

COMUNE DI OZIERI - PROVINCIA DI SASSARI

---

## **RESTAURO DELLA CHIESA PARROCCHIALE DI S. LUCIA**

In piazza Santa Lucia a Ozieri

PER CONTO DEL

**COMUNE DI OZIERI**

<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
<b>Relazione tecnico - illustrativa</b>
<b>All. B</b>

settembre 2016

**Il progettista**

*Arch. Michele Calaresu*

## Sommario

RELAZIONE ILLUSTRATIVA .....	3
Inquadramento .....	3
Descrizione dell'esterno .....	3
Descrizione dell'interno.....	4
RELAZIONE TECNICA .....	6
Premessa .....	6
Diagnosi macroscopica dell'edificio .....	6
Linee programmatiche del progetto di restauro .....	7
Tipologia degli elementi lapidei da restaurare.....	7
Sistema di posa in opera degli elementi lapidei esistenti .....	8
Tipologia del degrado della pietra .....	9
Modalità di restauro degli elementi lapidei .....	9
Sistema deumidificante delle murature .....	11
Interventi sulle coperture .....	12
Interventi sugli intonaci .....	12

## RELAZIONE ILLUSTRATIVA

### *Inquadramento*

La chiesa con la quinta scenografica del campanile da Via Regina Elena. La pianta del tempio (praticamente rettangolare) ha dimensioni notevoli, ovvero pari a 16,90\*27,70 m. circa; l'area di sedime occupa una superficie di oltre 470 mq., più il sacro. Le vie perimetrali sono larghe, in media, 5 metri.

Risulta edificata nella seconda metà del XIX sec. al di sopra di un avvallamento con forte dislivello che fu colmato da un riempimento; il sacro risulta raccordato alle vie circostanti (lato sud ed est Via Regina Elena, lato ovest Vicolo S. Lucia e lato nord Piazza S. Lucia) mediante scalinate scenografiche. Nonostante il riempimento, il piano di calpestio del presbiterio e delle sacrestie risultano parzialmente seminterrati.

### *Descrizione dell'esterno*

La **struttura** dell'edificio è costituita da murature portanti, anche possenti (mediamente 80/85 cm. per le pareti perimetrali, 60 cm. per quelle interne, 80/110 cm. per quelle del campanile), per consentire il raggiungimento di altezze notevoli; all'incirca, l'altezza massima della chiesa è pari a 18 metri, mentre quella del campanile (compresa la statua in sommità) supera i 35 metri. Gli orizzontamenti sono costituiti da volte (per lo più a sesto ribassato) realizzate con mattoni forati di 6/8 cm. di spessore (visibile in corrispondenza di alcuni distacchi dei dipinti della volta della navata); al disopra delle volte, distanziata di circa 1 metro, è ordita il solaio di copertura inclinato (mediamente con pendenza del 30% circa); originariamente il tetto aveva struttura portante in travi di legno, sostituita qualche decennio fa da una struttura di travetti di C.A. precompresso (talvolta alternato a travi in ferro) e impalcato di tavelloni laterizi (visibile da diversi sottotetti della zona presbiteriale).

Il **tetto** dei corpi centrali è del tipo "a sella", ovvero a due spioventi, mentre quello dei corpi laterali è del tipo a falda unica. E' coperto con tegole in laterizio impostate su un solaio in legno originario o travi di C.A. realizzate in tempi recenti; i canali di gronda sono ricavati all'interno dei cornicioni in muratura, ed hanno sezione di 18\*20 cm. circa; sono presenti tubi pluviali in rame (parzialmente incassati nelle murature) che raccolgono l'acqua dei canali di gronda in pietra e la convogliano in fognatura (la parte alta delle tubazioni è a vista, mentre successivamente i tubi risultano completamente incassati nella parete e proseguono, invisibili, fino al piano stradale).

Nelle **facciate** laterali e del retro è stato alternato l'uso del rivestimento ad intonaco con quello a cantoni di tufo squadrate "faccia vista" (blocchi altezza media 21-28 cm., lunghezza variabile e comunque non oltre i 70 cm., spessore pari a circa 21/28 cm.); solo in corrispondenza degli sporti e dei cornicioni il tufo presenta modanature geometriche abbastanza lineari.

Gli elementi di maggior esuberanza decorativa (capitelli sia nella facciata principale che nel campanile) sono realizzati in terracotta, similmente alla statua del Redentore sul campanile e agli altorilievi della facciata principale.

Tutti i prospetti sono privi di decorazioni o aggetti particolari, fatta eccezione per la facciata principale della chiesa (tutta in tufo faccia a vista) dove una coppia di colonne binate sorregge il timpano (al cui interno è presente un altorilievo in terracotta con l'immagine di Dio) che sormonta l'ingresso alla navata principale, e due mezzi timpani segnalano le navate laterali. Queste ultime non hanno porta di accesso in facciata, ma solo delle finestre cieche (nel cui riquadro sono presenti due altorilievi in terracotta). Sotto il timpano la parete contiene una grande finestra a oculo di circa 2,8 metri di diametro, con vetrata policroma di recente fattura. Tutti i cornicioni sono cordonati e particolarmente elaborati, per lo più a motivi neoclassici basati su forme geometriche semplici. Il timpano è sormontato da un crocifisso su base scultorea illeggibile (probabilmente in terracotta).

Nelle facciate della chiesa sono presenti pochissime finestre (tutte centinate), per lo più a quota piuttosto rialzata rispetto alle vie circostanti. Alcune di esse sono cieche (quelle del primo ordine del campanile), altre ridotte a semplici lunette.

Il **campanile**, all'esterno è completamente realizzato con blocchi di tufo squadrate "faccia a vista" (altezza circa 38 metri). Sulle quattro facciate del campanile è presente il quadrante dell'orologio (vetro opalino illuminato dall'interno, e meccanismo elettrico), con diametro di 1 metro. Il campanile ha i 4 prospetti

identici (due lati sono però aderenti alla chiesa, quindi la torre emerge solo in parte), fatta eccezione per le aperture che talvolta risultano cieche; sono aperte (ma con inferriate): una finestra centinata a sud del primo ordine, due finestre centinate del 2° ordine a sud e ovest, una sola finestra rettangolare rivolta a nord, e le 4 arcate di uscita sulla balaustra di sommità (con terrazza peraltro quasi impraticabile per l'esiguità dello spazio). La balaustra, alta un metro, è costituita da colonnine modanate in muratura intonacata, sormontate da lastre corrimano larghe delimitate agli angoli da pilastri quadrati. Il cornicione in sommità sporge, rispetto alla balaustra, di circa 60 cm.

L'ambiente delle campane è a pianta ottagonale, delimitato da una muratura dello spessore di circa 40 cm. ed alta circa 2,4 metri, aperta con 4 arcate che comunicano con la zona della balaustra; questo ambiente è sormontato da una guglia a base ottagonale (impostata a partire da circa 2,4 metri di altezza dal pavimento) alta circa 5,5 metri; in sommità è presente la statua del Redentore, alta oltre 4 metri.

## ***Descrizione dell'interno***

### *Chiesa*

Esistono due soli ingressi alla chiesa: quello principale e quello della facciata ovest (lato destro) che conduce ad un andito. All'interno l'edificio si presenta con un'aula molto ampia e alta, ma piuttosto buia. Lungo la parete interna corre un cornicione cordonato con motivi geometrici semplici.

Appena entrati, lo spazio della **prima campata** è coperto da una volta a botte e, a destra e sinistra, sono presenti due cappelle (le "navate" evidenziate dai mezzi timpani di facciata) coperte da volta a botte impostate sui muri perimetrali adiacenti ed i pilastri centrali (a sezione cruciforme 70/90 cm. circa per lato).

Procedendo nell'aula, nella **seconda campata**, non sono più presenti le suddette cappelle voltate, a favore di una ampia sala unica, coperta a botte ribassata (gran parte della volta è quasi piatta) in corrispondenza delle pareti laterali e a catino ribassato (praticamente piatto) nell'aula centrale (cioè di fronte al presbiterio).

Il **presbiterio** (coperto con volta a catino ribassato innestata al semicatino a tutto sesto del coro), è più stretto dell'aula (quindi largo quanto la "navata" centrale); è rialzato dall'aula da due gradini (dislivello 40 cm.) e separato da una balaustra in marmo alta 80 cm. (con colonnine sagomate e corrimano largo 23/27 cm.).

La parete retrostante del presbiterio presenta un'abside (non visibile dall'esterno), coperta a semicatino con quattro spicchi di volta che si raccordano alla chiave della volta a botte del presbiterio.

L'imponente altare maggiore in gesso poggia in parte sulla mensa d'altare in marmo, ed in parte su un solaio armato con travi di legno e di ferro, incastrate tra la parete semicircolare dell'abside e l'altare marmoreo suddetto. Il gruppo scultoreo ha una forma assimilabile ad una piramide, con base profonda circa 2 metri e larga quanto l'altare (circa 2,50 m.). L'altezza libera al di sotto di questo solaio consente un agevole passaggio delle persone.

Su entrambi i lati del presbiterio sono presenti, simmetricamente, una stanza adibita a **sacrestia** (lato est, cioè sinistro) ed una ad **andito** di ingresso secondario (lato ovest), entrambe con porta d'accesso al presbiterio (medesima quota pavimenti); solo la sacrestia comunica anche con l'aula, mentre l'andito, in omologia, ha un collegamento col pulpito, mediante una scala strettissima ricavata tra la parete dell'aula e quella dell'andito stesso (dislivello 180 cm.); lo spazio restante di questa "intercapedine" ospita il serbatoio del gasolio, ispezionabile attraverso uno sportello. Entrambe le stanze sono coperte con volta a botte.

Dall'andito, tramite una scala in muratura, si può accedere ad un piano superiore, ricavato in tempi recenti interponendo un solaio in ferro e tavelloni tra le alte pareti del locale; al primo piano quindi troviamo una sorta di magazzino e la caldaia a gasolio.

Sempre dal cosiddetto andito si accede alla base della torre campanaria, e da qui ad un bagnetto ricavato nell'interstizio triangolare risultante tra la parete esterna della retrofacciata e la curvatura del coro. Analogamente, sul lato opposto del presbiterio abbiamo la **sacrestia** che comunica con una stanza retrostante (omologa della torre campanaria) adibita a magazzino, e da questa si accede ad un analogo interstizio triangolare che ospita una scala in legno che conduce nel sottotetto della sacrestia e del presbiterio.

### *Torre campanaria*

La torre campanaria è a pianta quadrata (alla base esterna, circa 4,20 m. per lato), con murature che alla base hanno circa 110 cm. di spessore ed in sommità si rastremano, fino a raggiungere gli 80 cm. dell'ultimo ordine ed i 40 cm. delle pareti della guglia ottagonale.

All'interno le pareti sono intonacate, ma nella parte bassa il rivestimento è in parte caduto a causa della umidità di risalita capillare dal terreno di fondazione, mettendo in vista il paramento murario realizzato con pietrame irregolare legato con malta.

Una scala in muratura (realizzata con voltini in mattoni forati dello spessore di circa 20 cm.) gira sulle quattro pareti per 7 volte; ogni giro comporta 4 pianerottoli e 4 rampe da 3 pedate ciascuna, aventi larghezza pari a 60 cm. ed altezza di circa 3 metri. Solo l'ultima rampa che dà accesso ad una botola ricavata nell'ultimo solaio piano (zona campane), è realizzata in legno ed è priva di ringhiera in ferro, invece presente in tutto il resto della scala. Le pedate della scala sono rivestite con lastre di ardesia.

La zona delle campane è la guglia, una struttura ottagonale inscritta nel quadrato della torre; l'ambiente delle campane è aperto con archi su 4 lati, consentendo l'accesso all'esterno, verso la balastra (la muratura è aderente alla balastra, solo in corrispondenza degli smussi dell'ottagono è presente una esigua superficie di terrazzo).

L'impianto di illuminazione interno è presente solo fino al secondo ordine di finestre.

Tutte le aperture (finestre e anche arcate di sommità) sono protette da inferriate o reti metalliche, ma non hanno infissi interni. I 4 quadranti dell'orologio sono realizzati con vetro opalino, che consente alla luce di illuminare abbondantemente la corrispondente zona interna della torre. Tra l'orologio e la botola di uscita della zona delle campane, sono presenti alcune strutture metalliche orizzontali, forse un residuo del precedente meccanismo dell'orologio e delle campane, ora sostituito da un meccanismo elettrico.

A circa 6 metri di altezza dalla base interna della torre, è presente un varco nella muratura che consente l'accesso al sottotetto dell'andito (lato ovest); praticamente alla stessa quota, ma sulla parete est della torre, è presente un'ulteriore apertura nella muratura che collega ad uno sgabuzzino soprastante il bagnetto del piano terreno.

In sommità sono presenti 5 campane, azionate da un meccanismo elettrico. La cuspide del campanile è completamente visibile dall'interno, mentre non è possibile uscire sulla balastra a causa di inferriate bullonate alla muratura.

### Finiture e impianti

Tornando alla chiesa vera e propria, tutte le pavimentazioni interne sono realizzate con lastre di marmo Carrara e Bardiglio; nell'aula è presente una zoccolatura in marmo Carrara (h.140 cm. nell'aula e h.185 nel presbiterio) con spessore di 6 cm. Nella sacrestia è presente un rivestimento sulle pareti in perlinato ligneo.

Le volte e buona parte delle arcate interne sono dipinte con decorazioni floreali e scene sacre. Le pareti sono intonacate e tinteggiate in ocra o *beige*.

Le porte interne sono tutte originali in legno, mentre la bussola d'ingresso è in legno, ma realizzata in tempi recenti. I portoni esterni sono gli originali, in legno. Le finestre dell'aula, talvolta dotate di vetrate policrome, hanno telaio in ferro e inferriate all'esterno.

L'impianto di illuminazione è sia sotto traccia che a canalizzazione esterna, di recente fattura, con proiettori ai vapori di sodio, orientati verso il basso.

L'impianto idrico e fognario del bagno è funzionante, seppure vecchio e poco funzionale.

L'impianto di riscaldamento (realizzato intorno ai primi anni '60) è presente con una caldaia a gasolio (1° piano andito, potenza circa 125000 kCal) e termoconvettori di grande dimensione orientati verso l'aula. Il serbatoio metallico del gasolio, al piano terra, è inserito in una intercapedine delle muratura tra l'andito e aula (in prossimità delle scale che portano al pulpito).

## RELAZIONE TECNICA

### *Premessa*

L'oggetto del presente restauro sono le facciate, le coperture e gli intonaci ammalorati interni della chiesa parrocchiale di S. Lucia. Questa prima scelta, chiara, deriva dalla necessità di indicare delle priorità riguardo gli interventi da effettuare tenuto conto del budget disponibile; come si dirà più avanti, la chiesa infatti avrebbe bisogno di una serie di ulteriori interventi conservativi e di manutenzione agli elementi e agli spazi accessori, ma la priorità è data ai problemi di degrado degli elementi in tufo delle facciate, agli intonaci interni (con conseguenti riflessi anche sulla pubblica incolumità) e alle infiltrazioni d'acqua provenienti dalle coperture e dalle fondazioni.

L'effettuazione del rilievo, così come delle analisi delle alterazioni e dello stato di conservazione della chiesa, ha presentato difficoltà notevoli, solo in parte superate; le difficoltà incontrate derivano principalmente dalle dimensioni "monumentali" del manufatto, che risulta molto alto sia all'esterno che all'interno: non è possibile, senza l'ausilio di ponteggi e impalcature, eseguire una approfondita analisi del manufatto architettonico. Tuttavia risultano chiari alcuni processi di degrado e alterazione delle parti in pietra e delle coperture, che qui di seguito saranno illustrati.

### *Diagnosi macroscopica dell'edificio*

A seguito di numerosi sopralluoghi e delle operazioni di rilievo fotografico, metrico ed architettonico dell'edificio, ho potuto riscontrare una ottima situazione statica delle strutture portanti (murature e volte) sia della chiesa che del campanile. Sono pressoché assenti segni di cedimenti fondali (il substrato dovrebbe essere di roccia calcarea) o deformazioni nelle murature e nelle volte.

La situazione statica dei solai di copertura (non tutti ispezionabili) è apparentemente buono, non essendo presenti nella copertura evidenti inflessioni o altri segnali indiretti di situazioni critiche. Tutti i solai di copertura sono stati rifatti relativamente di recente (negli anni '80-'90) con travi in ferro e/o travetti di C.A. precompresso e impalcato in tavelloni di laterizio (visibili nel sottotetto dell'area presbiteriale).

Il rifacimento del tetto forse fu dovuto all'infiltrazione e conseguente percolamento delle acque meteoriche sulle volte interne dell'aula della chiesa; è infatti parzialmente distaccata, e quindi caduta (l'analisi è basata solo sull'osservazione dal basso), la superficie di intonaco delle volte principali dell'aula e del presbiterio, dipinte nel 1922 da Spirito Lari. Col nostro intervento miriamo a ricostruire gli intonaci delle parti già cadute e a consolidare quelle eventualmente in fase di distacco (si auspica, quanto prima, un intervento di restauro dei dipinti del Lari, dato che non ce ne occuperemo in questo progetto); tale fenomeno è causato da infiltrazioni di acqua provenienti dalle coperture (forse prive di impermeabilizzazione o con difetti di posa della stessa) e dai canali di gronda (certamente intasati da deiezioni di volatili ed erbacce).

Sono presenti fenomeni preoccupanti di umidità di risalita capillare alla base di tutte le murature perimetrali e di spina dell'intero complesso (al di sotto della chiesa è presente una falda acquifera che alimenta una fontana sita sotto il sagrato); l'imbibizione delle murature (con U.R. rilevata al 90%) è però parzialmente occultata dalla zoccolatura in marmo. Tale fenomeno è reso evidente dalla esfoliazione delle zoccolature in tufo "faccia a vista" esterne e dalla presenza di ampie macchie di umidità con formazione di salnitro in gran parte delle pareti interne, fino ad altezze di 2 metri dal pavimento.

Le pavimentazioni interne sono realizzate in lastre di marmo Carrara e Bardiglio e risultano in buone condizioni di conservazione.

I manufatti artistici scultorei presenti all'interno della chiesa (strutture marmoree) non palesano nessun problema conservativo di rilievo. Al contrario, all'esterno, le decorazioni scultoree realizzate in terracotta risultano, talvolta, notevolmente danneggiate: nel caso degli altorilievi di facciata (nei due riquadri e nel timpano) il danno è dovuto sia ad un'antica azione vandalica che alle intemperie climatiche, mentre nel caso dei capitelli delle paraste in facciata si tratta di degrado fisiologico; le statue rimanenti in facciata (il corpo senza testa di una delle Virtù Teologali, e la scultura basamentale della croce in sommità del timpano) sono praticamente illeggibili nei particolari a causa dell'azione delle piogge e degli sbalzi termici. Apparentemente in ottimo stato la statua del Redentore in sommità del campanile, restaurata 20 anni fa.

Nelle varie facciate, la struttura muraria (in blocchi di tufo intonacati, ma con molte parti "faccia a vista") non presenta problemi statici; è invece evidente lo stato di degrado che ha investito le parti in pietra

maggiormente lavorate (cornici, cornicioni ecc.) e quelle poste a contatto con la copertura (canali di gronda in pietra, etc.) e con il terreno.

Nel caso delle cornici esposte al ristagno d'acqua piovana (cornicioni e gronde), dalla semplice disgregazione e dilavamento, si è giunti fino a fenomeni di distacco di importanti porzioni di pietra (specie nella facciata principale). In parte, ciò è dovuto anche alla mancata pulizia dei canali di gronda e dei compluvi di copertura che, intasati di detriti, hanno favorito la crescita di piante e la costante presenza di umidità. In corrispondenza degli intasamenti degli scarichi dei pluviali, la tracimazione e l'infiltrazione di acqua ha parzialmente danneggiato la tinteggiatura (e talvolta gli intonaci) di alcune facciate. Tutti gli aggetti delle cornici della chiesa sono state dotate recentemente di lastre di rame angolari ad L ("bardelle" e "scossaline") a protezione delle infiltrazioni.

La parte basamentale delle murature esterne "faccia a vista" (zoccolatura sulle pareti laterali e del retro, con altezza variabile tra i 40 e i 200 cm. circa) è invece fortemente degradata per via della risalita, per capillarità, dell'umidità del terreno fondale. L'umidità ha favorito il dilavamento e la disgregazione degli spigoli dei blocchi, e della regolarità delle superfici del paramento.

Gli infissi esterni presenti nella chiesa sono per lo più in ferro e vetro (finestre) originari della costruzione, mentre le aperture verso l'esterno dei vani accessori del primo piano della chiesa e quelle della torre campanaria dispongono esclusivamente di inferriate; i portoni (principale e laterale) sono in legno, e presentano alcuni problemi di conservazione e manutenzione.

Gli impianti tecnologici (elettrico, illuminazione, riscaldamento) non presentano problemi tali da richiedere interventi urgenti.

### ***Linee programmatiche del progetto di restauro***

Disponendo di scarsi mezzi finanziari, si è ritenuto prioritario l'intervento di restauro sulle parti in pietra lavorata e quelle dei paramenti in tufo esterni, fortemente compromessi dal degrado materico e dai distacchi di porzioni di dimensioni significative (con conseguenti rischi per l'incolumità pubblica), nonché sulla copertura mediante la sostituzione delle tegole rotte e l'apposizione di una guaina bituminosa sotto il manto di tegole al fine di bloccare i frequenti fenomeni di infiltrazione che stanno rovinando gli intonaci affrescati delle volte interne.

La gran parte di questi manufatti lapidei si trova nelle cornici di gronda e nelle cornici marcapiano della chiesa (eccettuato il campanile su cui si è già intervenuto circa 10 anni fa).

Al fine di eliminare quanto più definitivamente possibile la presenza di ristagni d'acqua presso le cornici in pietra, si provvederà anche alla regolamentazione del flusso delle acque piovane, effettuando la necessaria manutenzione ai canali di gronda e ai compluvi.

Si interverrà in maniera risolutiva anche sull'umidità di risalita delle murature, che causano l'ammaloramento degli intonaci interni (con relativi salnitri) e un tasso di umidità elevata all'interno della chiesa.

### ***Tipologia degli elementi lapidei da restaurare***

Tutte le parti in pietra visibili all'esterno dell'edificio (cioè il paramento "faccia a vista") sono state realizzate con il tipico tufo trachitico estratto dalle cave vicine all'abitato di Ozieri (cave di Coldianu, ora non più attive) sul finire del XIX secolo.

L'estrazione dei blocchi, irregolari, all'epoca avveniva con picconi e asce (*divisione*), quindi si procedeva alla *sbozzatura* sempre con asce e, successivamente, al *compimento* per ridurre la pietra a "cantonetti" (generalmente aventi lunghezza di cm.50/70 cm, altezza 20/25 cm. e spessore di 18/27 cm.) mediante sistemi a percussione indiretta (scalpello, etc.); infine potevano essere eventualmente lavorati artisticamente (modanature), per lo più su una sola superficie del parallelepipedo, da scalpellini locali. Queste ultime fasi erano per lo più realizzate in cantiere.

Dal punto di vista **geo- litologico**, il tufo presente nella nostra chiesa è una roccia di origine ignea e più esattamente sedimentaria piroclastica, formatasi per consolidamento di ceneri, lapilli e altri materiali lavici provenienti dalle fasi esplosive dei vulcani, depositatesi e raffreddatesi secondo le modalità caratteristiche delle rocce sedimentarie.

I tufi rappresentano un gruppo a parte rispetto alle altre rocce detritiche. Essi sono considerati rocce sedimentarie poiché subiscono il processo di messa in posto e successivamente tutti i processi diagenetici che portano alla litificazione; ciò che li differenzia è la loro origine legata alle eruzioni vulcaniche esplosive. Questo tipo di eruzioni vulcaniche è accompagnato da emissioni di gas che conferiscono loro il carattere esplosivo. Il prodotto di tali eruzioni viene denominato *tephra*. Questo termine include tutti i materiali lavici lanciati in aria e in parte solidificati come frammenti di varie dimensioni: blocchi (dimensioni superiori a 64 mm), lapilli (da 64 a 2 mm) e ceneri (inferiori a 2 mm). Questi frammenti, smistandosi nel tragitto aereo, formano depositi di aspetto stratificato in modo regolare. Quando prevalgono i blocchi, si parla di brecciole; quando prevalgono i lapilli si parla di tufi; quando prevalgono le ceneri si parla di cineriti.<sup>1</sup>

Il nostro è un tufo di media consistenza, caratterizzato da una pigmentazione *beige* (dovuta anche alla presenza di ossidi di ferro), una buona compattezza e aspetto granuloso e poroso.

Dal punto di vista **petrografico**, il tufo è una roccia sedimentaria con chimismo intermedio e, in linea di massima, è caratterizzato dalla presenza dei seguenti minerali: augite, biotite (silicato di ferro e magnesio), leucite (allumosilicati di potassio, sodio e calcio). Si tratta quindi di SILICATI, cioè minerali costituiti da silicio, ossigeno e metalli e sono caratterizzati dalla presenza di tetraedri ("piramidi" a base triangolare con quattro facce eguali tra loro) corrispondenti al gruppo  $(\text{SiO}_4)^{4-}$ . La classificazione si effettua su base strutturale in funzione del numero e della disposizione dei tetraedri. I minerali citati sono tutti tectosilicati, caratterizzati da strutture a tetraedri disposti in reticolo tridimensionale.

Dal punto di vista **tecnico**, questo litotipo (classificato commercialmente come "pietra") è caratterizzata da una non elevata coerenza e resistenza meccanica a trazione, flessione e taglio, una mediocre durabilità, mediocre durezza, un'ottima lavorabilità, una elevata permeabilità, igroscopicità (che può anche impoverire le malte poste a contatto) e gelività (il tufo ha coefficienti di assorbimento e di penetrazione dell'acqua tra i più alti), grana grossolana e peso specifico intorno a 1800 kg/mc.

Molti dei "difetti" elencati in precedenza, sono però compensati da un buon carico di rottura a compressione (circa 1.500 kg/cm<sup>2</sup>), una buona lavorabilità, un'elevata capacità termica con conseguente ridotta dilatazione termica ed una relativa leggerezza; si presta perciò alla realizzazione di murature portanti verticali e volte, e di elementi lavorati semplicemente, purché non eccessivamente aggettanti.

E' inoltre particolarmente nociva la presenza di umidità e acqua per via dell'azione geliva che esercita la dilatazioni dei pori,<sup>2</sup> causando lesioni e accelerando i fenomeni di disgregazione e degrado della pietra.

Su tutti i materiali lapidei, una volta esposti agli agenti atmosferici, si manifestano fenomeni di alterazione. Tali fenomeni sono stati classificati, indipendentemente dalle cause che li producono, nella Raccomandazione NORMAL 1/85 pubblicata a Roma nel 1985 per iniziativa del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e dell'Istituto Centrale per il Restauro. Senza entrare nel merito della classificazione suddetta (piuttosto macchinosa), si può sinteticamente affermare che l'alterazione tipica del tufo è la polverizzazione, la cui causa di degrado è legata alla cristallizzazione dei sali.

### ***Sistema di posa in opera degli elementi lapidei esistenti***

Le facciate in pietra "faccia vista" sono state realizzate con "cantoni" di tufo posti in opera con l'ausilio di malte di calce (aeree e/o idrauliche), a giunto chiuso (senza fughe tra i conci). La posa in opera dei cantoni è avvenuta per filari isodomici orizzontali, con il classico sfalsamento dei blocchi in senso verticale.

E' probabile che siano stati adottati sistemi di ancoraggio "ad arpione" o similari, per legare il paramento esterno al cuore della muratura a tessitura discontinua composta da pietrame irregolare legato con calce. Le cantonate e gli stipiti sono invece sempre completamente realizzati con blocchi squadrati per tutto lo spessore murario (l'osservazione diretta è possibile solo all'interno della torre campanaria, al piano terra).

<sup>1</sup> Sito internet <http://server.icvbc.cnr.it/didattica/petrografia/5.htm>, visitato il 30/06/2004

<sup>2</sup> L'acqua, gelando, aumenta di circa un decimo il suo volume, esercitando sulle pareti dei vacuoli una pressione di 1654 Kg/cm<sup>2</sup>; la pressione esercitata è però ancora maggiore, se si tiene conto che le basse temperature causano una contrazione nella pietra (nel tufo questo fenomeno è minore) che si somma all'effetto gelivo. Negli strati più superficiali, l'azione meccanica (per aumento di volume) è esercitata anche dalla cristallizzazione dei sali in precedenza resi solubili dalla presenza d'acqua.



Alcuni conci lapidei (in corrispondenza dei cornicioni) sono stati lavorati con modanature con curve e spigoli, comunque semplici (le parti più ricche di decorazione, quali i capitelli, sono stati realizzati in terracotta), a sviluppo rettilineo orizzontale.

### ***Tipologia del degrado della pietra***

Premesso che dal punto di vista statico le strutture portanti dell'edificio non presentano particolari problematiche, è invece di elevato avanzamento il degrado subito da molti elementi tufacei (si tratta, quasi esclusivamente, di quelli lavorati artisticamente); esso è insieme fisiologico (invecchiamento, l'edificio ha 125 anni) e patologico (degrado derivato da cause naturali), che sono comunque entrambe cause estrinseche.

L'unica causa intrinseca rintracciabile potrebbe consistere nelle eventuali microlesioni formatesi in fase di lavorazione a scalpello, a meno che non si voglia imputare all'architetto la scelta del materiale da costruzione come causa delle degradazioni della pietra.

La principale causa del degrado è perciò da ricercarsi nella prolungata azione dell'acqua (sia sotto forma di umidità che soprattutto di pioggia e ristagni) e nella notevole oscillazione delle temperature diurne/notturne del clima ozierese (la chiesa di S. Lucia, tra l'altro, è "incassata" in una valle piuttosto umida e scarsamente soleggiata).<sup>3</sup>

Il materiale poroso consente una forte imbibizione al suo interno; attraverso il fenomeno gelivo si verificano azioni meccaniche all'interno dei pori, che spaccano la pietra. Questo fenomeno, naturalmente, mostra i suoi peggiori effetti sui conci maggiormente esposti all'esterno e di minore spessore, ovvero le modanature (maggior sviluppo della superficie esterna, presenza di superfici orizzontali, spessori particolarmente ridotti). Oltre l'azione meccanica del gelo, l'acqua cristallizza i sali idratanti contenuti nel tufo (nel nostro caso sub-florescenze), creando maggiori discontinuità alternate a zone di elevate tensioni meccaniche, indebolendo ulteriormente la resistenza della pietra secondo piani verticali.

Pure associato alla presenza d'acqua, è il fenomeno della formazione di muschi, muffe e microrganismi (per lo più licheni, mentre il guano è poco presente), e la crescita di vegetali spontanei (per lo più la *Parietaria diffusa*, ma anche piante di fico), anch'essi presenti in alcuni tratti del cornicione di copertura (specie nelle parti mediamente soleggiate). Queste presenze biologiche sono causa di attacchi chimici alla pietra, e fonte di ulteriori sollecitazioni meccaniche esercitate dalle ife nei pori.

Tutte queste cause (soprattutto attraverso meccanismi di degrado fisico-meccanico) determinano effetti di fessurazione e di fratture con distacco di intere porzioni di tufo (anche di dimensioni consistenti), ed un costante effetto di erosione e dilavamento per ruscellamento (sali solubili, esfoliazione e scagliatura) soprattutto nelle modanature sotto i "gocciolatoi" delle cornici, con perdita di gran parte del modellato architettonico.

### ***Modalità di restauro degli elementi lapidei***

Le fasi del restauro risultano essere le seguenti:

- ☐ Disinfezione
- ☐ Pulitura
- ☐ Consolidamento
- ☐ Stuccatura e riempimento delle lacune
- ☐ Protezione finale delle superfici

Prima di tutto si procederà ad una **disinfezione**, per vaporizzazione, delle parti in pietra, mediante idonei composti chimici ad azione biocida (tipo sali sodici dell'acido dimetilditiocarbammico, o derivati dell'urea o composti stammici).

La disinfezione dall'"attacco secondario" microbiologico (in particolare muffe, alghe, funghi, etc.) dovute all'accumulo di sporcizia, sarà effettuato con soluzione acquosa bonificante a base di composti di

<sup>3</sup> L'umidità è presente all'interno di qualsiasi pietra (acqua igroscopica); la sua quantità è strettamente connessa al contenuto di vapore acqueo presente nell'atmosfera, con la quale la pietra interagisce rilasciando o assorbendo umidità (il flusso e riflusso purtroppo favorisce la circolazione dei sali solubili), con il vento che può esercitare un effetto acceleratore dell'imbibizione per capillarità. Il vapore si condensa in acqua quando si raggiunge la temperatura di saturazione (punto di rugiada). Per eliminare completamente l'acqua igroscopica bisognerebbe riscaldare il materiale a 105°C circa.

ammonio quaternario, capaci di penetrare in profondità neutralizzando le spore (in pratica distrugge la clorofilla) e i microrganismi; questo trattamento comporta un effetto schiarente della pietra (infatti, in corrispondenza dei cornicioni infestati, il tufo presenta attualmente un colore più scuro rispetto a quello delle facciate).

Successivamente si passerà al **diserbo** delle cornici di coperture, dei canali di gronda e delle altre cornici in pietra interessate dal fenomeno vegetale; il diserbo (da effettuarsi preferibilmente in primavera o autunno) consisterà in una prima fase (essiccamento delle foglie e delle radici) condotta con sostanze chimiche a bassa tossicità per gli operatori, tipo Imazapir, ed in una seconda fase (a distanza di circa due settimane) di rimozione manuale dei vegetali.

A questo punto si procederà alla **pulizia** più accurata degli elementi architettonici: prima mediante una delicata raschiatura con attrezzature manuali in legno, plastica o metallo, poi mediante l'idropulitura (acqua nebulizzata) a bassa pressione e non distruttiva per eliminare le polvirulenze e parti incoerenti, eseguita partendo dall'alto verso il basso delle facciate interessate.

Per le incrostazioni più resistenti si potrà procedere con impacchi di bicarbonato di ammonio in soluzione acquosa, seguiti da una nebulizzazione finale con acqua deionizzata; tale operazione, al momento, non appare necessaria, ma si rimanda alla fase di cantiere per una migliore valutazione del caso.

Per prevenire ulteriori formazioni vegetali future, si procederà alla scarnitura manuale delle fessure esistenti e quindi alla sigillatura delle stesse con malta di calce in colore adeguato.

A completamento di questa prima fase verrà effettuato un lavaggio d'acqua potabile con spazzole di saggina, o con sistema di idropulitura non distruttivo, degli elementi interessati finora (tale operazione deve essere svolta con temperature esterne non troppo rigide).

Se necessario, ancor prima della pulitura degli elementi che saranno soggetti ad incollaggio di parti in distacco, si procederà al **pre-consolidamento** delle parti pericolanti con silicato di etile o estere silicico, a seconda della fattispecie (si rimanda ad una più attenta valutazione nel corso dei lavori).

Una volta asciugata la pietra, si potrà proseguire con il **consolidamento**.

Per le parti polvirulente o caratterizzate da fenomeni di disgregazione, il consolidamento avverrà con sostanze inorganiche (quali il silicato di etile, estere silicico il carbonato di bario e di calcio) e con solventi a lenta evaporazione e bassa viscosità, capaci di penetrare in profondità (impregnanti) e congiungere le parti ammalorate con quelle sane, restituendo il "cemento" della pietra.

I consolidanti devono essere applicati mediante cannuce in corrispondenza delle fessure, e a pennello nelle zone disgregate. Pertanto, con il pennello, si procederà ad una prima applicazione diluita, e ad altre successive non diluite, fino a rifiuto, avendo cautela di proteggere la pietra dai fenomeni di evaporazione repentina (problema tipico delle giornate molto calde), è quindi necessario operare con temperature comprese tra i 15° e i 25° C.

Per i distacchi di pietra di una certa consistenza sono necessari interventi di **adesione**, ovvero di incollaggio. Trattandosi di lesioni che esercitano una certa azione fisica e meccanica, si dovrà ricorrere a collanti con elevata resistenza a trazione (quali le resine artificiali, epossidiche e poliesteri). Prima della loro applicazione, però, è necessario trattare (dove possibile) le superfici porose della pietra con un film di resina acrilica (tipo Paraloid B 72 in clorotene al 15%) che funge da barriera fisica, reversibile, all'assorbimento in profondità delle resine (nocive per la struttura chimica della pietra).

Nei casi di porzioni di pietra molto grosse, l'adesione dovrà essere eseguita con l'ausilio di barre di ottone di sezione minima e resine, al fine di "inchiodare" il pezzo distaccato alla parete di provenienza. Se le porzioni lapidee soggette a distacco fossero di notevole entità, si dovrà ricorrere ad impernature mediante il fissaggio di tondini di acciaio inox o ottone ad aderenza migliorata (diametro tra 3 e 5 mm.), con adesivi costituiti da resine epossidiche idonee.

In molte modanature sono particolarmente evidenti le mancanze di bordi, spigoli e interi elementi ornamentali, perduti a seguito del distacco e crollo di porzioni, o del forte dilavamento. Questa situazione determina principalmente due problemi, il primo legato alla funzione statica svolta da alcuni elementi (si vedano, ad esempio, le mensole squadrate dell'ultimo cornicione del campanile, quasi completamente dilavate), il secondo di tipo estetico e filologico. Pertanto si è optato per un **riempimento delle lacune** con malta di calce aerea (abbinata con malta di calce idraulica nelle lacune più grosse) caricata con inerte di tufo

di colore e grana simile, opportunamente pigmentata per garantire, almeno a distanza, un effetto cromatico e geometrico non troppo dissonante con le parti modanate originali.

Una volta consolidata la pietra bisognerà eliminare tutte le soluzioni di continuità presenti (quali fessure, microlesioni e cavità aperte), onde evitare un nuovo attacco degli agenti del degrado. Per questo motivo è indispensabile ricorrere alla **stuccatura** delle aperture. Per le lacune di profondità si utilizzerà la calce idraulica (fa presa anche in assenza di ossigeno), mentre per quelle esposte all'esterno si dovrà usare la calce aerea; in ogni caso nell'impasto di calce dovrà essere caricato inerte di tufo (possibilmente simile per colore e tipologia a quello in opera) macinato a mano (per ottenere una grana media), eventualmente corretto nella colorazione con pigmenti naturali. Prima della messa in opera della malta di calce, la pietra deve essere pulita dalle impurità e, durante la stuccatura, bagnata frequentemente.

Dopo qualche giorno dalla fine delle stuccature, se dovessero presentarsi differenze cromatiche tra le porzioni restaurate e quelle originarie, si dovrà procedere ad un intervento di **velatura** con terre ventilate e acqua pura data a "schiaffo" (cioè a spruzzo, manualmente).

A completamento del restauro sarà realizzata la **protezione** delle superfici più esposte al rischio di degrado. In pratica si procederà alla accurata pulizia della pietra e, successivamente, alla stesura (a pennello o con spruzzatore) di un consolidante impregnante idrorepellente protettivo organico (del tipo siliconico o a base di silossani oligomerici), che non formi alcun tipo di film, non alteri il colore e la traspirabilità normale del supporto.

### ***Sistema deumidificante delle murature***

L'umidità delle murature portanti (con un tasso di umidità relativa rilevata nel nostro caso intorno a valori del 90%) è dovuta ad uno specifico fenomeno fisico: l'acqua viene attratta verso l'alto dall'energia elettrostatica dei muri, non isolati inferiormente né nelle sue parti seminterrate. In condizioni normali le molecole dell'acqua contenute nel terreno hanno una carica elettrica positiva e vengono attratte dalla carica negativa delle murature, favorendone così l'infiltrazione.

Tra muro e terreno si crea una differenza di potenziale con valore elettrico misurabile in circa 200/330 mV. Le molecole d'acqua, a causa di questo impulso elettrico, si spostano sempre dal polo positivo (+), verso il polo negativo (-). Questa forza spinge l'acqua verso la parte alta del muro fino al livello in cui la forza di gravità diventa tale da contrastare la spinta elettrica verso l'alto (nel nostro caso arriva fino a circa 2 metri dalla quota del pavimento). Immediatamente sotto a questo livello neutro, le molecole d'acqua continuano comunque a spingere verso l'alto creando così un movimento d'acqua verso i lati del muro. Non potendo più risalire, l'acqua fuoriesce dal muro sotto forma di vapore. Abbiamo così un flusso continuo di molecole d'acqua che evapora in continuazione (aumento dell'umidità negli ambienti) trasportando con se e concentrando cristalli di sale provenienti dal terreno e dai materiali che compongono il muro.

Ormai da diversi decenni esistono e sono ampiamente utilizzati dei dispositivi capaci di invertire la polarità, per cui l'acqua si sposta di conseguenza verso il basso seguendo la via da dove è arrivata in origine e cioè i capillari dei materiali che costituiscono il muro stesso. Il risultato è che l'umidità sparisce gradualmente (nel nostro caso, si stima un tempo di 6-18 mesi per rientrare nei parametri limite del 30% di U.R.) e con essa tutte le conseguenze sgradevoli come la muffa e i muri che si sgretolano. Si tratta di un sistema di deumidificazione basato su principi elettro-fisici scoperti fin dal 1935

Il principio fisico sul quale è basato il funzionamento del dispositivo e che gli permette di funzionare e di deumidificare i muri e le pareti di ogni tipo di edificio contrastando il principio sopra descritto, è denominato "inversione di polarità". È una soluzione non invasiva e definitiva al problema dell'umidità di risalita capillare. Il dispositivo consiste in un semplice quadro comandi dotato di sportello, di piccole dimensioni (L.29\*H.24\* spess. 10 cm.), che viene installato all'interno dell'edificio da deumidificare e collegato ad una normale presa elettrica domestica (alimentazione 230 V 50 Hz, potenza di assorbimento 1,5 W). Una volta in funzione, l'apparecchio trasmette un campo elettrostatico alle murature (i vecchi sistemi usati fino a qualche anno fa richiedevano la posa di cavi elettrici ed elettrodi alle murature), invertendo la carica elettrica dell'acqua nelle parti dove avviene il contatto tra la muratura ed il terreno. In questo modo il flusso di corrente, che prima trasportava le molecole d'acqua verso l'alto nei muri, si inverte, trasportandole verso il basso con la conseguenza che il muro si asciuga progressivamente.

Il dispositivo previsto in progetto ha anche dimostrato ottime capacità di invertire la polarità dell'umidità "di spinta" proveniente dai terrapieni (nel nostro caso la parete retrostante la chiesa, interrata per circa 1-2 metri), per cui si attende un significativo miglioramento anche di questa fattispecie.

Un solo apparecchio, ubicato ad una quota superiore al livello raggiunto dall'umidità di risalita, asciuga un'area di 15 metri di raggio sferico; le radiazioni emesse non sono nocive per le forme viventi o le cose, in quanto si tratta di un campo elettrostatico di bassissima intensità, incapace di interferire con altre apparecchiature elettriche (telefoni, tv, microfoni ecc.) eventualmente presenti. Una volta posizionato, il dispositivo va avanti per anni senza nessun tipo di manutenzione o di sostituzione di componenti (è presente un fusibile a protezione di eventuali sbalzi di corrente).

Il regolare funzionamento del dispositivo viene segnalato dai due led luminosi, il rosso indica l'alimentazione, il verde indica l'emissione del campo elettrostatico. La ditta installatrice, inoltre, monitorerà semestralmente per due anni il tasso di umidità delle murature ed il funzionamento dell'apparecchiatura.

Legato al buon esito di questo intervento tecnologico, è la rimozione dei rivestimenti marmorei (zoccolatura) di tutte le pareti interne dell'aula e del presbiterio, e dei rivestimenti lignei delle pareti della sacrestia, realizzati in passato per occultare i danni apportati agli intonaci dall'umidità. La zoccolatura in marmo "Carrara" da 6 cm. fu eseguita nel 1967 a spese di una parrocchiana (come riportato in una lapide affissa vicino alla bussola di ingresso), mentre i rivestimenti lignei della sacrestia consistono in un brutto perlinato della stessa epoca. La loro rimozione e il rifacimento dei sottostanti intonaci è indispensabile per favorire la prosciugatura delle murature imbibite.

### ***Interventi sulle coperture***

Il manto di copertura (tegole in cotto) non garantisce la tenuta dalle infiltrazioni delle acque piovane, forse a causa della rottura di alcune tegole e della assenza (o malfunzionamento) della impermeabilizzazione sottostante. Il risultato è che gli intonaci affrescati delle volte della chiesa si stanno progressivamente distaccando e cadendo sui banchi.

Si prevede perciò lo **smontaggio del manto di tegole** dell'intera copertura, al fine di sostituire le tegole rotte, e riposizionare le altre, solo dopo che sarà messa in opera una **guaina bituminosa ardesiata** di impermeabilizzazione dei solai e dei risvolti dei cordoli.

Dopo la pulizia dei canali di gronda, se necessario saranno riprese le **impermeabilizzazioni dei canali di gronda** esistenti all'interno dei cornicioni con interventi di spalmatura di bitume a caldo, in maniera tale da evitare infiltrazioni d'acqua nelle parti in pietra.

Una volta realizzata la nuova impermeabilizzazione, saranno ricollocate le tegole esistenti (eventualmente con integrazione di quelle danneggiate).

### ***Interventi sugli intonaci***

Sono previsti alcuni interventi saltuari sugli **intonaci** esterni delle facciate (realizzati qualche decennio fa), ovvero quelli interessati da ammaloramenti dovuti a infiltrazioni dai bocchettoni dei canali di gronda, non perfettamente sigillati o dalla risalita capillare dell'umidità delle fondazioni. In questi casi si prevede la rimozione dell'intonacatura interessata dal fenomeno, il suo rifacimento con malte a base di calce.

Sarà inoltre effettuata una idropulizia di tutte le superfici esterne tinteggiate, al fine di rimuovere le pulvirulenze e poter così tinteggiare integralmente tutti le superfici intonacate (vecchie e nuove) delle facciate.

All'interno si prevede il rifacimento degli intonaci ora occultati dalle zoccolature, giungendo fino ad un'altezza di circa mezzo metro più in alto dei marmi. Saranno inoltre rifatti tutti quegli intonaci non decorati presenti al livello delle volte e degli sguinci delle finestre, che risultano totalmente compromessi dalle infiltrazioni di acqua proveniente dalle gronde e dal tetto.

Saranno infine risarcite le lacune provocate dai distacchi degli intonaci decorati delle volte (si tratta di pochi mq.), mediante la sola ricostruzione delle malte, senza interventi pittorici di reintegrazione (che saranno progettati e eseguiti in un successivo intervento). Nel contempo si procederà alla verifica dei distacchi eventualmente in atto negli intonaci dipinti delle volte e si procederà al loro consolidamento. Queste operazioni di messa in sicurezza e di arresto del degrado statico degli affreschi non prevedono il restauro dei dipinti, in quanto non finanziabile nel presente progetto. È però previsto che queste operazioni debbano essere condotte sotto la supervisione di un operatore BBCC qualificato OS2.