

COMUNE DI SANTO STEFANO DI ROGLIANO
PROV. DI COSENZA

PROGETTO PER I LAVORI DI RESTAURO E CONSOLIDAMENTO
DELLA FACCIATA IN PIETRA CALCARENITICA DEL
SANTUARIO DI SANTA LIBERATA V.M.



TAVOLA
N° 0

SCHEDA TECNICA

I TECNICI



DOTT. SSA VALENTINA
BISIGNANO

IL COMMITTENTE

**AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI
SANTO STEFANO DI ROGLIANO**

IL RESPONSABILE
DEL
PROCEDIMENTO

ING.
GUERINO VIZZA

DATA

30/04/2021

***Chiesa di Santa Liberata in Santo Stefano di Rogliano.
Lavori di restauro e consolidamento delle facciate in pietra calcarenitica del
Santuario di Santa Liberata V.M.***

SCHEDA TECNICA

(Art. 16 Decreto ministeriale 22 agosto 2017, n. 154
Art. 9-bis Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42
Art. 1 Legge 22 luglio 2014, n. 110)

Ingegnere Civile e Tecnico del Restauro di BB.CC.
(Art. 182 del Codice dei beni culturali e del paesaggio - D.lgs 42/2014)

Ing. Anselmo Filice

Anselmo Filice



Diagnosta e Tecnico del Restauro di BB.CC.
(Art. 182 del Codice dei beni culturali e del paesaggio - D.lgs 42/2014)

Dott. ssa Valentina Bisignano

Valentina Bisignano

Indice

1.	Cenni storici	5
1.1.	Inquadramento geografico.....	5
1.2.	Sintesi storica.....	6
1.3.	Storia di Santa Liberata.....	9
2.	Caratteristiche e tecniche di esecuzione.....	10
2.1.	Descrizione architettonica del Santuario di Santa Liberata	10
3.	Stato di Conservazione	14
3.1.	Campionatura della facciata del Santuario di Santa Liberata	14
3.2.	Descrizione macroscopica dei campioni.....	21
3.3.	Rilievo delle forme di degrado	23
4.	RISULTATI E DISCUSSIONE DEI DATI D'INDAGINE.....	26
4.1.	Premessa	26
4.2.	Indagini geochimiche e minero - petrografche	27
4.2.1.	Risultati della Spettrometria di fluorescenza a raggi x.....	27
4.2.2.	Risultati della Perdita per calcinazione.....	28
4.2.3.	Risultati della Diffrattometria a raggi x	28
4.2.4.	Risultati della Microscopia ottica	31
4.3.	Conclusioni	34
4.4.	Provenienza dei materiali.....	35
5.	Modifiche precedenti interventi	37
6.	Interventi proposti e metodologie di applicazione	38
6.1.	Pulizia.....	38
6.1.1.	Introduzione	38
6.1.2.	Preparazione del supporto	38
6.1.3.	Esecuzione della pulizia	38
6.1.3.1.	Impiego di spray a bassa pressione	39
6.1.3.2.	Sabbiatura controllata e microsabbiatura.....	39
6.1.3.3.	Pulitura chimica	39
6.1.3.4.	Pulitore a base di carbonato di ammonio per materiali lapidei molto delicati.....	40
6.1.3.5.	Pulitura meccanica	40
6.1.3.6.	Biocida	40
6.2.	Consolidamento e Protezione	41
6.2.1.	Introduzione	41
6.2.2.	Preparazione del supporto	42

6.2.3.	Esecuzione del consolidamento	43
6.2.3.1.	Consolidante protettivo a base di copolimeri silossanici acrilati in solvente.....	43
6.3.	Bibliografia.....	44

1.2. Sintesi storica

Non esistono documenti che attestino l'esatta data di fondazione di S. Stefano di Rogliano. Le origini di Santo Stefano risalgono a tempi remoti sebbene nessuna ipotesi sia suffragata da ritrovamenti archeologici per via dei numerosi terremoti verificatisi nell'arco dei secoli nella Valle del Savuto. Non è da escludere tuttavia una presenza di aggregati umani già in età antica. Una delle ipotesi più valide è quella avanzata dal letterato Vincenzo Padula, che, nella "Protogea", colloca in questi luoghi la città brezia di Hetriculum, ricordata da Livio. Riflessioni sui mutamenti fonetici, che dal latino Hetriculum portano al greco Stefano V, inducono il Padula a dare anche una giustificazione dell'attuale toponimo. L'unica traccia che lascia pensare che Santo Stefano sia stato sede di insediamenti abitativi è il rinvenimento, fra il 1912 e il 1913, di un tesoro di monete d'argento magnogreche del VI-III sec. a.C. (Figura 3), costituito da 300 pezzi, di cui solo 19, di tipo incuso e appartenenti alle colonie greche di Poseidonia, Metaponto, Sybaris, Kroton, Kaulonia, sono tuttora esposte al Museo Archeologico di Reggio Calabria



Figura 3: Monete magnogreche (Archivio privato R. Perri).

Chiaramente i reperti archeologici non consentono di formulare l'ipotesi che nel luogo ove sorge attualmente S. Stefano sorgesse una città già in età magnogreca o romana. Ma la sua vicinanza con Rogliano e con la stessa via Popilia, insieme al fatto che nel corso dei secoli i numerosi terremoti alterarono profondamente la stessa geografia dei centri abitati oltre che la morfologia del territorio, consentono di affermare con relativa certezza che in quell'area la persistenza di consessi di uomini e donne dovette essere quanto meno anteriore al Medioevo. L'analisi attenta del portale della Chiesa Matrice mostra che nella sua costruzione sono stati utilizzati fregi appartenuti con ogni probabilità ad un tempio pagano che doveva essere vicino o sottostante la chiesa stessa. In base a fonti certe si può affermare che un nucleo abitativo esista, come rione di Mangone, già all'epoca della formazione dei casali di Cosenza, quando i superstiti cosentini abbandonano la città a seguito dell'invasione saracena, nell'arco di tempo che va dall'anno 975 all'anno 986. Al di là delle ipotesi, notizie frammentarie si hanno nel XII secolo. Infatti S. Stefano viene citato in alcune fonti storiche quando, nel 1188, Ruggero Parisio, feudatario di Figline e S. Stefano, partecipa alle crociate con Guglielmo il Buono.

Una data cruciale per la storia di Santo Stefano è il 1638, anno in cui un tremendo terremoto lo rade al suolo, provocando la morte di oltre 200 persone. L'attuale centro storico viene costruito in quegli anni sui resti del vecchio centro abitativo, che risulta dislocato lungo un arco ai piedi del Monte Tirone. Nella seconda metà del XVII secolo, inoltre, Santo Stefano viene colpito dalla peste, che provoca una ulteriore decimazione della popolazione. Per tale calamità ai santostefanesi viene attribuito l'appellativo di "pestosi". Da questo momento e fino al XVII secolo non esistono notizie storiche attendibili. Nel 1806, a seguito della

riforma amministrativa attuata dai Francesi, Santo Stefano, frazione di Mangone, viene compreso nel territorio di Pietrafitta, e solo nel 1811 il Ministero dell'Interno, nell'apportare le necessarie modifiche alla circoscrizione amministrativa, trasferisce Mangone, e quindi Santo Stefano, nel circondario di Rogliano. In tale anno gli abitanti sono 738. Al fine di documentare quanto appena detto si riporta un documento del 1827 in cui è scritto che Santo Stefano è rione di Mangone (Figura 4). Nel 1833 Santo Stefano ottiene l'indipendenza da Mangone, diventando comune autonomo.

CENSIMENTO delle Chiese fatte nel Regno del Contado della Provincia di Calabria Citra

DISTRETTO	COMUNE	Denominazione delle Chiese	Natura della stessa: se è o no Parrocchia, se è centrale, Numeraria ec.	A chi appartiene; cioè al Comune, alle Beneficenze, alla Parrocchia, qualche privata ec.	Se attaccata a qualche fabbrica	A qual uso è adibita la fabbrica	In quale stato si trova	Se sia aperta al Culto	Chi ne ha la cura	Quanto distanzia intercede tra la Chiesa, e l'altare	Altre osservazioni.
	Mangone	San. Spirito	Parrocchia	Al Comune							
		S. Maria	Chiesa	Al Comune							
		S. Maria	Chiesa	Al Comune							

Rogliano, 15 Gennaio 1827.
[Signature]
[Signature]

Figura 4: Documento del 1827 (Archivio privato R.Perri).

Un'altra catastrofe sismica, del 12 febbraio 1854, provoca ingenti danni al paese, soprattutto nel quartiere compreso tra Piazza S. Maria e Gravata, dove i palazzi di proprietà delle famiglie Mazzei, Mascaro e Mauro vengono parzialmente distrutti. Non si registrano, comunque, vittime tra le macerie ma soltanto feriti. Durante il periodo risorgimentale, tra i molti santostefanesi che partecipano ai moti insurrezionali, sono da annoverare i fratelli Giuseppe e Rodolfo Mazzei. Il primo nasce a S. Stefano nell'ottobre del 1808 dai coniugi Raffele e Teresa Nicoletti. Il 28 giugno 1848, durante l'insurrezione delle masse calabresi contro l'esercito borbonico, al comando della Compagnia dei Cosentini, muore nella battaglia detta dell'Angitola, in località Scammaci, nel comune di Curinga (CZ) (Figura 5)



Figura 5: Giuseppe Mazzei (1808-1848).

Rodolfo Mazzei nasce l'8 aprile 1819 a S. Stefano. In qualità di vicecomandante della compagnia dei Roglianesi, partecipa alle sommosse nelle località di Paola, Spezzano Albanese, Cassano e Castrovillari.

Sedata l'insurrezione da parte borbonica, viene arrestato e portato nelle carceri del castello di Cosenza, dove muore il 24 giugno 1851 (Figura 6).



Figura 6: Rodolfo Mazzei (1819-1851).

Santo Stefano durante il periodo fascista, fu nuovamente aggregato a Rogliano insieme a Marzi, Mangone e Parenti (1928). Riacquistò l'autonomia amministrativa nel 1937. Fra le personalità del 1860 si annovera Raffaele Mazzei, figlio di Giuseppe, che, insieme a Donato Morelli, partecipa ai moti rivoluzionari. Raffaele Mazzei nacque nel 1833 da Giuseppe e Vincenza Vecchi, conseguì la laurea in Lettere e Filosofia nel 1854 e in Giurisprudenza nel 1855. Partecipò attivamente, dal 1856 al 1860, insieme a Donato Morelli, alla preparazione dei moti rivoluzionari che, con l'arrivo di Garibaldi, si conclusero col raggiungimento dell'unità d'Italia. Fu giudice al Tribunale circondariale di Monteleone (attuale Vibo Valentia). Morì nel 1863 a Cosenza. Altri personaggi degni di nota sono Vincenzo De Simone, nato nel 1760, unico notaio del paese, rogò dal 1784 al 1805 e morì a Santo Stefano il 1870. Giuseppe Gerace, nato nel 1894, svolse la sua opera di educatore come ordinario di latino e greco nel liceo "Genovesi" di Napoli. Grecista, uomo di vasta cultura, amò i giovani e li educò al culto dei più nobili ideali. Conobbe gli orrori della guerra da ufficiale nelle trincee del Carso, dove si distinse per atti di valore. Si iscrisse nel 1921 al partito socialista, al quale rimase legato anche durante il ventennio fascista. Per tutta la sua vita lottò per il riscatto della sua amata S. Stefano, riuscendo a dare coscienza e dignità alla sua gente, aiutando e seguendo i giovani nella fatica degli studi e rendendo il suo piccolo paese modello di civiltà e democrazia. Morì a Napoli il 1968. Gaetano Greco, nato nel 1881, maestro, poi ispettore scolastico a Napoli, spese tutte le sue energie per sanare a S. Stefano e nel circondario la piaga dell'analfabetismo, proseguendo l'opera avviata dal padre Francesco. Uomo di cultura, pedagogo, s'interessò di filosofia, storia, letteratura e astronomia. Insieme alla moglie Eugenia Nigro, mise a punto un efficace metodo di insegnamento per sordomuti. Lottò contro le ingiustizie sociali e, nel periodo fascista, fu perseguitato. Morì a S. Stefano il 1959.

In occasione del primo censimento generale della popolazione del Regno d'Italia, riferito al 31 dicembre 1861, al nome viene aggiunto "di Rogliano"; tale toponimo è tuttora vigente. La storia di Santo Stefano è segnata ancora da importanti eventi sismici, quello del 4 ottobre 1870 e quello del 1905.

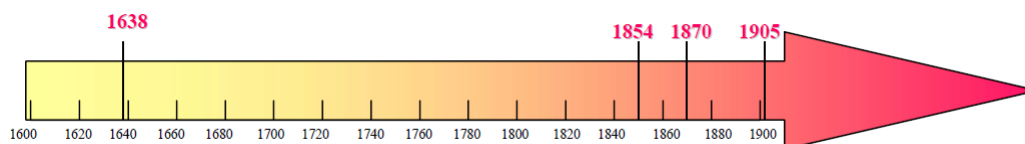


Figura 7: Linea del tempo degli eventi sismici.

Durante il periodo del governo fascista, più precisamente nel 1928, il paese, insieme a Marzi, Mangone e Parenti, viene aggregato a quello di Rogliano; riacquista l'autonomia amministrativa nel 1937.

Un cenno a parte merita il fenomeno dell'emigrazione. Santo Stefano, come tutti i comuni del Savuto, offre un'alta percentuale della sua forza lavoro. L'emigrazione rappresenta certamente una frattura familiare ma anche una necessità inderogabile di fronte ad una realtà che non offriva alternative. Il flusso migratorio si dirige verso Stati Uniti, Canada, Argentina, Brasile, e, in epoche successive, in Svizzera, Francia, Belgio e

Germania. Si continua ad emigrare da Santo Stefano fino alla Guerra Mondiale. Con le rimesse si ottiene un sollievo economico che stimola lo sviluppo sociale e culturale del paese. Dopo il fascismo si riapre il fenomeno migratorio: contadini ed operai partono in massa per le Americhe.

Secondo quanto riportato dal letterato Vincenzo Padula l'abito tipico delle donne santostefanesi era formato da una gonna a pieghe (blu o color caffè), bordata con una striscia di panno rosso, sulla quale si indossava una camicia chiara. Sopra quest'ultima c'erano un corpetto chiuso sul davanti con laccetti e una casacca con merletti. La cintura era colorata e le calze erano rigate di blu. I capelli venivano acconciati sulla nuca con tre scriminature.

1.3. Storia di Santa Liberata

Secondo la tradizione più accreditata e gli studi più recenti Santa Liberata è una martire cristiana, nata, vissuta e morta al tempo dell'Impero Romano nella Francia meridionale, in Aquitania, nella regione compresa fra la catena dei Pirenei e il basso corso dei fiumi Lot, Garonna e Dordogna, dunque nel territorio che corrisponde oggi al dipartimento di Lot e Garone, la cui capitale è la città di Agen. Figlia di un alto funzionario notevole pagano Lucio Catelio Severo, già console di Roma e governatore del nord-est della penisola Iberica nell'anno 122. La madre Calsia partorì nove gemelle. Le battezzò con i nomi di Ginevra, Vittoria, Eufemia, Germana, Marina, Marciana, Basilisa, Quiteria e Liberata. Piena di pudore nel vedere un parto così numeroso, decise di annegarle nel mare, dando incarico di ciò alla levatrice che, in quanto cristiana non obbedì. Più tardi, dopo numerose peripezie, morirono tutte martiri sotto la persecuzione dell'imperatore Adriano. Liberata fu iniziata alla religione cristiana dalla nutrice, e all'età di 14 anni circa, diede testimonianza a Cristo rifiutando di adorare gli idoli pagani, e per non rinnegare la propria fede, venne uccisa di spada sulle sponde del fiume Lot dai soldati romani inviati da suo padre. In ottemperanza alle disposizioni di Papa Felice I, con il suo corpo venne consacrata la Chiesa di Saint Martin de Montmart posta nei pressi del presunto luogo del suo martirio.

Lungo la volta della navata principale del Santuario di Santa Liberata a S. Stefano di Rogliano, sono presenti dei quadri di recente fattura che raffigurano la vita della Santa. Le tele sono opera dell'artista locale Lupi.



*Nascita di
S.Liberata e delle
otto sorelle gemelle
(XIXsec.)*



*Ripudio di
S.Liberata (XIXsec.)*



*Santa Liberata
con le sorelle
(XIXsec.)*



*Martirio di Santa
Liberata
(XIXsec.)*

Figura 8: Quadri raffiguranti la vita della Santa.

Come Vergine e Martire fu venerata dapprima nella piccola città che porta il suo nome: S. Livrade sur Lot [6]. In questo paese all'epoca di Carlo Magno i resti della Santa furono trasferiti in una nuova grande chiesa a lei dedicata, e dopo il 1100, i monaci benedettini cluniacensi, guidati da don Bernardo da Agèn, poterono metà dei resti della Santa al di là dei Pirenei, nel cuore della Spagna, per contribuire alla ricostruzione della diocesi della città di Sigüenza. Qui costruirono un grande convento intitolato alla Santa.

Nella cattedrale della città, di cui Santa Liberata fu patrona per otto secoli, fu costruito nel XVI secolo un sontuoso altare a lei dedicato in stile rinascimentale plateresco, che contiene un'arca di pietra con l'urna delle reliquie e un dipinto manieristico - raffaellesco della Santa con la palma del martirio. Le sue reliquie, per varie ragioni, furono disperse in varie città della Francia, del Portogallo e della Spagna, ma, in gran parte

(mezzo scheletro circa), si trovano nella cattedrale della città spagnola di Sigüenza (anticamente chiamata Siguntum o Seguntum). A partire dal XVI secolo il culto di Santa Liberata, legandosi alla leggenda secondo la quale Santa Liberata era nata in Spagna o in Portogallo, era stata partorita insieme ad altre otto gemelle ed era morta in croce e non di spada, si diffuse in Spagna, in Portogallo e malgrado la confusione e le contraddizioni, anche in America del Sud. Si può ipotizzare che sia giunto nel territorio di Santo Stefano per effetto della presenza spagnola nel territorio dell'Italia Meridionale.

2. CARATTERISTICHE E TECNICHE DI ESECUZIONE

2.1. Descrizione architettonica del Santuario di Santa Liberata

Il Santuario di Santa Liberata è ubicato in posizione isolata rispetto al centro abitato di S.Stefano di Rogliano, sulla sommità del Monte Tirone, dove la tradizione popolare vuole sia stata rinvenuta una reliquia della Santa, l'osso del braccio sinistro. La particolare posizione isolata rispetto al centro abitato è una caratteristica comune agli altri Santuari presenti nel territorio calabrese dedicati a Santa Liberata. A seguito del ritrovamento, inizialmente in questo posto venne edificata una cappella di campagna e, successivamente, una piccola chiesa. Solo nel 1904, essendo la chiesetta diventata inagibile al culto a causa di cedimenti strutturali, viene costruito l'attuale Santuario con l'aiuto di tutto il popolo.



Figura 9: Veduta aerea del Santuario.

La Chiesa è orientata ad est - ovest secondo i canoni religiosi che vogliono la zona absidale generalmente disposta ad oriente. L'antica tradizione prevedeva che il celebrante e la comunità in preghiera si volgessero versus orientem, punto da cui proviene la luce, che è il Cristo. Non sono rare le chiese antiche la cui costruzione è "orientata" in maniera tale che il prete e il popolo, nel corso della preghiera pubblica, si volgessero versus orientem. Sia nella preghiera in privato che nella preghiera liturgica i cristiani si voltavano non verso la Gerusalemme terrena, ma verso la nuova Gerusalemme celeste; credevano fermamente che, quando il Signore fosse tornato nella gloria per giudicare il mondo, avrebbe radunato i suoi eletti per formare questa città celeste. Il sole nascente era considerato l'espressione appropriata di questa speranza escatologica.

Fonti letterarie molto antiche, quali il Pastore di Erma e gli Atti di Paolo, attestano che « [...] l'uso cristiano di pregare rivolti a Oriente risale almeno al principio del II secolo» e continuano ad attestarlo Tertulliano (160-220), San Clemente Alessandrino (150-215) e Origene (185-254), come pure due testi siriaci contenenti prescrizioni rituali del secolo IV. San Giovanni Damasceno (675-750) fornisce un esauriente elenco dei motivi alla base dell'orientamento e San Tommaso D'Aquino (1225 ca.-1274) spiega

perché «adorare guardando verso Oriente è appropriato», mostrando chiaramente « [...] il fondamento escatologico della direzione della preghiera verso Oriente, così rilevante nei documenti della Chiesa degli albori» Si può ritenere che in presenza di certe difficoltà dovute allo spazio, alla topografia del luogo o ad altro, l'abside rappresentasse idealmente l'oriente.

Oggi, l'espressione versus orientem equivale spesso a versus absidem, e quando si parla di versus populum non ci si riferisce all'occidente, bensì alla comunità presente.



Figura 10: Prospetto facciata (ortofoto).

La chiesa ha una monumentale facciata, interamente rivestita in pietra calcarenitica, ed è delimitata alle estremità da due campanili a pianta quadrata che accolgono, nella parte superiore una bifora per ogni lato (*Figura 10*). Quattro lesene giganti di ordine ionico inquadrano la parte centrale della facciata in senso verticale, mentre una ricca cornice marcapiano in pietra la divide in senso orizzontale. Un rosone in pietra polilobato (*Figura 12*) è posto nella parte alta della facciata, in corrispondenza dell'ingresso principale, altri due, di dimensioni minori, sono in corrispondenza delle navate laterali. L'ingresso alla navata principale e quelli alle navate laterali sono distinti da portali in pietra riccamente decorati.



Figura 11: Prospetto campanile (ortofoto).



Figura 12: Rosone centrale (ortofoto).

La parte inferiore presenta un portale lavorato e due nicchie al di sotto delle quali trovano posto due iscrizioni lapidee su marmo. "Il modesto sacello dedicato a S.Liberata V. e M.nel MDC venne sempre dai rubesti tremuoti rispettato" e "Virtù di popolo volle concordia mirabile con fede prodigiosa sull'antica cappella decoroso tempio riedificare il MCMIV" (Figura 13 e Figura 14).

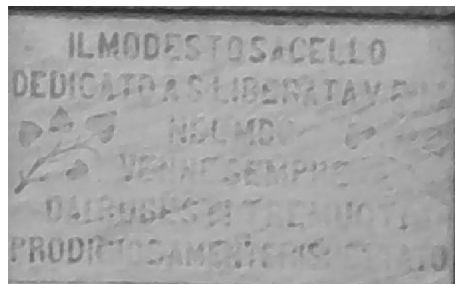


Figura 13: Iscrizione sinistra.



Figura 14: Iscrizione destra.

La pianta dell'edificio è di tipo basilicale a tre navate, di cui le laterali più basse rispetto alla principale. L'interno è stato adeguato al gusto barocco attraverso l'uso di gessi, stucchi ed, in alcuni punti, anche della doratura. La navata centrale è coperta da una volta a botte su cui si aprono delle voltine ad unghia in prossimità delle finestre rettangolari alte. Lungo la volta è raffigurata su quadri di recente fattura (XIX sec.) la vita leggendaria della Santa e su di essa campeggia l'invito evangelico " QUI VULT VENIRE POST ME ABNEGET SEMETIPSUM ET TOLLAT CRUCEM SUAM ET SEQUATUR ME " (Figura 15).



Figura 15: Iscrizione su volta.

Prospiciente la zona absidale è posta la statua della Santa, scultura in legno risalente al XVIII secolo, di sembianze spagnolesche. Nelle navi laterali, collegate alla principale mediante arcate giganti a tutto sesto impostate su imponenti pilastrature di ordine composito, trovano posto degli altari con tele di Santi, tre per lato, che definiscono una sorta di cappelle coperte da volte a crociera.

Sull'ingresso principale è ubicata invece la cantoria, simmetricamente opposta al presbiterio. Nel Santuario è custodito un prezioso reliquario d'argento in stile ambrosiano, fatto realizzare nel dal parroco Don Battista Nigro a devozione di N.P. e A. Le Pera, che racchiude la parte inferiore dell'omero sinistro della Santa. A tal proposito si riporta il documento rilasciato dall'Arcivescovo di Cosenza, Roberto Nogara, il 27 Febbraio 1936 in occasione di una visita pastorale [4]. Sul reliquario è stato apposto il sigillo da Monsignor Giuseppe Agostino, Arcivescovo Metropolitano di Cosenza Bisignano, in occasione della ricognizione canonica diocesana del 2004. Si trovano poi raccolti nel santuario gli ex-voto dei fedeli, costituiti da oggetti in oro e da un dipinto del 1861. In occasione del Centenario parte dell'oro è stato rifuso per realizzare l'aureola della Santa. Il Santuario, tale per effetto della devozione popolare è stato sede Giubilare nell'Arcidiocesi Cosenza - Bisignano nell'Anno Santo 2000. Dal piazzale antistante la Chiesa (*Figura 16*), realizzato nel 2004 in occasione dei festeggiamenti per il primo Centenario, si possono osservare i rioni del paese, la chiesa Matrice e la chiesa della Madonna del Soccorso. Si può ammirare inoltre un ampio panorama, che consente allo sguardo di spaziare dalla valle del fiume Savuto a quella del fiume Crati. A partire da sud-est si scorgono il paese di Rogliano, il Monte Reventino, il caseggiato regolare di Martirano Lombardo, con alle spalle il Monte Mancuso, la parte alta di Altilia e Belsito; di fronte si staglia la catena dell'Appennino tirrenico. Proseguendo si vedono la frazione di Valleggiannò, Piano Lago con la sua area industriale e Paterno Calabro con al centro il Convento e il Santuario di S. Francesco di Paola; verso nord, in direzione di Cosenza, lungo la Valle del Crati, si intravede la catena del Pollino e, in prossimità del Santuario, il paese di Mangone, dove spicca la Chiesa di San Giovanni Evangelista.

I lavori sul sagrato antistante la facciata principale del Santuario sono consistiti nella realizzazione di una gradinata e nella realizzazione della pavimentazione sulla stessa area.



Figura 16: Piazzale antistante il Santuario.

I festeggiamenti religiosi in onore della Santa, preceduti da un solenne novenario, si celebrano la terza domenica del mese di settembre. La notte che precede la festa, la statua è vegliata in Chiesa da una moltitudine di fedeli provenienti da tutto il circondario, nel rispetto di una tradizione che si perde nel tempo.

Il giorno della festa, il simulacro e la reliquia sono portati in processione per le strade del paese. In tale occasione si rinnovano puntualmente anche numerose tradizioni popolari, tra le quali si ricordano il lancio di palloni aerostatici confezionati artigianalmente e le sonate eseguite da zampognari dall'alba fino a sera.

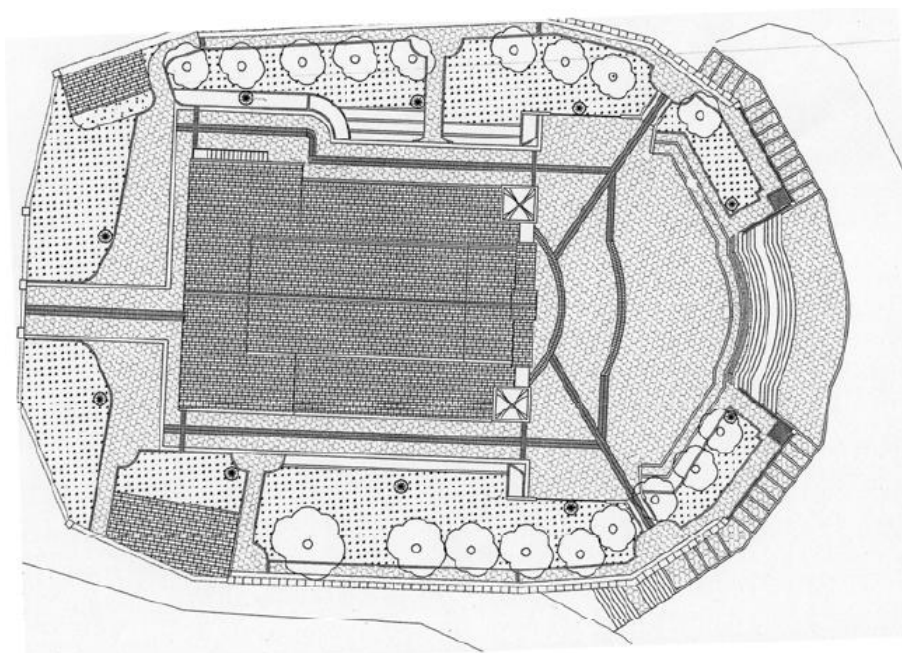


Figura 17: Pianta Santuario e piazzale (Ufficio Tecnico del Comune di S. Stefano di Rogliano).

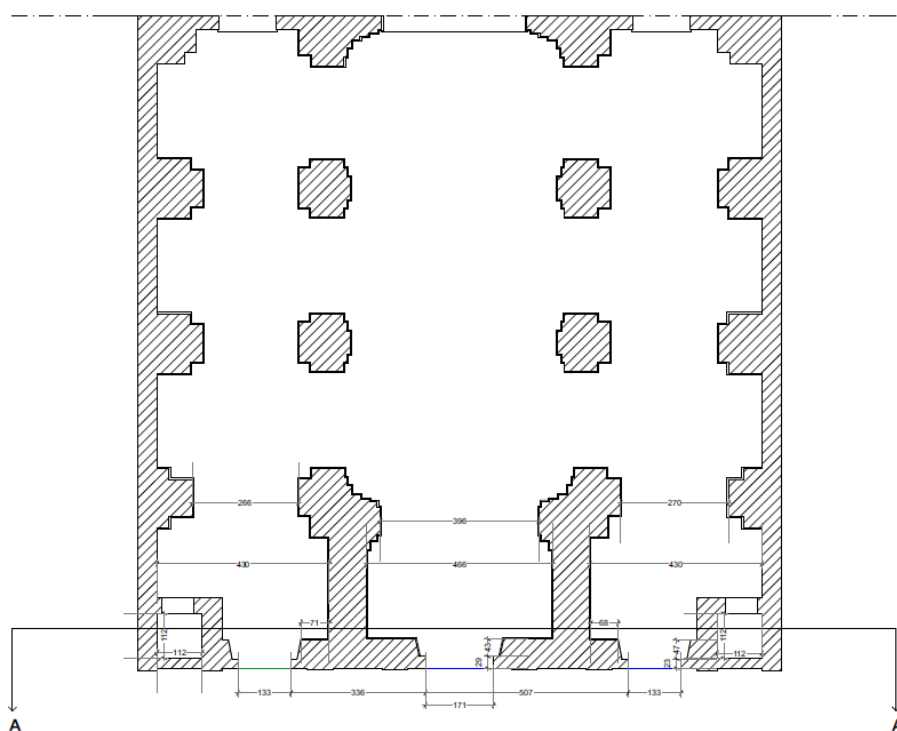


Figura 18: Pianta.

3. STATO DI CONSERVAZIONE

3.1. Campionatura della facciata del Santuario di Santa Liberata

La campionatura rappresenta la prima fase operativa di un progetto diagnostico, indispensabile per l'elaborazione della Scheda Tecnica (DM 154/2017). E' una fase necessaria, attraverso la quale è possibile prelevare parti rappresentative del manufatto per poter, successivamente, eseguire le analisi in laboratorio.

Anche i criteri o le metodologie connesse al prelevamento di campioni da un manufatto di materiale lapideo sono stati unificati e normalizzati. Il prelievo dei campioni viene effettuato infatti seguendo le

indicazioni delle Raccomandazioni NORMAL 2/80 e 3/80 che trattano il tema del prelievo dei campioni dei materiali lapidei. Il campione prelevato deve essere rappresentativo, vale a dire, deve riassumere in se le problematiche relative ad una zona omogenea; la sua composizione, quindi, deve rispecchiare completamente quella dell'insieme da cui è stata estratta. La tecnica di campionatura più appropriata e la dimensione del campione sono state scelte, non solo in base al materiale e allo stato di conservazione, ma anche al tipo e al numero di indagini che devono essere effettuate sul campione.

Nel campionamento si è tenuto conto di danneggiare il meno possibile il manufatto, e si è cercato di sfruttare la morfologia del degrado per l'asportazione, meno violenta possibile, dei campioni (croste già sollevate, materiale già fessurato e in via di distacco, ecc.).

Particolare cura è stata posta nel prelevamento dei campioni biologici che, oltre a venire effettuato sterilmente, necessita spesso di appositi strumenti campionatori, contenitori sterili, e di adeguate manipolazioni (ad es. per la conservazione e il trasporto sino ai laboratori specializzati). L'analisi è avvenuta il più sollecitamente possibile, per ridurre al minimo le variazioni che il campione può subire a causa delle mutate condizioni di conservazione.

In questo lavoro il prelevamento di campioni ha riguardato la facciata del Santuario di Santa Liberata di Santo Stefano di Rogliano (CS). I campioni sono stati siglati e numerati con un numero progressivo rappresentativo dell'ordine di prelievo. Onde evitare il danneggiamento ulteriore del manufatto il prelevamento ha riguardato porzioni di materiale decoeso e fratturato ma ugualmente rappresentativo della petrografia presente.

Di seguito sono riportati i particolari delle diverse fasi di campionamento.

✓ **Prelievo FAC1**



Figura 19: Particolare della facciata in cui è stato localizzato il campione FAC1 da prelevare.



Figura 20: Momento del prelievo del campione FAC1.

✓ **Prelievo FAC2**



Figura 21: Particolare della facciata in cui è stato localizzato il campione FAC2 da prelevare.



Figura 22: Momento del prelievo del campione FAC2.

✓ **Prelievo FAC3**



Figura 23: Particolare della facciata in cui è stato localizzato il campione FAC3 da prelevare.

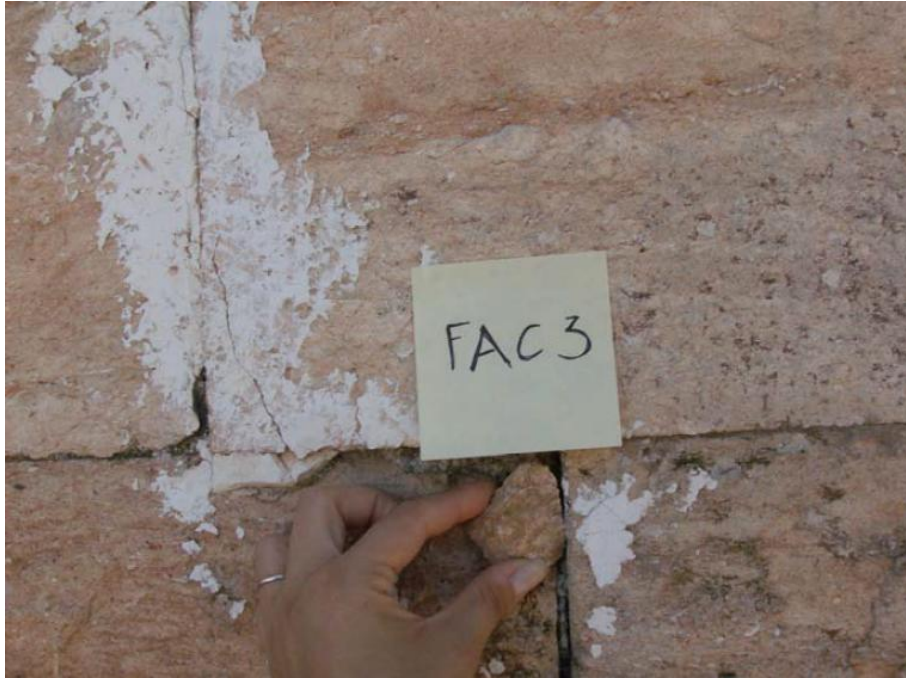


Figura 24: Momento del prelievo del campione FAC3.

✓ **Prelievo FAC4**



Figura 25: Particolare della facciata in cui è stato localizzato il campione FAC4 da prelevare.



Figura 26: Localizzazione del campione FAC4.

✓ **Prelievo FAC5**



Figura 27: Particolare della facciata in cui è stato localizzato il campione FAC5 da prelevare.

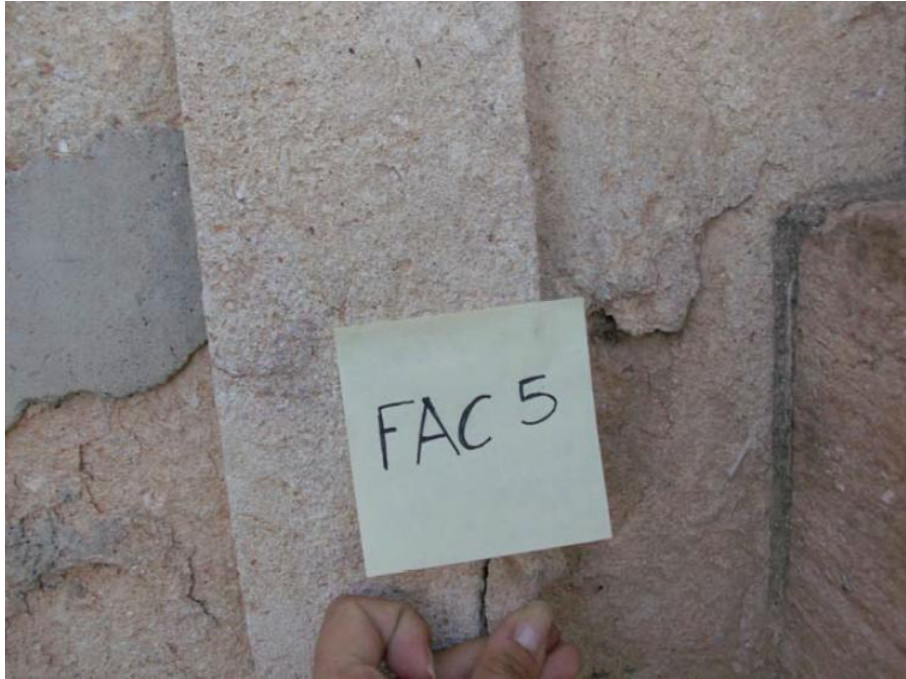


Figura 28: Momento del prelievo del campione FAC5.

L'esatta collocazione dei punti campionati sulla facciata del Santuario sono riportati sul prospetto di Figura 29.

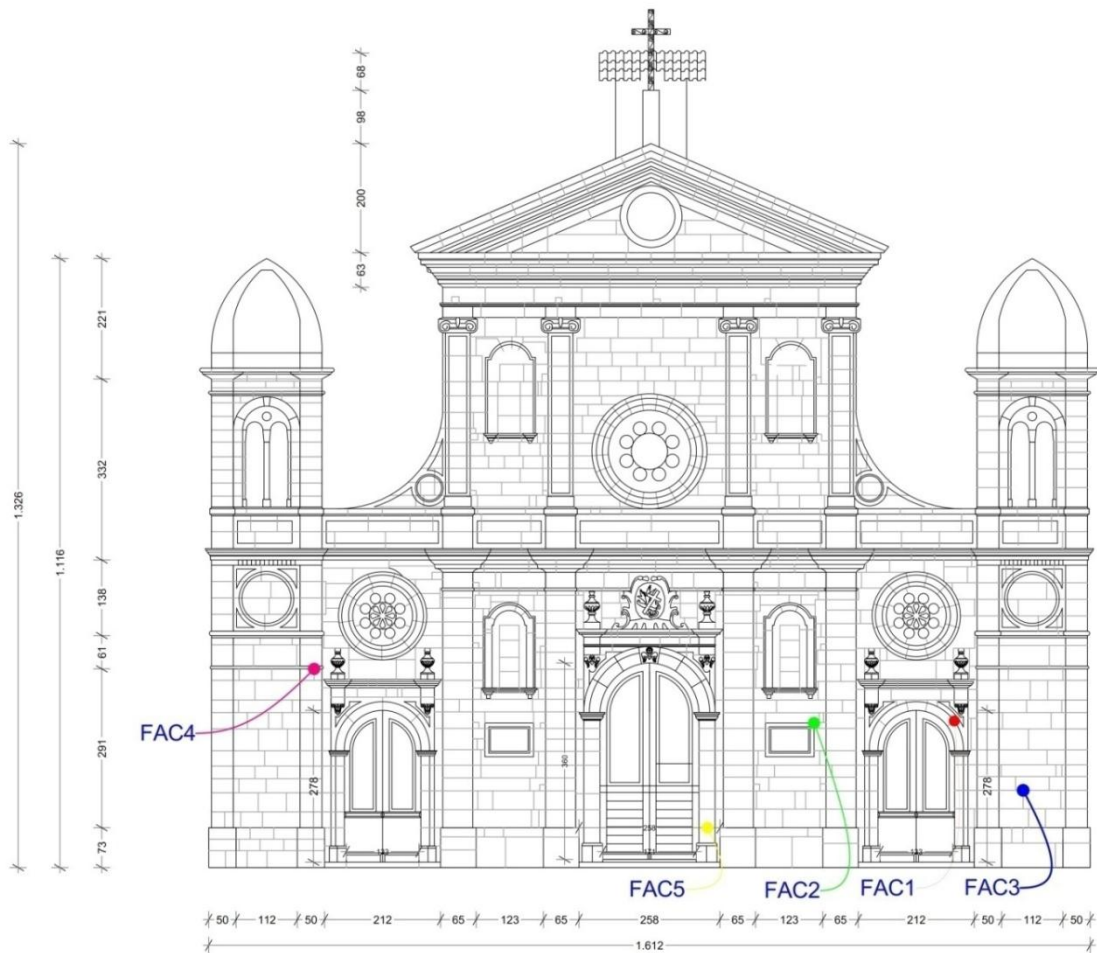


Figura 29: Prospetto facciata con localizzazione dei punti campione.

3.2. Descrizione macroscopica dei campioni

La tipologia del materiale lapideo campionato è uguale per tutti i campioni prelevati vista l'omogeneità materica della facciata. Questa infatti è realizzata con blocchi macroscopicamente uguali di calcarenite.

FAC1

Campione prelevato sull'arcata del portale corrispondente alla navata laterale destra. Sono visibili ad occhio nudo frammenti di bioclasti. Il campione presenta una grana di tipo arenitico.



Figura 30: Colore d'insieme: Rossiccio omogeneo; Coesione: Friabile.

FAC2

Campione prelevato sulla cornice della lapide marmorea posta sul lato destro del portale d'ingresso. Sono visibili frammenti di bioclasti, inoltre la grana è di tipo arenitico.

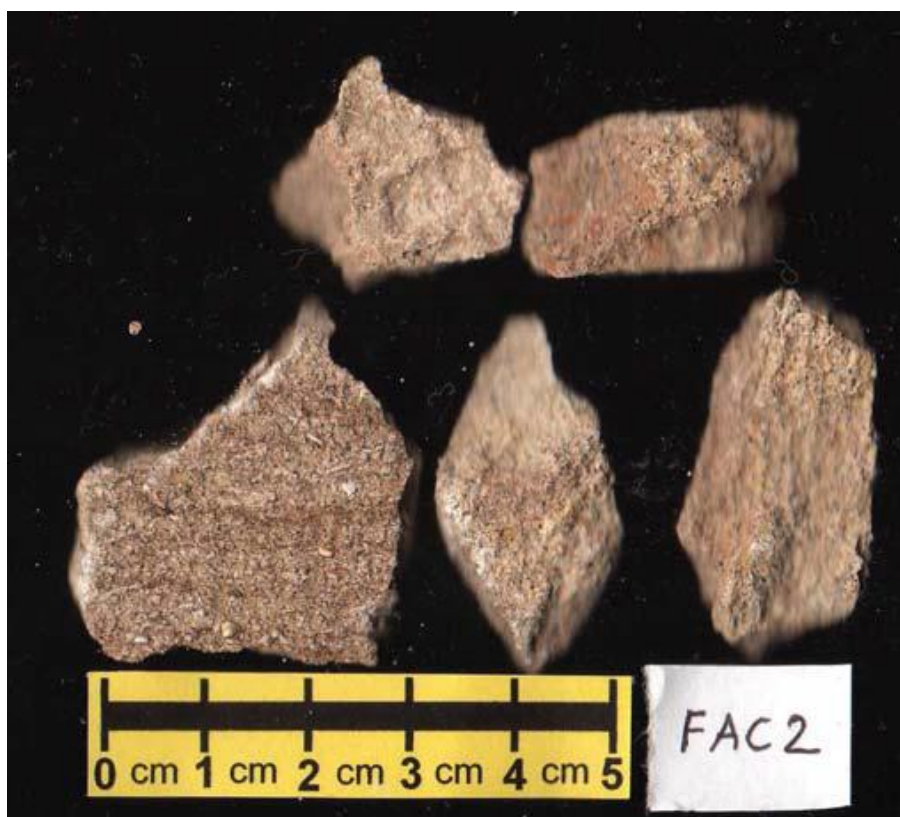


Figura 31: Colore d'insieme: Rossiccio omogeneo; Coesione: Compatto.

FAC3

Campione prelevato dallo spigolo di un blocco in basso a destra del portale corrispondente alla navata laterale destra. si evidenziano frammenti di bioclasti e grana di tipo arenitico.

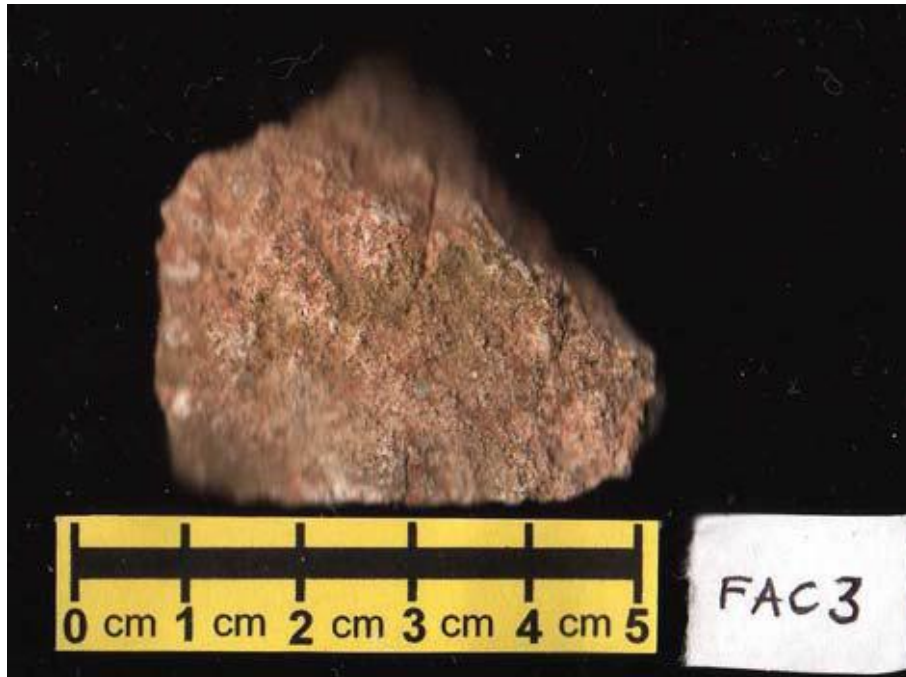


Figura 32: Colore d'insieme: Rossiccio omogeneo; Coesione: Compatto.

FAC4

Campione prelevato dallo spigolo di un blocco in basso a destra del portale corrispondente alla navata laterale destra. si evidenziano frammenti di bioclasti e grana di tipo arenitico.

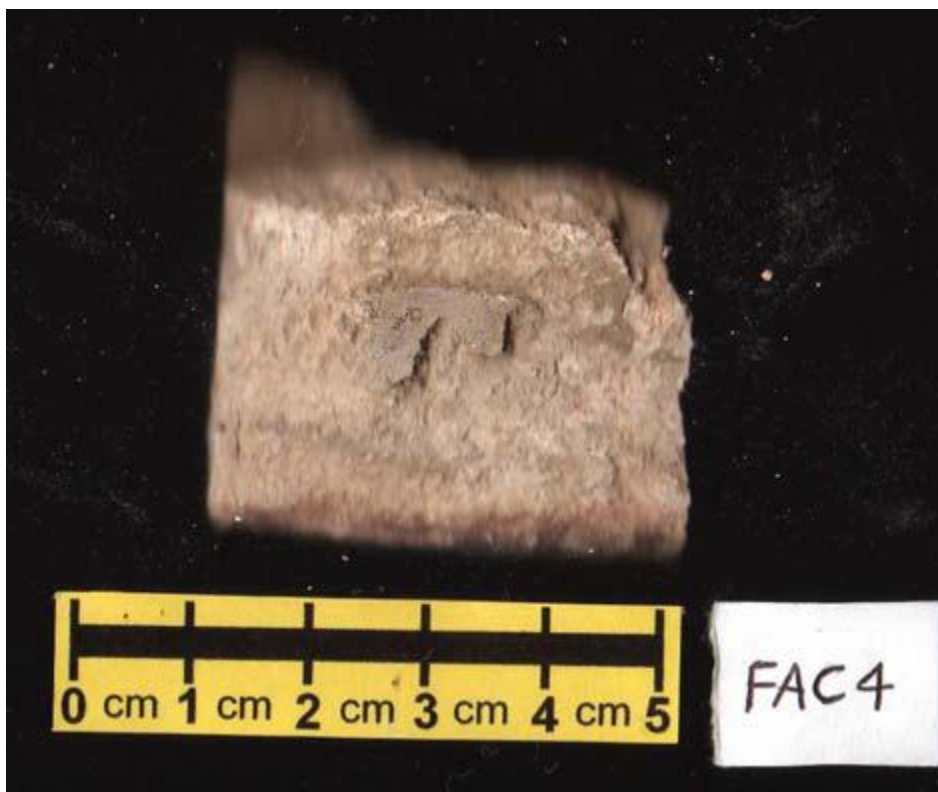


Figura 33: Colore d'insieme: Rossiccio omogeneo; Coesione: Compatto.

FAC5

Campione prelevato alla base dell'arcata centrale, sullo spigolo a destra del portale d'ingresso. Sono visibili anche su questo campione frammenti di bioclasti. Ancora una volta si riscontra una grana di tipo arenitico.

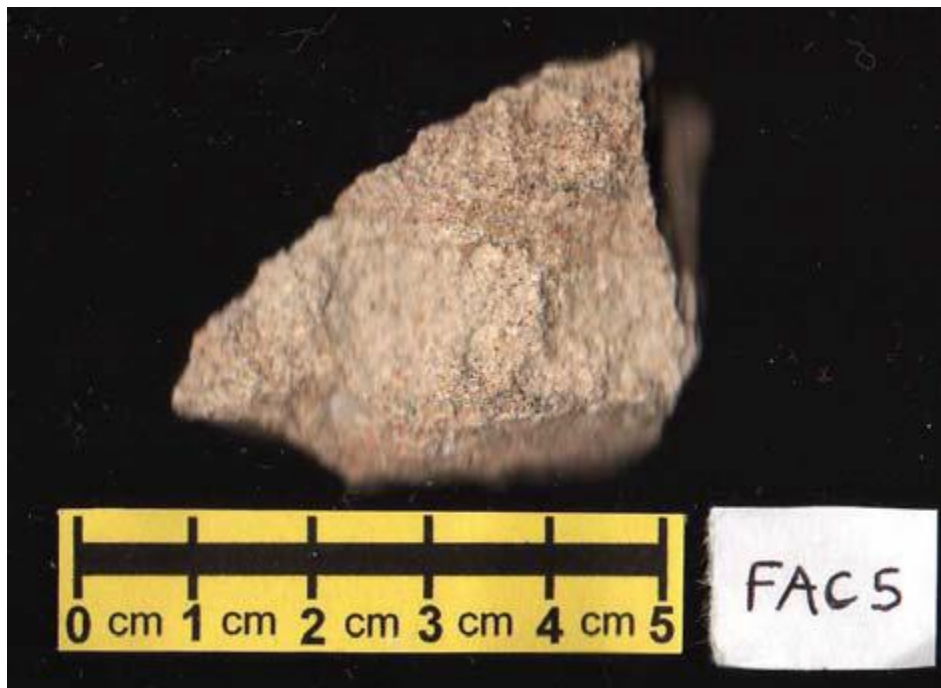


Figura 34: Colore d'insieme: Rossiccio omogeneo; Coesione: Compatto.

3.3. Rilievo delle forme di degrado



Figura 35: Superfici degradate della facciata del Santuario di Santa Liberata.

Da un esame visivo la facciata risulta profondamente degradata. Su di essa si riscontrano infatti diverse forme di alterazione quali:

- Mancanza: su tutti i cornicioni;
- Colatura: evidente in corrispondenza delle nicchie ricavate sulla fascia orizzontale centrale;

- Scagliatura: sulle arcate dei portali d'ingresso;
- Fratturazione: in diversi punti di giuntura dei blocchi;
- Patina biologica: lieve presenza nei punti di sottosquadra.

Un rilievo dello stato di degrado più dettagliato della facciata è riportata nelle figure seguenti. Lo scopo del rilievo è quello di mappare le diverse forme di alterazione macroscopica riscontrate, raffigurandole con colori diversi, e di quantificarle.

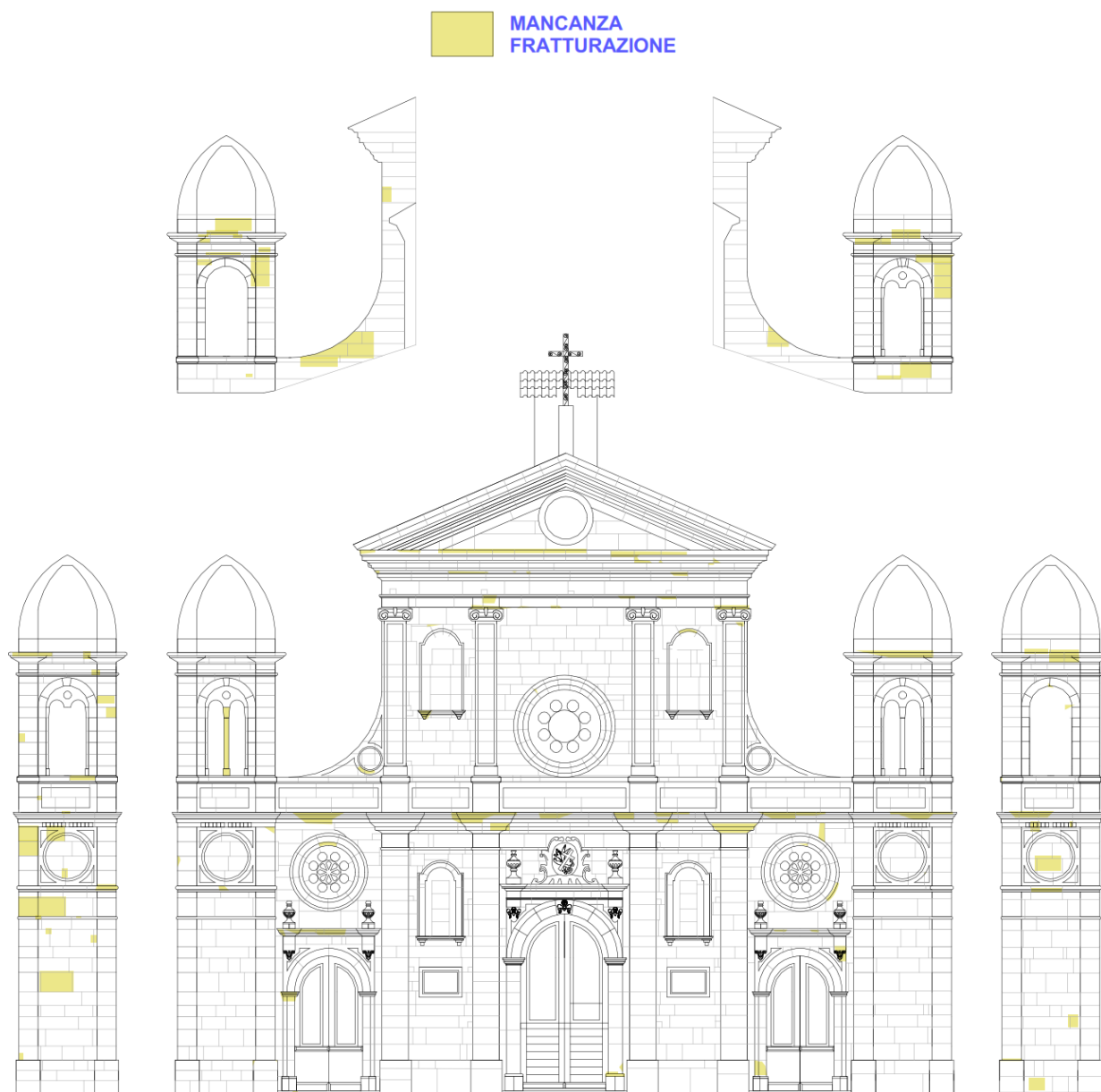


Figura 36: Mappa delle forme di degrado macroscopiche: Mancanza e fratturazione.



ALVEOLIZZAZIONE

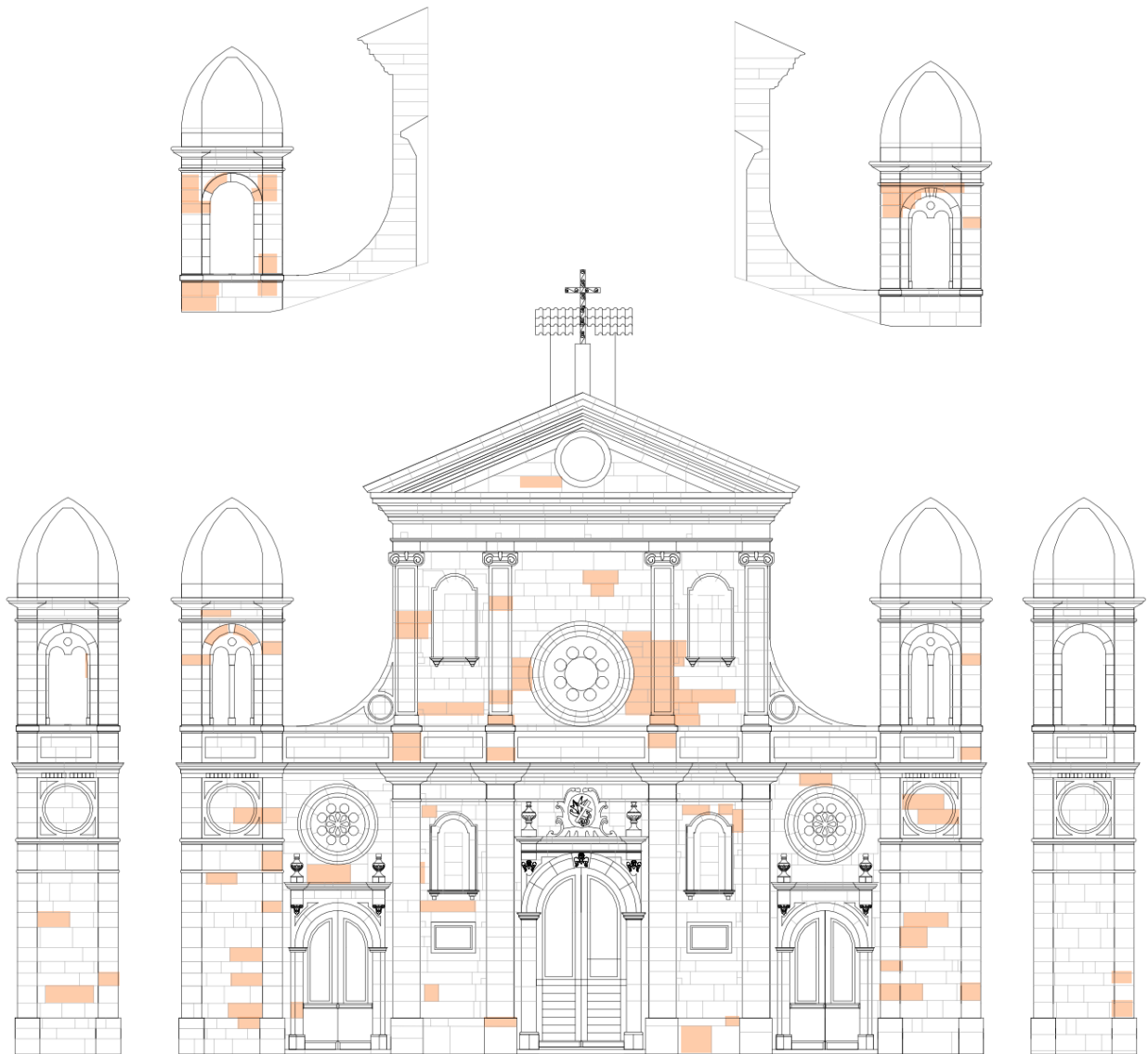


Figura 37: Mappa delle forme di degrado macroscopiche: Alveolizzazione.

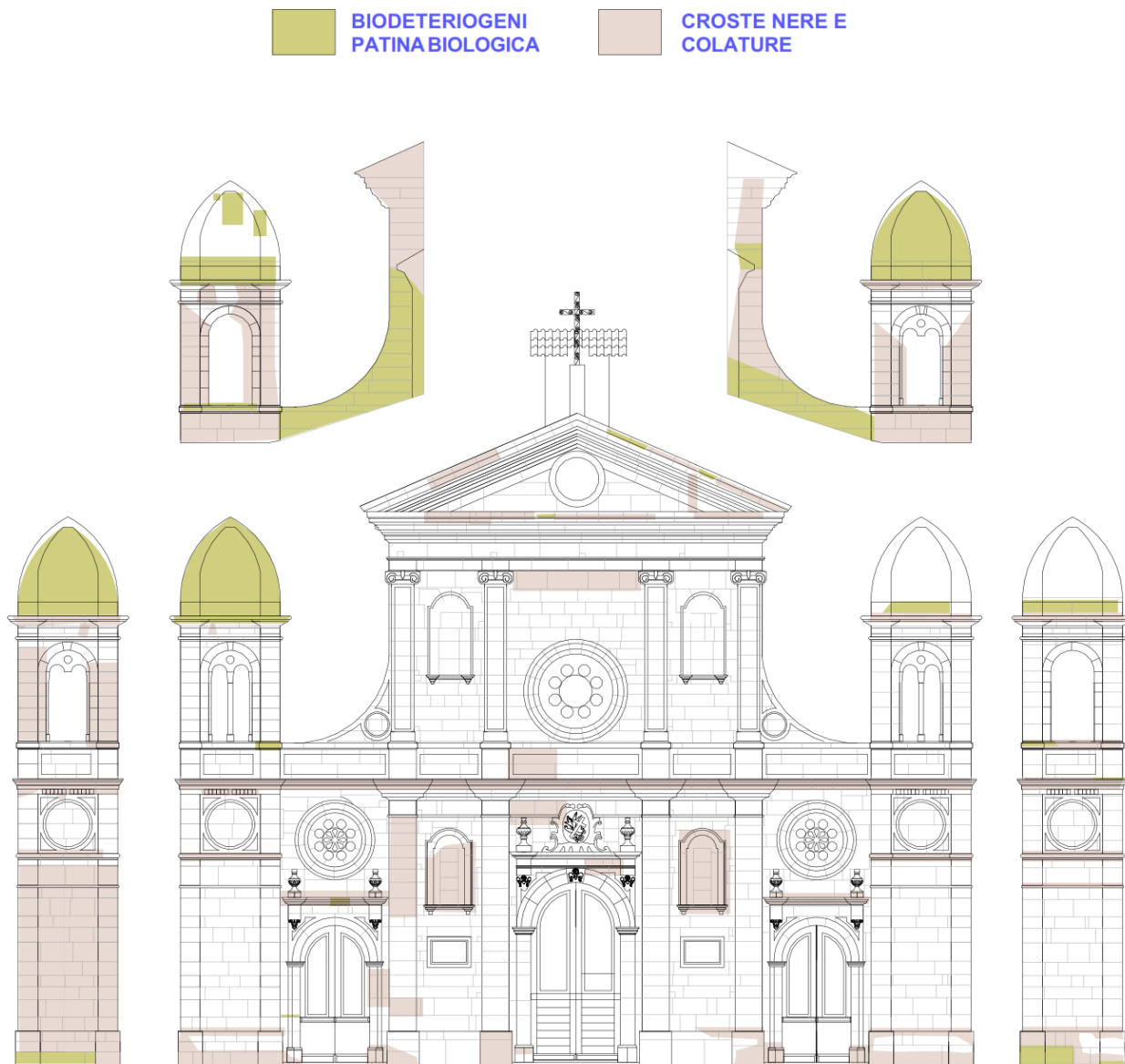


Figura 38: Mappa delle forme di degrado macroscopiche: Biodeteriogeni, patina biologica, croste nere e colature.

Su una superficie complessiva di circa 253 mq, le alterazioni macroscopiche sono quantificate nella tabella seguente:

Tabella 1: Superfici delle varie forme di degrado.

Tipo di Degrado	Superficie mq
Mancanze e fratturazioni	7,1
Biodeteriogeni, patine biologiche	17,8
Croste nere e colature	44,1
Alveolizzazione	12,7

4. RISULTATI E DISCUSSIONE DEI DATI D'INDAGINE

4.1. Premessa

Le indagini geochimiche e minero - petrografiche sul Santuario di Santa Liberata sono state condotte nell'ambito di un lavoro di ricerca tesi di laurea magistrale in Diagnostica, Conservazione e Restauro dei

4.2. Indagini geochimiche e minero - petrografiche

4.2.1. Risultati della Spettrometria di fluorescenza a raggi x

I valori ottenuti mediante analisi di Spettrometria di fluorescenza a raggi x sono riportati nelle tabelle seguenti. In particolare nella Tabella 2 è riportato il contenuto degli elementi maggiori espressi come percentuale in peso dei corrispondenti ossidi.

Nella Tabella 3 è stata sottratta l'acqua ai valori ottenuti, per cui gli elementi maggiori, espressi sempre come percentuale in peso dei corrispondenti ossidi, in questo caso sono anidri.

Tabella 2: Tabella degli elementi maggiori (%).

	H ₂ O	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe tot
Fac1	34,5	0,42	6,43	4,57	16,26	1,17	0,66	33,65	0,24	0,08	2,01
Fac2	31,8	0,55	3,93	5,13	18,35	1,18	0,85	35,51	0,3	0,06	2,32
Fac3	30,35	0,68	5,62	5,77	20,47	1,08	0,82	31,54	0,41	0,09	3,17
Fac4	34,31	0,5	5,93	4,63	17,33	1,13	0,77	33,23	0,23	0,07	1,87
Fac5	36,04	0,41	3,38	3,69	12,92	1,33	0,62	39,79	0,19	0,07	1,56

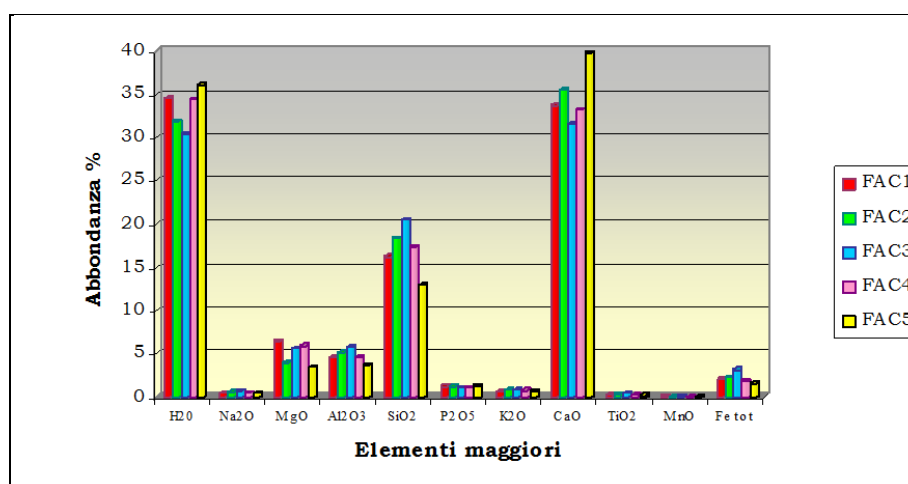


Figura 39: Istogramma del contenuto in elementi maggiori in ogni campione.

Tabella 3: Tabella degli elementi maggiori anidri (%).

	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe tot
Fac1	0,64	9,82	6,98	24,82	1,79	1,01	51,37	0,37	0,12	3,07
Fac2	0,81	5,76	7,52	26,91	1,73	1,25	52,07	0,44	0,09	3,4
Fac3	0,98	8,07	8,28	29,39	1,55	1,18	45,28	0,59	0,13	4,55
Fac4	0,76	9,03	7,05	26,38	1,72	1,17	50,59	0,35	0,11	2,85
Fac5	0,64	5,28	5,77	20,2	2,08	0,97	62,21	0,3	0,11	2,44

Tabella 4: Tabella degli elementi in traccia (ppm).

	Ni	Cr	V	La	Ce	Co	Ba	Nb	Zr	Y	Sr	Rb
Fac1	20	28	34	1	44	7	179	5	52	0	271	36

	Ni	Cr	V	La	Ce	Co	Ba	Nb	Zr	Y	Sr	Rb
Fac2	25	33	40	1	37	7	222	3	63	8	322	40
Fac3	25	43	50	11	43	10	306	6	81	1	267	39
Fac4	23	26	34	6	18	8	203	3	52	0	296	37
Fac5	19	18	30	1	19	5	152	2	31	4	343	30

Nella

Tabella 4 sono riportati invece gli elementi in traccia espressi in parti per milione (ppm).

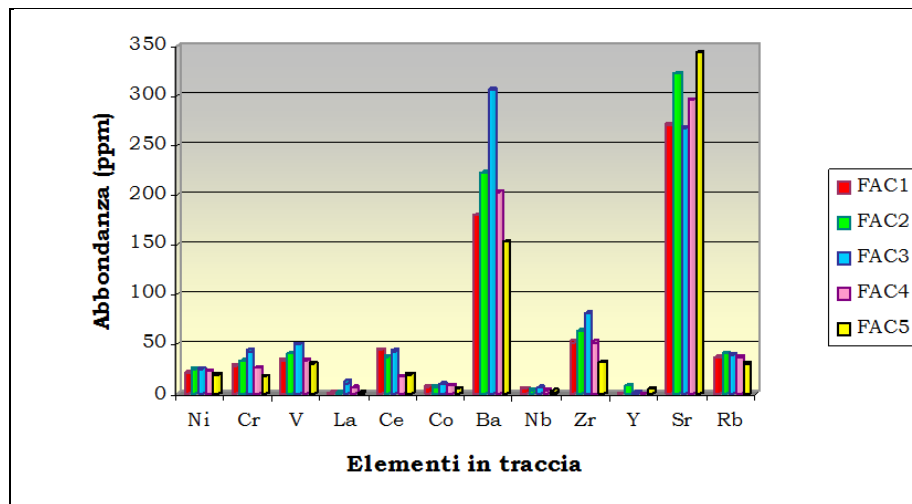


Figura 40: Istogramma del contenuto in elementi in traccia in ogni campione.

4.2.2. Risultati della Perdita per calcinazione

Tabella 5: Tabella del contenuto LOI (%).

Sigla campione	Peso crogiolo (Pc)	Peso campione (Pw)	Peso secco (Pd)	% LOI
Fac1	19,0981	19,4964	19,359	34,49661
Fac2	19,0346	19,4345	19,3073	31,80795
Fac3	19,6035	20,0064	19,8841	30,35493
Fac4	18,6803	19,0664	18,9339	34,31753
Fac5	19,2988	19,6897	19,5488	36,04502

Il contenuto in elementi volatili in acqua è stato determinato mediante perdita per calcinazione. Nella Tabella 5 sperimentale sono contenuti i valori relativi al LOI, espressi in percentuale in peso.

4.2.3. Risultati della Diffrazione a raggi x

Il risultato di questa analisi consiste in un diffrattogramma in cui sull'asse delle ascisse sono riportati i valori di 2θ mentre sulle ordinate le intensità relative dei picchi. I diffrattogrammi relativi a ciascun campione sono di seguito riportati.

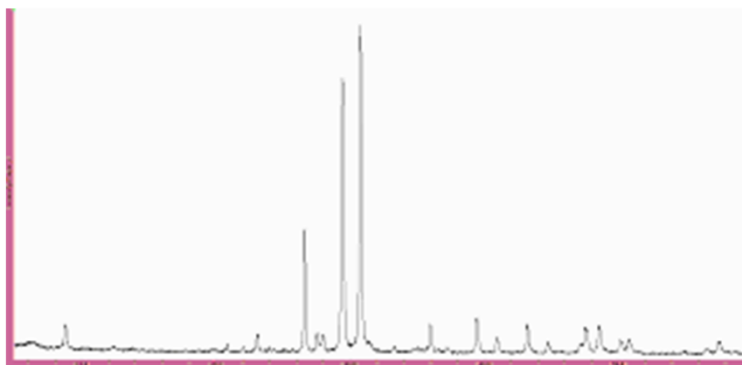


Figura 41: Diffrattogramma FAC1.

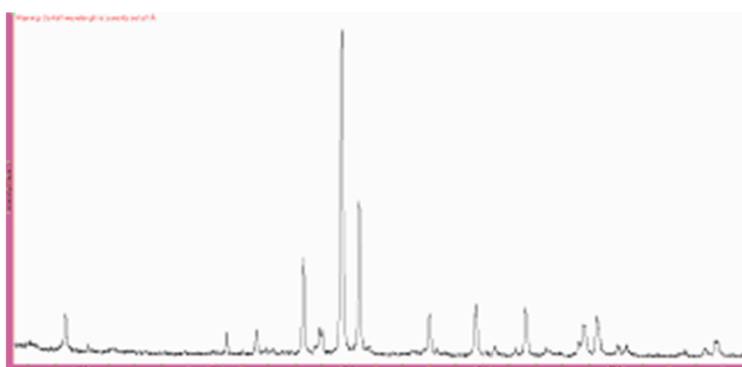


Figura 42: Diffrattogramma FAC2.

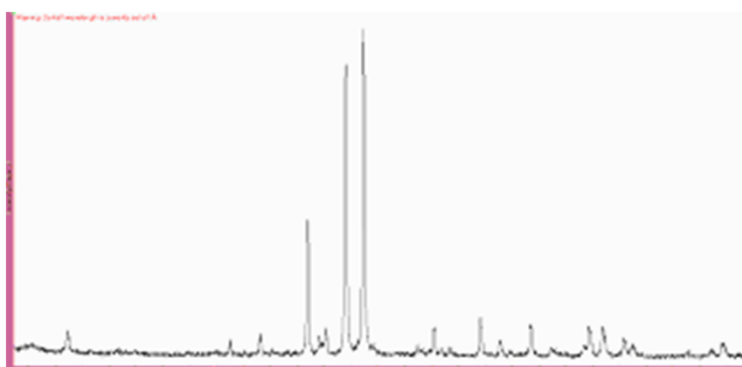


Figura 43: Diffrattogramma FAC3.

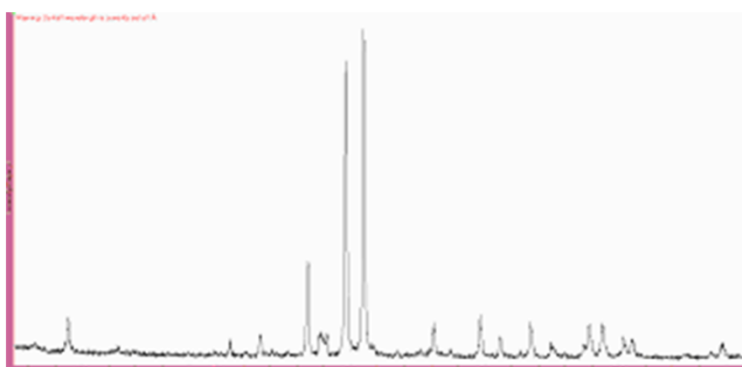


Figura 44: Diffrattogramma FAC4.

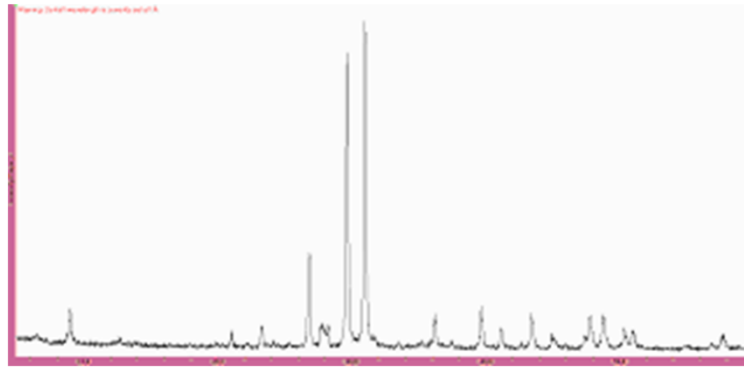


Figura 45: Diffrattogramma FAC5.

Dall'interpretazione dei diffrattogrammi è stato possibile stilare un elenco dei minerali contenuti in ciascun campione. Sulla base dei risultati ottenuti è stata realizzata la Tabella 6, in cui di ogni campione sono riportati i minerali in ordine di abbondanza espressi come:

***** Principale componente

***** Molto abbondante

**** Abbondante

*** Mediamente abbondante

** Poco abbondante

* Molto poco abbondante

SA Scarsamente abbondante

TR Presente in tracce

Tabella 6: Tabella dei minerali presenti.

	Fac1	Fac2	Fac3	Fac4	Fac5
Dolomite	*****	*****	*****	*****	*****
Calcite	*****	*****	*****	*****	*****
Quarzo	****	****	****	****	****
Miche	***	***	**	***	***
Plagioclasio	**	**	***	**	**
K-Feldspato	**	**	*	*	**
Anfibolo		*			
Fluorite				SA	
Clorite	SA	SA	TR	TR	TR

A scopo esemplificativo è stato anche realizzato il corrispondente istogramma in cui l'abbondanza è semplicemente un dato semiquantitativo in quanto non rispecchia la reale abbondanza dei diversi minerali in ciascun campione.

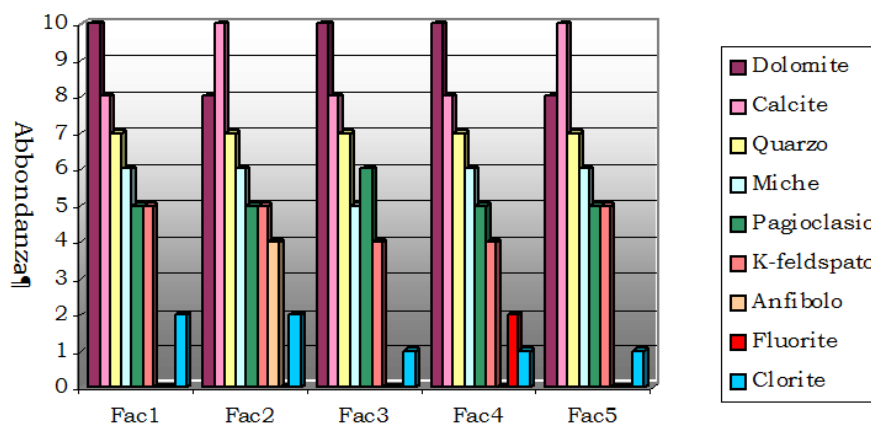


Figura 46: Grafico dei minerali presenti in ogni campione.

4.2.4. Risultati della Microscopia ottica

L'analisi petrografica è stata effettuata attraverso l'osservazione delle sezioni sottili al microscopio ottico polarizzatore a luce trasmessa. Al fine di definire il nome da attribuire alla roccia sono stati seguiti diversi criteri classificativi.

Classificazione granulometrica: *Calcarenite*

Le Arenite sono rocce clastiche (sedimentarie) in cui le dimensioni dei grani sono comprese fra 1/16 mm e 2 mm. Dal momento che in questo caso la componente calcitica supera il 75%, la roccia può essere definita Calcarenite.

Classificazione composizionale: *Calcare impuro*

Si riscontra infatti la presenza abbondante di materiale silico - clastico, per tale motivo la roccia è un calcare tendente ad una marna (Calcare marnoso).

Classificazione secondo Folck: *Biomicrite*

Classificazione secondo Dunham: *Packestone - Wackestone*

La roccia in questione ha tessitura particellare in quanto è possibile riconoscere in essa i grani (di diverso tipo) e la matrice. Quest'ultima è micritica, una cementazione cioè composta da fango carbonatico ricristallizzato.

Seguendo i criteri classificativi di Folck (1959, 1962) la roccia può essere definita Biomicrite in quanto sono visibili numerosi frammenti scheletrici in una matrice micritica.

Seguendo invece i canoni classificativi dettati da Dunham (1962) la roccia in esame può essere definita Wackestone, visto che la tessitura deposizionale è riconoscibile, i componenti originari (grani) non risultano legati insieme al momento della deposizione, la tessitura è fango - sostenuta e i grani superano come abbondanza il 10 %. A tratti la tessitura è grano - sostenuta, per tale motivo la roccia può anche essere chiamata Packestone [24].

La descrizione petrografica di ciascuna sezione sottile è riportata di seguito.

Fac1

Packestone-Wackestone a intraclasti e foraminiferi planctonici con diversi elementi silico-clastici. La matrice che costituisce la roccia appare di composizione carbonatica (calcite), prevalentemente criptocristallina ma a tratti anche microcristallina. Si riscontra una abbondante presenza di frammenti fossiliferi tra cui placche di echinodermi e foraminiferi planctonici. La frazione silico-clastica è costituita invece da Quarzo, Miche (Biotite, Muscovite), Plagioclasio, Ortoclasio, Clorite e rari ossidi opachi. Si evidenziano inoltre la presenza di intraclasti micritici e una scarsa porosità. Nell'immagine di Figura 47 si evidenzia la presenza di Muscovite e cristalli di Quarzo.

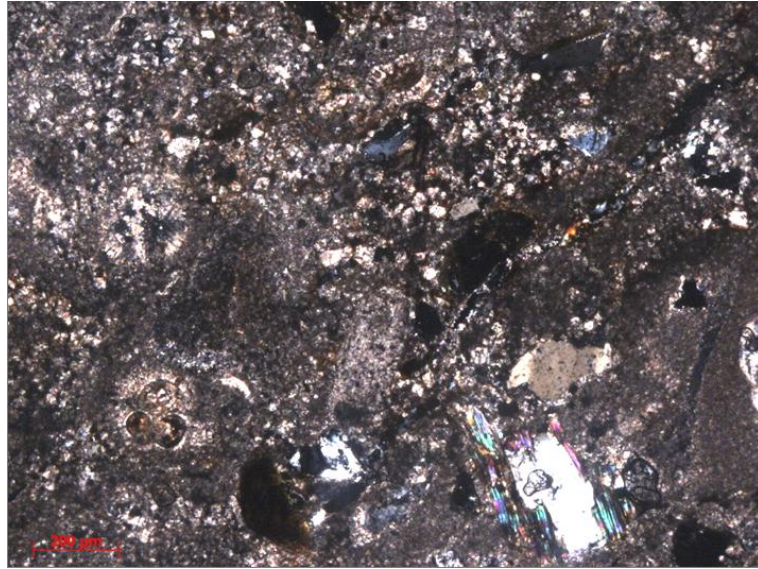


Figura 47: Immagine rappresentativa di sezione a luce polarizzata del campione FAC1.

Fac2

Packestone-Wackestone a foraminiferi planctonici e placche di echinidi, con abbondanti elementi silico-clastici. Anche in questo caso è visibile una cementazione carbonatica (fango ricristallizzato), prevalentemente microcristallina (microsparite). Si riscontra una massiccia presenza di materiale silico-clastico. I minerali individuati all'interno della sezione sono: Cristalli di Quarzo, Miche (Biotite, Muscovite), Plagioclasio, K - feldspato, Anfibolo e Clorite. La porosità è scarsa. Ancora una volta si evidenzia la presenza di frammenti fossiliferi tra cui placche di echinidi, briozoi, foraminiferi planctonici.

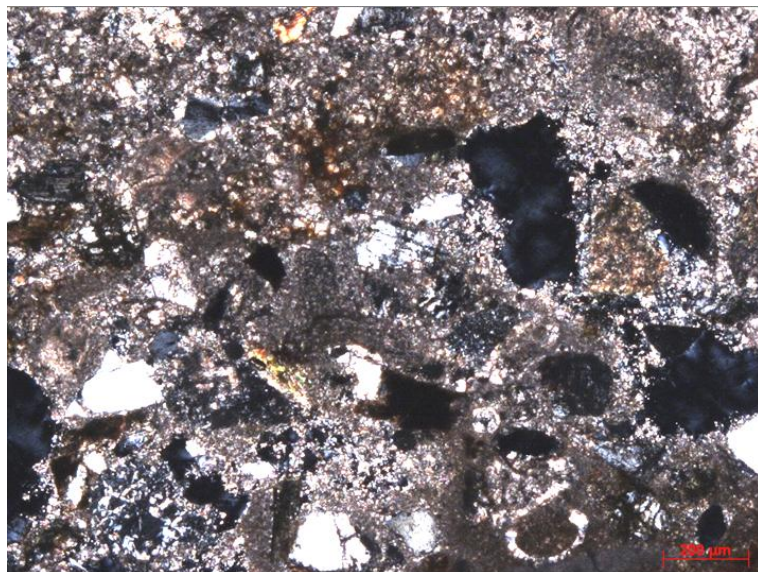


Figura 48: Immagine rappresentativa di sezione a luce polarizzata del campione FAC2.

Fac3

Packestone-Wackestone a placche di echinidi e foraminiferi planctonici con abbondanti elementi silico-clastici. L'osservazione di questa sezione ha messo in luce la presenza di una matrice carbonatica (calcite), prevalentemente microcristallina (Micrite). La sezione è molto ricca in materiale silico-clastico. In particolare i minerali osservati sono: Quarzo, Plagioclasio, Miche (Biotite, Muscovite), K - feldspato, Clorite. Si è riscontrata inoltre la presenza di Granato. Ancora è stato possibile individuare frammenti di metamorfiti e di rocce carbonatiche calcisiltitiche. Anche in questo caso la porosità è scarsa. Fra i fossili identificati vi sono abbondanti foraminiferi planctonici, placche di echinodermi e rari foraminiferi bentonici. La presenza di questi ultimi è indicativa di un ambiente pelagico marino aperto, distante dalla costa ma che

ha ricevuto apporti dalle acque continentali, visibili nella frazione silico - clastica. Nella fotografia della sezione a luce polarizzata è visibile un frammento di roccia metamorfica.

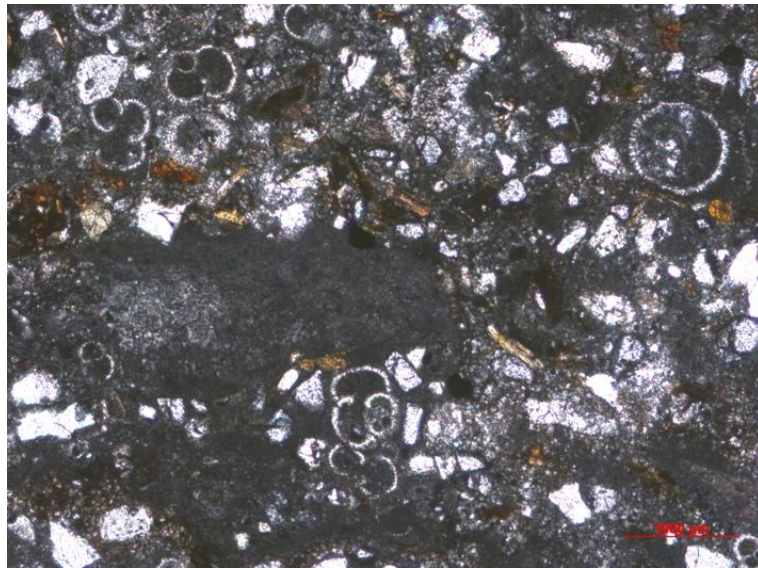


Figura 49: Immagine rappresentativa di sezione a nicols paralleli del campione FAC3.



Figura 50: Immagine rappresentativa di sezione a nicols incrociati del campione FAC3.

Fac4

Packestone-Wackestone a radioli di echinodermi e foraminiferi planctonici con diversi elementi silico-clastici. La matrice appare di composizione carbonatica (calcite), prevalentemente criptocristallina. Si riscontra una abbondante presenza di frammenti fossiliferi tra cui radioli di echinodermi, e foraminiferi planctonici.



Figura 51: Immagine rappresentativa di sezione a luce polarizzata del campione FAC4.

La frazione silico-clastica è costituita invece da Quarzo, Miche (Biotite, Muscovite), Plagioclasio, Ortoclasio, K-feldspato, Fluorite, Clorite, Granato e rari ossidi opachi. Si osserva una scarsa porosità.

Fac5

Packestone a radioli e placche di echinodermi e foraminiferi planctonici con diversi elementi silico-clastici. Anche in questo caso si evidenzia una cementazione carbonatica. La sezione è ricchissima in materiale silico-clastico tra cui si osservano: Quarzo, Miche (Biotite, Muscovite), Plagioclasio, K - feldspato, Clorite, ossidi opachi e frammenti di argilliti. La componente fossilifera è ricchissima in foraminiferi planctonici, placche e radioli di echinodermi. Si riscontra inoltre una presenza maggiore rispetto agli altri campioni di foraminiferi bentonici. La porosità ancora una volta è scarsa.

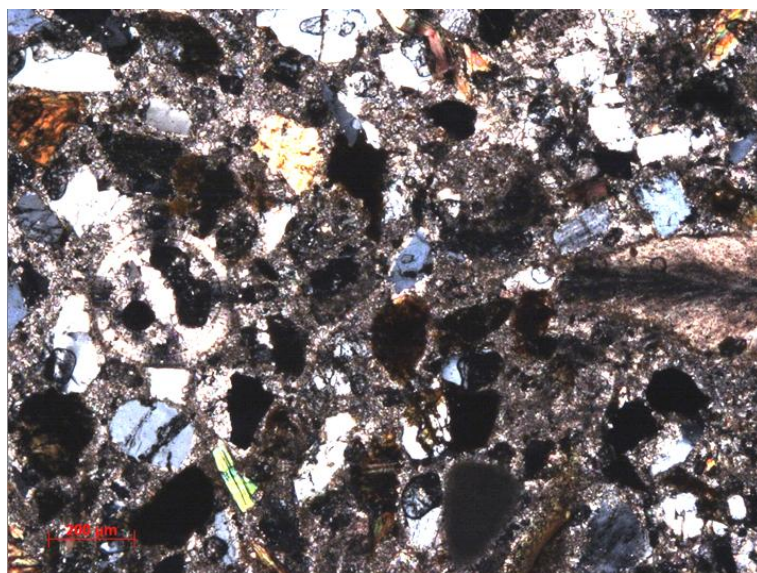


Figura 52: Immagine rappresentativa di sezione a luce polarizzata del campione FAC5.

4.3. Conclusioni

Le indagini geochemiche hanno permesso di valutare il contenuto degli elementi maggiori e in traccia di ogni campione. Attraverso le analisi minero - petrografiche è stato possibile invece individuare le fasi mineralogiche presenti in ciascuno di essi e giungere ad una classificazione della roccia sedimentaria in questione.

La roccia è stata classificata secondo diversi criteri: Seguendo la classificazione su base granulometrica alla roccia è stato assegnato il nome di *Calcareenite*; secondo un approccio dal punto di vista composizionale, è stata definita *Calcare impuro*, visti l'abbondante presenza di frazione silico - clastica. Attraverso i criteri di Folck e Dunham la roccia è stata classificata come *Biomicroite* e *Packestone-Wackestone* rispettivamente.

4.4. Provenienza dei materiali

Poichè i calcari miocenici calabresi sono geochimicamente molto simili, soprattutto per quanto riguarda il contenuto degli elementi maggiori, per l'attribuzione della provenienza dei campioni prelevati sulla facciata del Santuario di Santa Liberata sono stati utilizzati gli elementi in traccia. I dati composizionali sono stati confrontati con i dati bibliografici ricavati dal lavoro di Crisci et al pubblicati nel 2003 [25].

In particolare è stata utilizzata la tecnica statistica denominata Cluster Analysis che ha consentito di ricavare un dendrogramma in cui è facilmente osservabile che i campioni FAC1, FAC2, FAC3 e FAC4 provengono dalla cava di Grimaldi (Cs), cosa assai probabile poichè è la cava geograficamente più vicina alla zona in cui è ubicato il Santuario. Altre cave storiche nelle vicinanze sono le c.d. "Parrere" localizzate in località "Russo - Parrere" di Altilia (CS), cave utilizzate presumibilmente anche per l'estrazione dei blocchi dell'arco a tutto sesto del vicino Ponte di S. Angelo (detto di Annibale).

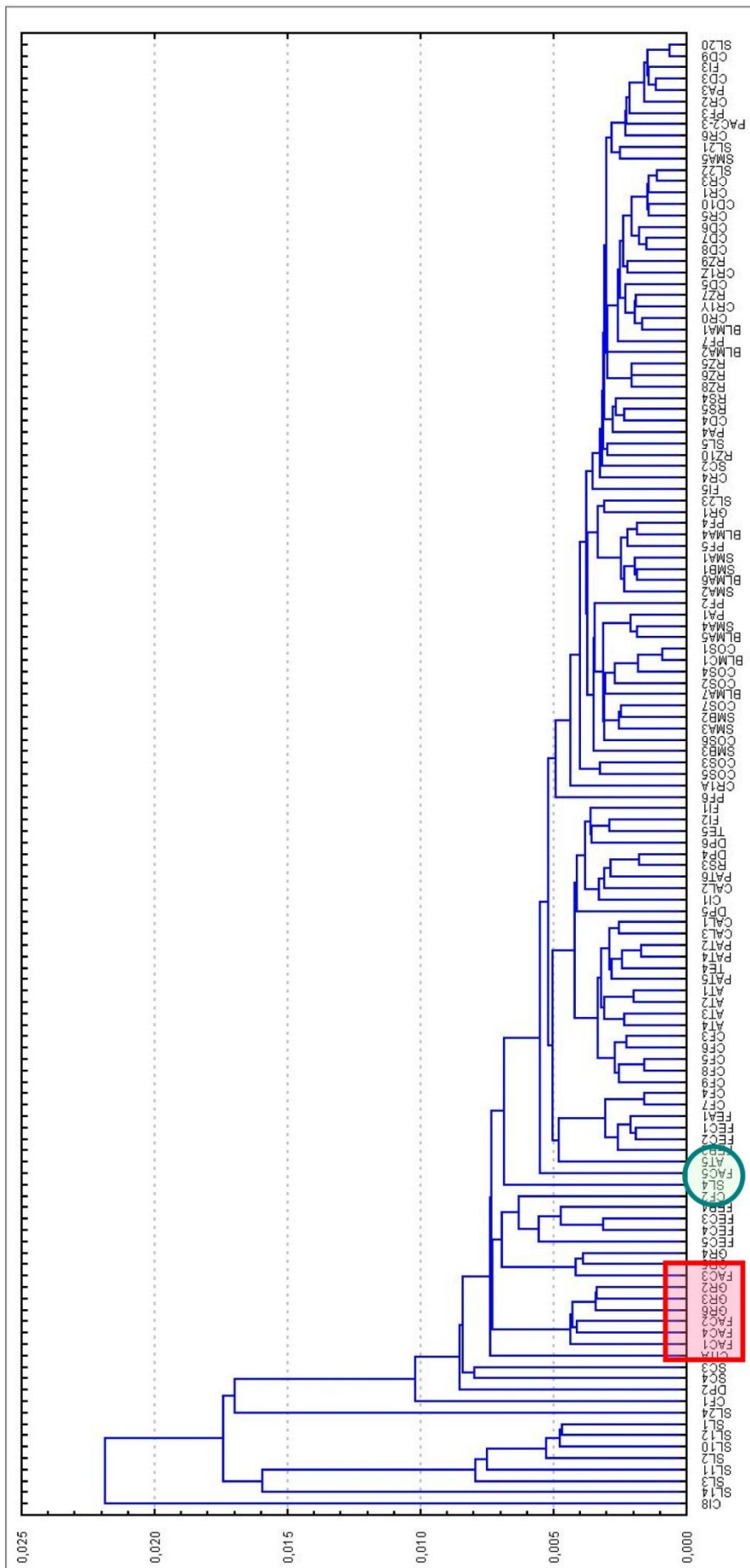


Figura 53: Dendrogramma delle distanze di legame fra i campioni.

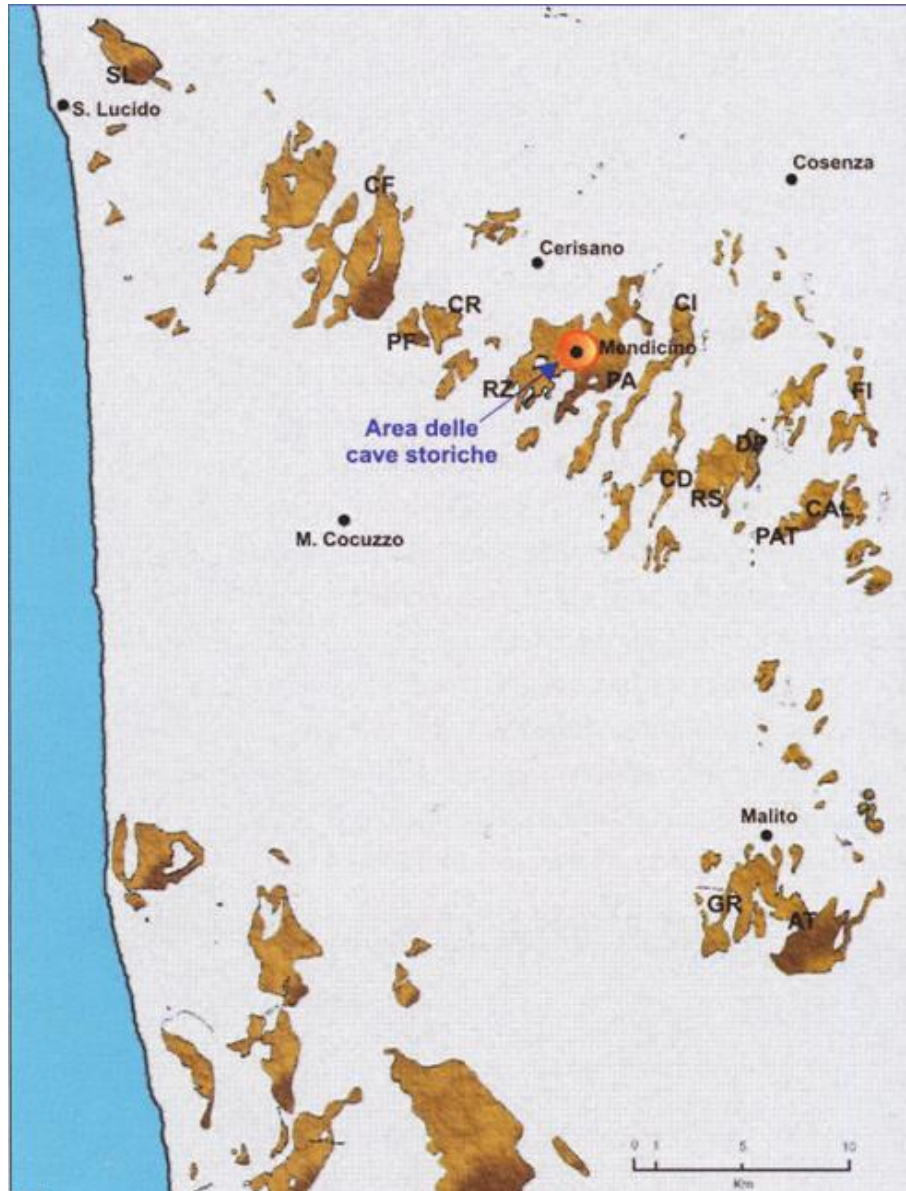


Figura 54: Rappresentazione della disposizione geografica degli affioramenti di calcare miocenico in Calabria.

5. MODIFICHE PRECEDENTI INTERVENTI

Dal punto di vista del materiale storicizzato che compone la facciata della chiesa, dal campione FAC5, non è risultato un comportamento univoco e la cui certa provenienza potrebbe essere determinata attraverso lo studio degli elementi in traccia della frazione insolubile ad attacco acido. E' lecito supporre, vista la diversità rispetto agli altri campioni, che il campione in questione faccia parte di un blocco apposto sulla facciata in seguito ad un intervento di ripristino successivo alla data di realizzazione e la cui estrazione non sia stata effettuata da una cava locale (quella di Grimaldi o di Altilia). Del resto l'osservazione macroscopica del materiale di facciata non consente una differenziazione dei blocchi su base estetica dal momento che la diversità cromatica è legata alle caratteristiche intrinseche del materiale e rispecchia le stratificazioni della cava da cui è stato prelevato. Sulla base dei risultati di questo campione, si può supporre che la facciata abbia subito altri interventi nel tempo.

Dal punto di vista strutturale, sulla base dei sopralluoghi effettuati tra il mese di novembre 2020 e gennaio 2021, è stata identificata una delle cause che hanno generato fino a qualche anno fa e potenzialmente ancora oggi, il degrado strutturale e dei materiali soprattutto del campanile sinistro. La struttura in acciaio

che sorregge le due campane è direttamente vincolata alle pareti portanti in calcarenite. Le vibrazioni indotte dalle due campane, sono tali da produrre danni gravi alla struttura del campanile stesso e alle murature circostanti, con il verificarsi di dissesti visibili e con il relativo rischio di parziale crollo. Si consiglia, pertanto, di valutare attentamente lo svincolamento della struttura in acciaio dalle pareti del campanile.

Si propone, altresì, la sostituzione della scala lignea del campanile, ormai fortemente degradata.

6. INTERVENTI PROPOSTI E METODOLOGIE DI APPLICAZIONE

6.1. Pulizia

6.1.1. Introduzione

La pulitura è un'operazione delicata e irreversibile, se si sbaglia non si può tornare indietro: si possono danneggiare irreparabilmente delle opere d'arte. Va perciò affrontata con tutte le precauzioni e le conoscenze indispensabili ad ottenere i risultati ottimali.

Se si vogliono fissare criteri generali, i più importanti si possono così riassumere:

- a) il processo di pulitura deve essere ben controllabile in ogni sua fase, graduabile e selettivo (si deve poter eliminare esattamente ciò che si vuole, cioè i vari tipi di sporco);
- b) non deve produrre materiali dannosi per la conservazione della pietra (ad esempio sali solubili);
- c) non deve produrre modificazioni, microfratture o forti abrasioni sulla superficie pulita, ciò che può portare ad accelerare il deterioramento, per aumento della porosità superficiale.

6.1.2. Preparazione del supporto

Eventuali parti distaccate o in via di distacco dovranno essere eliminate o consolidate con opportune tecniche. Se necessario, procedere alla pulizia meccanica della superficie mediante sabbiatura controllata, possibilmente microsabbiatura, regolando opportunamente la pressione e l'ampiezza del getto, utilizzando come inerte polvere di sabbia silicea o semplicemente aria compressa.

6.1.3. Esecuzione della pulizia

La successiva pulizia sarà effettuata con una miscela di sali, complessanti, elementi tixotropici ed assorbenti, formulato sulla base delle indicazioni fornite dall'ICR (6.1.3.4).

Il prodotto potrà essere applicato con pennellessa o mediante impacchi. Nel primo caso, una volta applicato il prodotto sulle superfici da trattare, spazzolare energicamente con spazzola di saggina fino alla formazione di schiuma e lasciare agire (15 - 45 minuti), quindi risciacquare con acqua a bassissima pressione fino alla totale eliminazione di ogni residuo. Occorre rispettare i consumi previsti dalla Scheda Tecnica del prodotto commerciale scelto. Se lo sporco è molto tenace, ripetere il procedimento più volte.

Nel secondo caso, il prodotto sarà applicato mediante impacchi realizzati unendo al prodotto puro in apposito recipiente polpa di carta o sepiolite sino ad ottenere una pasta plasmabile. Posizionare l'impacco, dopo avere bagnato con il prodotto il particolare da ripulire, creando un notevole spessore. Ricoprire il tutto con film di nylon e lasciare agire per un tempo che viene rigorosamente stabilito da un test preliminare. Rimuovere infine l'impacco e risciacquare il tutto con acqua ruscellata (si consiglia acqua deionizzata al fine di ottimizzare la pulitura). Il consumo di materiale sarà di circa 0,4 l/m². Se lo sporco è molto tenace, ripetere il procedimento più volte.

6.1.3.1. Impiego di spray a bassa pressione

Questo metodo è utile ed è particolarmente utile in quanto alla pulitura accoppia un lavaggio che asporta dalle superfici i sali solubili, particolarmente pericolosi per le pietre porose. Esso è efficace soprattutto quando lo sporco è depositato o poco legato alle superfici da pulite, e quando il legame è solubile in acqua. L'azione esercitata dall'acqua è infatti principalmente di tipo chimico, poiché essa scioglie lentamente il gesso o la calcite secondaria, di rideposizione, che fungono da leganti della crosta nera, e provoca la rimozione.

La pulitura va eseguita con acqua di rubinetto, in genere sufficientemente dolce e pura, e a pressione di acquedotto, ma talora può essere vantaggioso effettuarla, con acqua un pò dura (per la pulitura dei calcari teneri, o a grana fina, ad esempio, ove ci sono maggiori problemi di solubilità del carbonato di calcio della pietra stessa, che alla fine può risultare disciolto e corrosivo in superficie), o con acqua deionizzata (per i graniti e le rocce silicate in genere).

In linea di massima 2,5 - 4 atmosfere dovrebbero essere sufficienti e si dovrebbe usare la minore quantità di acqua possibile per diminuire la possibilità di erosione delle pietre calcaree e per evitare di impregnare d'acqua le pietre porose e le eventuali murature sottostanti, e quindi causare danni ad intonaci interni agli edifici, provocare migrazioni saline, macchie brune da materiale umido o da ossidi di ferro contenuti nella pietra, crescita di alghe e funghi, ecc..

La pulitura dell'edificio verrà ovviamente iniziata dall'alto, e si procederà verso il basso a settori orizzontali per permettere all'acqua ruscellante di ammorbidire le zone inferiori della facciata. Essa non deve essere eseguita d'inverno onde evitare fenomeni di gelo e basse velocità di evaporazione dell'acqua.

La durata della pulitura varierà a seconda della natura chimica e dello spessore delle croste nere da rimuovere. Su calcari sono asportabili generalmente in 10 - 20 ore di lavaggio. Se la crosta in alcuni punti è molto più spessa e resistente e non viene completamente asportata in un tempo ragionevole, non conviene insistere con il lavaggio, ma è preferibile passare all'impiego di uno degli altri metodi descritti più avanti. Una spazzolatura con una spazzola di saggina può talora risolvere il problema di finitura.

Se si utilizza questo tipo di pulitura, è necessario proteggere adeguatamente i materiali ad essa con interessati, quali infissi e vetri, parti metalliche, ecc., ed assicurare un buon sistema di scolo e drenaggio delle acque.

E' possibile utilizzare anche un metodo più rapido combinato, spray d'acqua a bassa pressione con un getto di vapore saturo e umido, utilizzandolo per un tempo limitato sufficiente ad impregnare la crosta nera e a rammollirla, e finisce con l'applicazione di un getto di vapore saturo che, per azione meccanica, fa staccare la crosta stessa.

6.1.3.2. Sabbatura controllata e microsabbatura

Questo metodo è complementare al primo, e limitatamente a superfici ricoperte da incrostazioni dure e resistenti, o difficilmente raggiungibili dallo spray d'acqua. La sabbatura può essere fatta a secco o a umido, sospendendo in acqua granulari vari quali sabbia o abrasivi naturali e sintetici. In generale si usa un abrasivo poco più duro del materiale che deve essere rimosso (sabbia silicea di fiume, silice e allumina, corindone, olivina, ecc.). Sono preferibili granulometrie piccole e forme delle particelle arrotondate e non a spigolo vivo. Sono raccomandabili pressione dell'ordine di 0,5 - 3 kg/cm². Il tempo necessario è quello strettamente necessario all'asportazione delle croste nere onde evitare dannose abrasioni delle superfici, ciò dipende essenzialmente dall'esperienza dell'operatore. Importante è anche la distanza dell'ugello dalla superficie da pulire. E' consigliabile in caso di sabbatura l'utilizzo di una sabbatrice a secco.

6.1.3.3. Pulitura chimica

I prodotti chimici che possono essere usati con sicurezza ed efficacia possono essere a base di sali da sciogliere in acqua. I sali più usati sono i bicarbonati (di sodio e di ammonio), i complessoni (sali bi e tetrasodici dell'acido etilendiamminotetracetico, E.D.T.A.) e i bifluoruri (di sodio e di ammonio), questi ultimi soprattutto per croste a componente silicatica (in acqua si decompongono dando acido fluoridrico).

I vantaggi di questo metodo consistono nel fatto che esso è più veloce dello spray d'acqua, molto meno pericoloso e più controllabile delle sabbiature.

6.1.3.4. Pulitore a base di carbonato di ammonio per materiali lapidei molto delicati

E' un pulitore delicato per superfici, anche dipinte, a base di bicarbonato di ammonio formulato secondo le indicazioni dell'ICR. Il prodotto (nato da specifica ricetta impiegata nella pulitura di elementi lapidei monumentali) solubilizza lentamente lo sporco atmosferico coerente e, grazie all'effetto alcalinizzante, rammollisce le croste nere favorendone la rimozione (la particolare formulazione permette di complessare il calcio presente nelle croste nere portandolo in soluzione). Il prodotto non altera la patina originale della pietra.

E' idoneo per materiali lapidei delicati di tipo carbonatico e/o materiali lapidei a matrice silicatica, quali ad esempio: marmi statuari, marmi venati, calcari teneri, graniti pregiati. Si può applicare anche su finiture a imitazione pietra e su intonaci.

Adatto per la pulizia di materiali lapidei da smog, croste nere, guano, strisce di acque dure e depositi atmosferici in genere.

Non applicare in caso di pioggia imminente o in presenza di nebbia o su superfici bagnate da condensa o rugiada. Non applicare il prodotto su superfici assolate o con temperature superiori a +30°C o inferiori a +5°C.

Le attrezzature impiegate per la preparazione e la posa in opera del prodotto devono essere pulite con acqua prima dell'indurimento.

6.1.3.5. Pulitura meccanica

La pulitura meccanica che si propone è quella manuale ottenibile con strumenti quali bisturi, spatole, raschietti di acciaio, ecc., o con altri azionati elettricamente, ma di piccole dimensioni e perfettamente controllabili (vibroincisori, piccoli trapani dotati di spazzole in nylon).

6.1.3.6. Biocida

Pulizia di materiali lapidei da organismi biodeteriogeni, può essere eseguita utilizzando un biocida a base di sali quaternari di ammonio ad ampio spettro che non forma film superficiali né alterazioni cromatiche. Lo scopo del biocida è quello di eliminare alghe, licheni, muffe, lieviti, muschio, alcune piante superiori, funghi in grado di generare alterazioni fisiche e cromatiche permanenti (*aspergillus niger*, *aeureobasidium pullulans*, *candida albicans*, *chaetomium globosum*, *fusarium oxysporum*, *penicillium funiculosum*, *saccaromyces cerevisiae*) e batteri (utilizzato in ambienti interni, inibisce la proliferazione di molte specie batteriche: *chromobacter parvulus*, *alcaligenes faecalis*, *bacillus cereus*, *escherichia coli*, *flavobacterium suaveolens*, *proteus vulgaris*, *pseudomonas aeruginosa*).

Si consiglia di usare un Biocida pronto all'uso da applicare su superfici asciutte con procedimento a spruzzo a bassa pressione, con pennello o con rullo, avendo cura di bagnare bene la superficie interessata senza creare ristagni o gocciolature. Per protrarre l'azione del biocida nel tempo è possibile, dopo il primo passaggio disinfestante ed il successivo risciacquo con un apposito pulitore, applicare nuovamente il prodotto sul supporto pulito ed asciutto avendo cura, specialmente in presenza di superfici esterne molto esposte, di applicare il protettivo più idoneo allo specifico caso. Importante è proteggere i supporti cui il prodotto non è destinato, non applicare in caso di pioggia imminente o in presenza di nebbia o su superfici bagnate da condensa o rugiada. e non applicare il prodotto su superfici assolate o con temperature superiori a +30 °C o inferiori a +5 °C.

6.2. Consolidamento e Protezione

6.2.1. Introduzione

Con il termine consolidamento si intende un trattamento finalizzato a migliorare le caratteristiche di coesione ed adesione tra i costituenti di un materiale lapideo.

Come conseguenza di un consolidamento dovrà dunque essere migliorata la resistenza meccanica del materiale stesso (soprattutto a trazione e compressione), mentre la sua struttura interna si modificherà rendendo più difficile l'accesso dell'acqua e delle soluzioni saline o acide.

In definitiva, il trattamento aumenterà la resistenza ai processi di alterazione, soprattutto quelli che avvengono con variazioni di volume entro la rete dei capillari e che comportano quindi sforzi meccanici a carico della struttura interna del materiale (gelo - disgelo, cristallizzazione dei sali, ecc.).

Qualora il prodotto impiegato per il consolidamento abbia, in funzione della sua composizione chimica, caratteristiche di idrorepellenza, il trattamento avrà anche un effetto protettivo. Verrà infatti ulteriormente ridotta la penetrazione dell'acqua liquida e vapore e saranno quindi resi meno probabili tutti i processi fisici e le reazioni chimiche che si svolgono in sua presenza.

Sebbene sia possibile ottenere mediante l'impiego di un unico prodotto, sia un'azione consolidante che protettiva, va comunque sottolineato che, concettualmente, le finalità del consolidamento sono ben distinte da quelle di un trattamento di protezione.

Tale distinzione ha importanza non solo teorica ma anche pratica, soprattutto in fase di valutazione e scelta dei prodotti da impiegare.

Nella maggior parte dei casi, un materiale lapideo esposto all'atmosfera di deteriora maggiormente negli strati più esterni che nelle parti più interne; a volte il deterioramento si accompagna alla formazione di croste superficiali dure e poco porose, al di sotto delle quali il materiale è decoesionato e più poroso. Le zone più interne sono, in genere, meno o niente affatto alterate ed hanno mantenuto una porosità inferiore a quella del materiale immediatamente sottostante la crosta.

Nell'ipotesi del consolidamento di una pietra che presenti tali caratteristiche o, più in generale, tutte le volte che si debba consolidare un materiale non omogeneamente alterato in tutto il suo volume, si richiede al trattamento di non creare soluzioni di continuità all'interno del materiale stesso, in maniera tale che si abbia almeno una variazione graduale delle caratteristiche, passando dalle zone più ricche di consolidante a quelle dove esso è praticamente assente. Da tali considerazioni consegue inoltre che, per ogni tipo di prodotto, tanto maggiore sarà la profondità di penetrazione, tanto più efficace risulterà il trattamento.

Si deve sottolineare peraltro, che è molto difficile influire sulla distribuzione del consolidante all'interno della pietra e che anche il controllo " a posteriori " di tale distribuzione è in pratica raramente possibile, salvo nel caso di campioni di laboratorio. Infatti esso è effettuabile mediante test non distruttivi.

Un consolidante può riempire più o meno completamente gli spazi porosi all'interno del materiale lapideo. Da un punto di vista teorico, potrebbe apparire auspicabile una forte riduzione della porosità, tale da rendere impossibile il verificarsi di tutti quei processi di alterazione che hanno luogo all'interno della struttura porosa. In pratica però ben difficilmente si può avere la sicurezza di aver trattato omogeneamente tutto il volume del manufatto e potrebbe accadere che, in caso di risultato non omogeneo, si abbia penetrazione di acqua o di soluzioni acquose nelle zone rimaste più porose. Se l'acqua non potesse poi evaporare con facilità a causa della ridotta permeabilità delle zone superficiali, più ricche di consolidante, si potrebbero creare tensioni all'interno del materiale con pericolo di formazione di fratture e distacchi. E' per tale ragione che attualmente di preferiscono consolidanti che riducono solo parzialmente la porosità e che, pur diminuendo la penetrazione dell'acqua liquida, lascino il materiale trattato sufficientemente permeabile al vapore.

E' molto difficile stabilire, per ogni litotipo, quale valore di porosità e tipo di distribuzione porosimetrica rappresentino l'optimum a cui tendere quando si effettua il consolidamento.

Un requisito molto importante che i consolidanti debbono presentare è l'assoluta assenza di sottoprodotti dannosi per il materiale lapideo, come per esempio sali solubili che si potrebbero formare in conseguenza di una reazione di idrolisi. Seppure teoricamente asportabili, tali sottoprodotti dannosi

rappresentano comunque un elemento di pericolo che può pregiudicare la buona riuscita, nel tempo, del trattamento conservativo.

Va infine accennato al problema della reversibilità dei prodotti da impiegare, che si potrebbe porre nel caso che il manufatto da trattare abbia un valore storico o estetico tale che per esso valgano i principi generali espressi dalla teoria del restauro e da tempo codificati.

E' evidente che, a parità di efficacia, si debba preferire un prodotto reversibile (che resti solubile in qualche solvente) ad uno irreversibile.

In realtà però è praticamente impossibile estrarre dall'interno di una struttura porosa, soprattutto per manufatti di notevoli dimensioni, un prodotto a suo tempo fattovi penetrare con la funzione di ristabilire la coesione tra parti o meno distaccate, senza provocare al tempo stesso la perdita di tali parti.

Più che la reversibilità va dunque richiesto ad un consolidante che, in conseguenza di un suo "invecchiamento", non si formino prodotti nocivi che inneschino o accelerino nuovi fenomeni alterativi e che sia comunque sempre possibile effettuare un nuovo trattamento, se lo si ritiene necessario.

E' evidente che, nel caso di consolidanti provvisori, quali quelli che a volte si rendono necessari in situazioni di emergenza o per permettere puliture su parti molto deteriorate, la reversibilità diviene una caratteristica molto importante.

Come quasi sempre avviene nel campo della conservazione dei materiali lapidei, mentre è possibile indicare trattamenti sicuramente nocivi, non è possibile individuare materiali efficaci in senso assoluto.

In particolare nel caso del consolidamento, il successo di un trattamento è dato dall'insieme del prodotto che si impiega, dal modo con il quale l'applicazione viene realizzata, nonché dalle caratteristiche intrinseche e dallo stato di conservazione del manufatto da trattare.

Lo scopo principale dell'intervento di **consolidamento** è migliorare il comportamento meccanico dei materiali lapidei. Si rende necessario quando la pietra ha perso la sua coesione sia in superficie che in profondità ed il degrado è in uno stadio avanzato, al punto da interessare l'integrità fisica dell'oggetto da consolidare. L'obiettivo è ripristinare le condizioni della pietra prima del restauro: cercare di ottenere resistenze meccaniche superiori a quelle iniziali porterebbe infatti ad avere uno strato corticale con proprietà elastiche molto differenti da quelle della pietra "sana", con pericolo di microfratture nell'interfaccia tra zona consolidata e non consolidata. I consolidanti commerciali usati devono rispondere alle esigenze di consolidamento di diverse tipologie di materiali lapidei, aderendo con legami di diversa natura ai grani che costituiscono il materiale lapideo, creando dei ponti di aggancio in modo da ridare coesione alla pietra.

Lo scopo principale di un intervento di **protezione** è quello di impedire la penetrazione di acqua nel materiale, rallentando o inibendo molti processi di degrado e riducendo nel contempo l'efficienza di cattura delle particelle dovute agli inquinanti atmosferici. Spesso la protezione si associa al consolidamento. I protettivi riescono ad aderire alle superfici interne del materiale modificandone l'angolo di contatto e creando così delle superfici sufficientemente idrofobe per evitare apporti di acqua all'interno del materiale. Il prodotto descritto nel paragrafo 6.2.3.1 è un protettivo che, essendo costituito da copolimeri silossanici acrilati, garantisce anche un effetto consolidante. Il prodotto, oltre a proteggere i materiali riducendone la capacità di assorbimento d'acqua, permette anche un incremento della coesione superficiale degli stessi grazie all'effetto consolidante aggiuntivo. Questo ne migliora la resistenza al gelo, all'esposizione in ambienti marini ed a tutti quei processi di degrado nei quali l'acqua svolge da elemento accelerante del degrado stesso. Il prodotto citato utilizza un solvente alcolico, il quale per la sua bassa tensione superficiale permette una veloce veicolazione dei principi attivi all'interno della struttura porosa e, per la sua ridotta tossicità rispetto ad altri tipi di solventi, tutela la salute degli operatori del restauro. In alternativa è consigliabile utilizzare protettivi con le stesse caratteristiche.

6.2.2. Preparazione del supporto

Eventuali parti distaccate o in via di distacco dovranno essere eliminate o consolidate con opportune tecniche. Se necessario, procedere alla pulizia meccanica della superficie mediante microsabbatura, regolando opportunamente la pressione e l'ampiezza del getto, utilizzando come inerte polvere di sabbia

silicea o semplicemente aria compressa (6.1). Effettuata con specifici pulitori l'eventuale pulizia da microflora e muffe, da smog, croste nere, guano, strisce di acque dure etc. (6.1.3.6).

6.2.3. Esecuzione del consolidamento

Attesa la completa asciugatura del supporto, procedere con le successive operazioni di consolidamento da effettuarsi con protettivo - consolidante, applicato in più mani rispettando i consumi previsti nella scheda tecnica. I consolidanti possono essere applicati con procedimento a spruzzo a bassa pressione, con pennello, mediante la tecnica delle tasche, delle compresse o per immersione. Occorre evitare ristagni di prodotto.

6.2.3.1. Consolidante protettivo a base di copolimeri silossanici acrilati in solvente

Trattasi di un protettivo con azione consolidante a base di copolimeri silossanici acrilati. Riduce l'assorbimento d'acqua e incrementa la coesione superficiale dei materiali lapidei. L'effetto protettivo è garantito dai composti del silicio, i quali riescono a determinare una sostanziale variazione dell'angolo di contatto del materiale sul quale vengono applicati con un effetto di marcata idrofobizzazione. La particolare formulazione li rende capaci anche di garantire un leggero effetto consolidante, utile per contrastare fenomeni di spolverio superficiale.

E' un consolidante con elevato effetto idrorepellente; elevata capacità di penetrazione dovuta al tipo di solvente utilizzato, a bassa tossicità; assenza di viraggi cromatici dopo l'applicazione; non forma film; riduzione modesta della permeabilità al vapore.

E' idoneo per un consolidamento di media intensità e per la protezione superficiale di materiali lapidei sia a matrice silicatica che carbonatica, quali: arenarie, laterizi, mattoni, calcari teneri e compatti, marmi, intonaci, cotto.

E' consigliato l'utilizzo di un prodotto pronto all'uso applicabile con procedimento a spruzzo a bassa pressione, con pennello, mediante la tecnica delle tasche, delle compresse o per immersione, su superfici asciutte e pulite evitando ristagni di prodotto. In presenza di efflorescenze, pulire preventivamente con apposito pulitore (6.1.3.4).

Nel caso il prodotto venga utilizzato per il trattamento di zone di muratura ripristinate con scuci/cuci o di nuova realizzazione, attendere la completa asciugatura della malta di allettamento prima di applicare il prodotto. Il prodotto deve essere applicato a rifiuto. Il prodotto esplica la duplice azione consolidante e protettiva nell'arco di 7 giorni a + 20°C. Si consiglia di effettuare sempre un test preliminare.

Il consumo dipende dalla porosità del supporto, può variare generalmente da 0,2 e 0,8 l/m².

Occorre proteggere i supporti cui il prodotto non è destinato. Liberare l'area di lavoro da mezzi e terzi estranei. Non applicare in caso di pioggia imminente o in presenza di nebbia o su superfici bagnate da condensa o rugiada. Non applicare il prodotto su superfici assolate o con temperature superiori a + 30°C o inferiori a + 5°C. Non applicare su intonaci verniciati e su supporti non assorbenti. Preliminarmente all'applicazione, se il supporto lo consente, eliminare e/o ripristinare le zone distaccate o inconsistenti e ripristinare aperture e fessure superiori a 1 mm. Nel caso si abbiano eccessi di materiale sulla superficie in alcune zone, procedere immediatamente (con prodotto ancora fresco) alla rimozione, al fine di evitare la formazione di zone più lucide nei punti a minore porosità. Le attrezzature impiegate per la preparazione e posa in opera del prodotto devono essere pulite con Solvente prima dell'indurimento.

6.3. Bibliografia

- [1] Santo Stefano di Rogliano (Cs) – Il percorso dell'identità – The journey of identity, Tipografia Litograf 2000, Piano Lago-Mangone (Cs), 2000;
- [2] DONATELLA GUIDO, Enciclopedia dei Comuni della Calabria con guida storico-turistica, Vol. 4 (Rovito-Zumpano), Chelone editore, Cosenza, 2004;
- [3] JORGE A. CARD. MEDINA ESTÉVEZ, FRANCESCO PIO TAMBURRINO, Congregatio De Cultu Divino et Disciplina Sacramentorum, Risposta pubblicata in Notitiae, organo ufficiale della Congregazione, Vaticano, 2000;
- [4] Archivio privato Signor Perri Renzo;
- [5] PARROCCHIA SANTO STEFANO PROTOMARTIRE, CENTRO STUDI E RICERCHE STEFANOS, Santuario Santa Liberata V.M. 1904-2004 , Tipografia Litograf 2000, Piano Lago-Mangone (Cs), 2004;
- [6] Santuario Santa Liberata - Anno Santo 2000 - Cristo ieri, oggi e sempre, Tipografia Litograf 2000, Piano Lago-Mangone (Cs), 2000;
- [7] CNR,ICR, UNI-NorMal 1/88 Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico,1997;
- [8] LORENZO LAZZARINI, MARISA LAURENZI TABASSO, Il restauro della pietra, Cedam, Padova,1996;
- [9] LEONARDO BORGIOLI, Polimeri di sintesi per la conservazione della pietra, Il Prato, Padova,2002;
- [10] SALVATORE LORUSSO, La diagnostica per il controllo del Sistema Manufatto-Ambiente, Pitagora Editrice, Bologna;
- [11] SALVATORE LORUSSO, BRUNO SCHIPPA, Le metodologie scientifiche per lo studio dei beni culturali, Pitagora Editrice, Bologna,2001;
- [12] [http:// www.isaac.supsi.ch](http://www.isaac.supsi.ch);
- [13] [http:// www.flirthermografy.com](http://www.flirthermografy.com);
- [14] ANTONINO COSENTINO, Dispense didattiche, Corso di Tecniche Termografiche, Corso di Laurea D.C.R.B.C., Unical, 2007;
- [15] [http:// www.costruzioni.net](http://www.costruzioni.net);
- [16] ELISABETTA ROSINA, La percezione oltre l'apparenza: L'architettura all'infrarosso, Alinea Editrice, Firenze, 2004;
- [17] [http:// www.itc.cnr.it](http://www.itc.cnr.it);
- [18] <http://www.cnr.it>;
- [19] MARIA CUSCINO, Dispense didattiche, Corso di Laurea D.C.R.B.C., Unical, 2007;
- [20] GIOLJ F. GUIDI, Interventi di restauro SECONDA EDIZIONE, Tipografia del genio civile, Roma, 1999;
- [21] CORNELIS KLEIN, Mineralogia, Zanichelli, 2004;
- [22] LUCIO MORBIDELLI, Le rocce e i loro costituenti, Bardi Editore, 2003;
- [23] ANGELO PECCERILLO, DIEGO PERUGINI, Introduzione alla petrografia ottica, Morlacchi Editore, Perugia, 2003;
- [24] ALFONSO BOSELLINI, Introduzione allo studio delle rocce carbonatiche, Italo Bovolenta Editore, Ferrara, 1996;
- [25] CRISCI ET ALL, Un metodo geochimico per la determinazione della provenienza di lapidei macroscopicamente omogenei, in "ARKOS", n°2 (2003), pp. 52-59, Nardini Editore;
- [26] Lazzarini L, Tabasso M.L., Il Restauro della pietra, CEDAM.