando ad indebolire la struttura portante.

Tutti gli intonaci della volta della navata centrale son stati spicconati e ricostruiti con una rete armata in fibra di vetro e leganti a base di calce idraulica per elevati spessori "cosiddetti intonaci armati"

2.2 GLI OBIETTIVI DI PROGETTO



Foto di scorcio del Prospetto Laterale Sinistro





Foto del Prospetto sui ruderi dell'ex Convento

INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO GENERALE

Si propone un progetto di consolidamento generale con la finalità di sanare i dissesti riscontrati e garantire un miglior comportamento strutturale d'insieme del manufatto. Nello specifico si prevedono alcuni interventi di consolidamento diffusi sulle murature perimetrali finalizzati al miglioramento delle caratteristiche meccaniche ed alla risarcitura delle lesioni pur non passanti che si sono manifestate, estesi in diverse aree del manufatto; si riportano di seguito le descrizioni delle fasi operative sintetiche.

Rigenerazione mediante iniezioni di miscele consolidanti

Tale intervento è previsto nelle parti di muratura lesionata del prospetto principale, del prospetto laterale sinistro e del prospetto retrostante dell'Abside e della sacrestia.

La rigenerazione delle murature verrà effettuata in maniera tradizionale mediante iniezioni di miscele leganti a base di calce idraulica naturale NHL a stabilità volumetrica, priva di alcali e sali, compatibile con il supporto, da eseguirsi dall'alto con maglia da definirsi a seguito di apposito campo prova (in genere 4 fori Ø 25mm al mq) da eseguirsi dall'esterno, o

dall'interno, a seconda dei casi e del tipo di muratura presente rilevabile nello specifico con l'eliminazione dell'intonaco.

FASI ESECUTIVE

1. Rimozione dell'intonaco;
2. Scarnitura dei giunti di malta degradati in murature in pietra, fino ad arrivare ad ottenere un supporto sano e compatto, privo di parti friabili e incoerenti, efflorescenze saline, polvere e muffe, senza compromettere l'integrità del paramento murario.
Sabbatura a secco della superficie al fine di rimuovere qualsiasi materiale e sostanza che possa pregiudicare l'adesione dei prodotti che verranno impiegati successivamente.
3. Esecuzione dei fori (\varnothing 25mm al mq) in corrispondenza dei giunti con interasse non superiore 50 cm, sfruttando cavità naturali del materiale, lesioni o lacune già esistenti;
4. Fissaggio di tubicini o iniettori attraverso i quali verrà iniettata la boiaccia impiegando la malta da muratura prevista e sigillatura degli ugelli, dei giunti aperti e delle possibili altre vie d'uscita della miscela mediante stuccatura con malta reversibile;
5. Lavaggio dei fori con acqua a bassa pressione, fino a rifiuto in modo da saturare con acqua tutta la struttura interna, utilizzando gli stessi tubicini o iniettori precedentemente fissati. Effettuare quest'operazione partendo dai fori posti più in alto. Assicurarsi che la struttura abbia assorbito tutta l'acqua iniettata prima di procedere con l'iniezione della boiaccia.
6. Filtraggio della boiaccia per eliminazione di eventuali grumi;
7. Iniezioni continue della miscela (previe opportune prove di immissione su aree campione) attraverso i tubicini o iniettori precedentemente fissati, impiegando pompe meccaniche manuali o elettroniche, ad una pressione non superiore a 1 atm all'ugello. Iniettare il prodotto sempre dal basso verso l'alto in modo da favorire sia l'espulsione dell'aria contenuta nella struttura interna interessata dall'operazione che il riempimento di tutte le cavità. Alla prima fuoriuscita della boiaccia dal tubicino o dall'iniettore posto nelle vicinanze, interrompere

l'operazione, chiudere l'iniettore utilizzato, continuando l'iniezione dal tubicino dal quale è fuoriuscito il prodotto. Procedere in questo modo fino alla fuoriuscita della boiaccia dal foro posto più in alto.

Una volta ultimato il consolidamento della struttura, rimuovere i tubicini o iniettori utilizzati e stuccare i fori con idonea malta compatibile con tipo di supporto e con la boiaccia utilizzata.

8. Controlli a vista da effettuarsi dopo le 24 e 48 ore successive.

La profondità e lo schema di immissione varia in funzione dello spessore delle murature: nel caso di $s < 60\text{cm}$ si propone uno schema semplice (2 fori al mq) con profondità pari a circa $2/3$ dello spessore murario, nei casi di $s > 60\text{ cm}$ l'intervento andrà invece effettuato o da entrambe le facce della parete o mediante uno schema "doppio"(4 fori al mq) con profondità alternate di $2/3$ ed $1/3$ dello spessore murario.

Ripristino murature nelle parti lesionate o fratturate

In funzione dell'entità delle lesioni rilevate, si prevede di procedere mediante un semplice intervento di risarcitura tramite iniezioni di miscele consolidanti, oppure, laddove la frattura rilevata dopo la rimozione dell'intonaco, fosse di maggiore consistenza e vada ad interessare l'intera sezione muraria, si provvederà ad intervenire mediante tecnica del cuci-scuci secondo le modalità di seguito descritte per entrambe le metodologie.

Risarcitura

Intervento previsto su tutte le lesioni superficiali presenti in modo diffuso sulle strutture murarie.

FASI ESECUTIVE

1. Pulitura meccanica eseguita manualmente al fine di eliminare dalle fessure le parti degradate, deboli e distaccate, fino ad incontrare la superficie sana;
2. lavaggio della fessura con aria compressa e bagnatura con acqua di lavaggio fino a saturazione;

3. stuccatura con malta idraulica a stabilità volumetrica; per le lesioni più profonde è prevista la rinzeppatura con frammenti di inerte e successivo intasamento con malta strutturale;
4. eventuale inserimento di tubetti ed iniezione di miscela a bassa pressione di malta idraulica a base di calce a stabilità volumetrica addizionata con fluidificante di tipo reoplastico.

Scuci-Cuci

Tale intervento è previsto in prossimità delle evidenti fratture rilevate sul lato esterno del muro laterale sinistro su parti soggette a maggiori sollecitazioni per la presenza della chiave metallica e di aperture murarie.

FASI ESECUTIVE

1. Rimozione della porzione muraria adiacente alla lesione fino a giungere alla porzione sana;
2. realizzazione della congiunzione dei lembi della lesione con ammorsature d'attesa;
3. ricostruzione della muratura opportunamente ammorsata a quella esistente con materiale di recupero, integrato con nuovi elementi aventi caratteristiche analoghe a quelli esistenti ed utilizzo di malta idraulica a stabilità volumetrica compatibile con il supporto;
4. forzatura della nuova muratura con la vecchia mediante l'inserimento di cunei di legno da sostituire nei bordi superiori e limitrofi a ritiro avvenuto, con malta compatibile con il supporto a stabilità volumetrica;
5. le riprese verranno stuccate esternamente con miscela compatibile con il supporto, previa scarnitura e pulitura dei giunti. Seguirà la pulitura con acqua nebulizzata.

Ricostruzione delle porzioni di muratura crollate (contrafforte)

La porzioni esterne di contrafforte in muratura parzialmente crollato o distrutto, sarà ricostruito mediante materiali analoghi agli originali, onde garantire la continuità materica, sia sotto il profilo storico-estetico, che sotto quello strutturale, ottenendo la massima integrazione tra elementi esistenti e di nuovo inserimento. In prossimità delle zone di ammorsatura tra le parti reintegrate e quelle in posto si provvederà, ove necessario, all'inserimento di cuciture armate di collegamento, finalizzate al conseguimento di un miglioramento della connessione

tra le due zone limitrofe, garantendo la massima continuità strutturale e resistenza nei confronti dei più probabili cinematismi.

Altri interventi di Consolidamento

In aggiunta alle operatività sopra descritte, di carattere generale, si prevedono una serie di interventi quali:

- asportazioni di stratificazioni di microrganismi di varia natura, delle ossidazioni o degli aggressivi chimici o naturali, dalle superfici in pietra, a mezzo di sabbiatura a secco a pressione controllata con sabbia silicea. Rimozione di patina biologica, vegetazione e di incrostazione;

- trattamento decapante antisale della muratura con forte presenza di umidità per l'eliminazione dei sali cristallizzati nei pori e nei capillari della muratura. Il prodotto costituito da una soluzione satura di acido solfammonico (tamponato) e specifici scioglitori di sali diluiti in acqua demineralizzata viene applicato a pennello o a spruzzo con macchina atomizzatrice in ragione di 350 gr/m² a mano, lasciato agire per non più di due ore e successivamente rimosso mediante abbondante risciacquo con acqua demineralizzata;

- successivo trattamento consolidante antisale della muratura che, ancora umida del precedente trattamento decapante dovrà essere trattata con prodotto consolidante antisale a base di una miscela di silicati minerali modificati diluiti in soluzione idroalcolica atta ad ottenere una penetrazione ottimale all'interno della muratura. Anch'esso applicato a pennello o a spruzzo con macchina atomizzatrice in ragione di 400 gr/m² di prodotto puro a mano, lasciato asciugare per almeno tre giorni e successivamente controllare il grado di consolidamento raggiunto raschiando la superficie trattata con un chiodo;

- posa di Intonaco deumidificante macroporoso traspirante realizzato con malta a base di calce idraulica, silici reattive, priva di cemento e resistente ai solfati, compresa di rete in fibra di vetro antialcali;

- intervento di ricostruzione della copertura attraverso lo smontaggio del manto di copertura in coppi sardi, la fornitura e la posa di nuova impermeabilizzazione con guaina ardesiata, intervento con sostituzione del 60 % circa dei coppi delle medesime caratteristiche;

- realizzazione di scassalina in rame sul canale di gronda in muratura a confine col convento;

- intervento di restauro interno ed esterno del campanile attraverso la rimozione del manto di copertura in coppi e piccola orditura in legno, la sostituzione del tavolato e delle travi in legno, realizzazione del manto di impermeabilizzazione con guaina ardesiata, rimontaggio del manto di copertura in coppi precedentemente rimossi e sostituzione di circa il 60 % dei coppi stessi, successiva spicconatura di intonaco interno a vivo di muro, rifacimento dell'intonaco interno ed esterno a base di calce in prossimità dell'imposta del nuovo solaio di copertura, realizzazione della tinteggiatura interna ed esterna previa una mano di fissativo ancorante;

- intervento di restauro delle campane con smontaggio e calo a terra delle campane, revisione completa della struttura lignea e metallica di sostegno delle campane, pulitura delle campane con tecniche e materiali idonei per materiali bronzei, consolidamento e verniciatura del supporto ligneo e metallico, riposizionamento delle campane restaurate;

- posa dei canali di gronda in rame per la raccolta ed il corretto convogliamento dell'acqua piovana di copertura.

Nelle Tavole Grafiche Allegate sono rappresentate dettagliatamente Inquadramenti territoriali, Piante, Prospetti e Sezioni vedi Tavole da 1 a 5 mentre, alla Tavola 6 troviamo lo studio delle Patologie di Degrado in base alle Raccomandazioni Normal ed alla Tavola 7 vengono descritti gli intervento di Restauro e Conservazione del bene vincolato di importanza Storico Architettonica.

Sostituzione dell'impianto di illuminazione

A completamento del Restauro in oggetto sono previsti interventi atti a contenere i consumi energetici attraverso la sostituzione di tutti i corpi illuminanti obsoleti, attraverso l'uso dei più tradizionali sistemi led a risparmio energetico, con un risparmio calcolato di oltre il 60% di energia elettrica impiegata.

Si prevede di sostituire i pali dei lampioni esterni che danno luce alla facciata con N°2 Pali in acciaio laminato a caldo privi di saldature, predisposti con foro per ingresso cavo di alimentazione, con attacco testa palo $\varnothing 60$. Dimensioni finestra di ispezione 45x186 (h 5000), completo di un portafusibile di protezione, 2 fusibili da 16A, morsettiera asportabile 4 poli/3 vie = 10mmq e derivazione 2,5mmq, con le connessioni per la messa a terra.

Sui nuovi Pali verranno installati dei Riflettori N° 3+3 di luce diretta Tipo Disano Cripto medium simmetrici.

Questo proiettore in termini di risparmio energetico ed efficienza luminosa si accompagna ad una lunga durata di 80mila ore, con materiali dotati di protezione IP66 per le installazioni esterne.

Oltre alle sorgenti luminose a LED d'ultima generazione, che garantiscono 11880 Lumen a una temperatura colore idonea per non modificare la percezione dei materiali (4000K) e una resa cromatica molto buona (CRI 80). Corpo/Telaio: in alluminio pressofuso, con alettature di raffreddamento. Diffusore: In vetro temperato sp. 4mm resistente agli shock termici e agli urti. Verniciatura: In diverse fasi. Ad immersione per cataforesi epossidica grigia per la resistenza alla corrosione ed alle nebbie saline. Seconda mano di finitura con resina acrilica ecologica stabilizzata ai raggi UV. Dotazione: completo di staffa zincata e verniciata. Dispositivo di protezione conforme alla EN 61547 contro i fenomeni impulsivi atto a proteggere il modulo. LED e il relativo alimentatore. Ottiche: Simmetrico, con sistema a ottiche combinate realizzate in PMMA ad alto rendimenti resistente alle alte temperature e ai raggi UV. Recuperatori di usso in policarbonato. LED: Tecnologia LED di ultima generazione 11880lm - 4000K - 700mA - **86W Potenza ciascuna (86 x 6 = 516 Watt)**.

All'interno della Chiesa nella navata centrale, nella cantoria, nelle cappelle laterali e nella sacrestia utilizzeremo 30 Proiettori a Parete con luce diretta nella Tipo Disano Focus con lente. Questa versione dalla forma particolare e dal design lineare e pulito offre la possibilità di soddisfare i diversi obiettivi dell'illuminazione architettonica utilizzando LED ad alta resa cromatica. L'illuminazione avviene per luce indiretta nella navata centrale n. 12 proiettori, n. 4 nell'altare, altri 2 nella cantoria, n. 2 in ciascuna delle tre cappelle e 2 nella sacrestia; per luce diretta ne utilizzeremo 2 nell'ingresso, 1 dall'arcate dell'altare verso lo stesso, 1 nella scala della cantoria, 1 nel vano di passaggio del campanile ed 1 nel campanile stesso. Il corpo del faretto è in alluminio pressofuso. Versione con lente in PMMA ad alta efficienza con bassissimo coefficiente di abbagliamento. Vano ottico in alluminio pressofuso con dissipatore anodizzato. Normativa: .Prodotti in conformità alle norme EN 60598-1-CEI 34.21, hanno grado di protezione secondo le norme EN 60529. LED: 3000K - **54W** - 6000lm - CRI 92 - DIM 1/10V - 60° Fattore di potenza: >0,95. Classificazione rischio fotobiologico gruppo di rischio esente, **Potenza impiegata 54 W x 30 = 1620 Watt**.

All'esterno sul prospetto laterale sinistro dovremo sostituire un proiettore da incasso non più funzionante con n° 1 Proiettore da incasso per esterno Tipo Disano Sicura - asimmetrico LED. Sicura è un proiettore lineare con corpo in alluminio sviluppato per accentuare i progetti di illuminazione architettonica, garantendo luce uniforme e alte prestazioni. È ideale per applicazioni esterne ed interne, con un elevato grado di protezione IP67. Corpo: In alluminio estruso completo di corpo da incasso adatto per fila continua. Diffusore: Vetro temperato sp. 8mm, resistente agli shock termici, agli urti ed al carico max. 2000 kg. Verniciatura: Corpo anodizzato e testate verniciate a polvere con resina a base poliestere, resistente alla corrosione e alle nebbie saline. LED **63W** - 9350lm - 4000K - CRI>80 - 1490mm . Fattore di potenza: $\geq 0,9$. Mantenimento del flusso luminoso al 80%: 50000h (L80B20). Classificazione rischio fotobiologico: Gruppo esente. Temperatura ambiente $-30^{\circ}+ 40^{\circ}$. **Potenza 63 Watt**

Per cui la potenza totale impiegata è di 2199 Watt (2,2 Kw circa) con un risparmio circa del 60 % rispetto all'esistente (3600+3000+100= Tot 6,7 Kw).