

a cura di
Maria Carmela Frate
Flavia Trivella



RESTAURO CONSERVATIVO E TUTELA AMBIENTALE

REPERTORIO DI REALIZZAZIONI E SPERIMENTAZIONI

- Recupero del costruito
- Valorizzazione del territorio
- Progettazione e tecniche
- Progetti di rifunzionalizzazione
- Cantieri di restauro e cultura della materia
- Sperimentazioni



Dario Flaccovio Editore

Maria Carmela Frate Flavia Trivella

RESTAURO CONSERVATIVO E TUTELA AMBIENTALE

Repertorio di realizzazioni e sperimentazioni



Dario Flaccovio Editore

INDICE

Premessa

Introduzione di Flavia Trivella

Esempi di selezionati per una lezione di restauro di Giovanni Carbonara

1. Il restauro conservativo

1.1. Cenni introduttivi (<i>Maria Carmela Frate</i>).....	pag.	17
1.2. Il cantiere di restauro della Chiesa della Missione a Mondovì. Andrea Pozzo e il trionfo dell'illusione (<i>Alessandra Candido</i>).....	»	19
1.2.1. Notizie storiche	»	19
1.2.2. Andrea Pozzo	»	21
1.2.3. Il restauro	»	25
1.2.4. Conclusioni	»	27
1.2.5. Bibliografia	»	30
1.3. Il Restauro-riedificazione della kulla Muskholaj a Deçan/Decani in Kosovo (<i>Maurizio Berti</i>)....	»	30
1.3.1. Il rudere della kulla Muskholaj	»	31
1.3.2. Restauro e ricostruzione.....	»	32
1.3.3. Kulla, espressione della tradizione Dukagjini?.....	»	38
1.3.4. Il nuovo uso.....	»	38
1.3.4.1. I piani d'uso	»	40
1.4. Il Restauro della Moschea Defterfar a Pejë/Peć in Kosovo (<i>Maurizio Berti</i>)	»	42
1.4.1. Principi di restauro	»	44
1.4.2. Il rudere	»	44
1.4.3. Definizione del metodo e condizioni d'influenza	»	45
1.4.4. Lavori eseguiti prima dell'inverno	»	46
1.4.5. Pausa invernale: l'elaborazione del programma	»	47
1.4.6. Consolidamenti	»	48
1.4.7. Le travi per la dispersione dei carichi murari	»	51
1.4.8. Bibliografia	»	54

2. Il recupero del costruito e la valorizzazione del territorio

2.1. Cenni introduttivi (<i>Maria Carmela Frate</i>).....	»	55
2.2. Il programma di recupero del quartiere di Pré nel centro storico di Genova (<i>Ammia Farini</i>)	»	56
2.2.1. Le date.....	»	58
2.2.2. Riflessioni a posteriori	»	59
2.2.3. La situazione al termine dei lavori.....	»	63
2.2.4. Gli ambiti Pozzo-Roso	»	64
2.2.5. Un bilancio	»	65
2.2.6. Intervenire con il diradamento? L'esperienza di Pré.....	»	65
2.2.7. Cenni storici	»	67
2.2.8. Bibliografia	»	68
2.3. Monumenti della tecnica, infrastrutture storiche e trasformazioni del paesaggio: il progetto di valorizzazione del sito della diga in esercizio sul Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (<i>Donatella Rita Fiorino e Caterina Giannattasio</i>).....	»	68
2.3.1. Il progetto.....	»	69
2.3.2. I monumenti della tecnica	»	71
2.3.3. Il percorso metodologico e i criteri dell'intervento	»	72
2.3.4. La fase progettuale.....	»	77
2.3.4.1. Accessibilità	»	78
2.3.4.2. Il modello idraulico	»	78

2.3.4.3. La casa di guardia	»	81
2.3.4.4. Il telaio della gru Blondin	»	86
2.3.5. Conclusioni	»	88
2.3.6. Bibliografia	»	89
3. Il problema della rifunzionalizzazione		
3.1. Cenni introduttivi (<i>Maria Carmela Frate</i>)	»	91
3.2. L'ex chiesa di San Bevignate a Perugia (<i>Bruno Guerri e Giulio Pieroni</i>)	»	95
3.2.1. Gli apparati architettonici e decorativi	»	97
3.2.2. Il progetto di rifunzionalizzazione	»	99
3.2.3. Bibliografia	»	114
3.3. L'ex chiesa di Santa Caterina a Foligno (<i>Bruno Guerri</i>)	»	114
3.3.1. Gli apparati decorativi	»	118
3.3.2. I lavori di restauro	»	119
3.3.3. Bibliografia	»	125
3.4. Il Museo Civico Polironiano di San Benedetto Po: l'allestimento museale come strumento di conservazione e di valorizzazione (<i>Stefania Terenzoni e Cristian Prati</i>)	»	125
3.4.1. Il Museo Civico Polironiano	»	130
3.4.2. Bibliografia	»	145
4. La progettazione e le tecniche del restauro conservativo		
4.1. Cenni introduttivi (<i>Flavia Trivella</i>)	»	147
4.2. L'ex Convento e il Santuario di Santa Maria del Lavello a Lecco. Un decennio di restauri 1997-2007 (<i>Giuseppe Cruciani Fabozzi</i>)	»	149
4.2.1. Il recupero dell'ex convento	»	153
4.2.2. La ricognizione archeologica e i restauri interni alla chiesa	»	163
4.2.3. Bibliografia	»	177
4.3. Il restauro di Palazzo Guadagni Strozzi Sacrati a Firenze (<i>Giuseppe Cruciani Fabozzi</i>)	»	178
4.3.1. Cenni storici	»	178
4.3.2. Il cantiere di restauro	»	183
4.3.2.1. Le opere esterne	»	190
4.3.2.2. Il restauro dell'apparato decorativo e degli arredi interni	»	191
4.3.3. Bibliografia	»	197
4.4. I lavori di restauro al campanile di San Domenico a Perugia (<i>Maria Carmela Frate</i>)	»	198
4.4.1. Analisi e progetto	»	201
4.4.2. La volta del primo ordine	»	209
4.4.3. Il cantiere di restauro (<i>Giulio Ser-Giacomi</i>)	»	214
4.4.3.1. Il consolidamento del tetto	»	215
4.4.3.2. Il consolidamento murario	»	218
4.4.3.3. Il cornicione tra il terzo e il quarto ordine	»	221
4.4.4. Le antiche armature lignee e il sistema delle buche pontate	»	225
4.4.5. Bibliografia	»	229
4.5. Il restauro della Chiesa di Santo Stefano Martire a Palestrina (<i>Paolo Walter Di Paola</i>)	»	230
4.5.1. Lo stato di conservazione prima dei lavori	»	231
4.5.2. Cenni storici e ricerche	»	234
4.5.3. Il progetto e le opere di restauro	»	236
4.5.3.1. Risoluzione dei problemi legati all'umidità	»	237
4.5.3.2. Restauro degli affreschi interni	»	238
4.5.3.3. Descrizione degli affreschi	»	241
4.5.3.4. Il restauro della facciata	»	244
4.5.3.5. Lavori ancora da realizzare	»	246
4.5.4. Bibliografia	»	247
4.6. Il restauro di Villa Turri: il Palagio degli Antinori a Scandicci (<i>Ferruccio Della Fina, Fabrizio Sottili e Ornella Di Silverio</i>)	»	247

4.6.1. Cartografia	»	247
4.6.2. Cenni storici	»	249
4.6.3. Verso il progetto	»	250
4.6.3.1. Il paesaggio urbano	»	250
4.6.3.2. La villa	»	250
4.6.4. Perdita dell'impianto originario e intervento di restauro	»	253
4.6.4.1. Incatenamenti e irrigidimenti orizzontali	»	253
4.6.4.2. Orizzontamenti a piano terra e solai in legno	»	254
4.6.4.3. Volte e murature	»	254
4.6.4.4. Coperture	»	255
4.6.5. Il restauro delle finiture	»	257
4.6.5.1. Pavimenti	»	257
4.6.5.2. Intonaci	»	258
4.6.5.3. Soffitti a cassette	»	258
4.6.5.4. Controsoffitti e cornici in gesso	»	258
4.6.5.5. Infissi in legno	»	258
4.6.5.6. Affreschi	»	259
4.6.5.7. Arenarie	»	263
4.6.6. Bibliografia	»	264
5. Il cantiere di restauro e la cultura della materia		
5.1. Cenni introduttivi (<i>Maria Carmela Frate</i>)	»	265
5.2. La copertura lignea dell'ex ospedale di Ostiglia, il ruolo del rilievo e delle indagini nel progetto di conservazione (<i>Stefania Terenzoni e Juri Badalini</i>)	»	268
5.2.1. L'edificio	»	271
5.2.2. I rilievi e le indagini	»	272
5.2.3. Verifiche a calcolo	»	277
5.2.4. Stato di conservazione	»	278
5.2.5. Il progetto	»	281
5.2.6. Conclusioni	»	286
5.2.7. Bibliografia	»	286
5.3. Palazzo Bianchi a Perugia. Nascita e trasformazioni dal periodo post-unitario a oggi (<i>Michele Asciti</i>)	»	287
5.3.1. Proposta di restauro	»	301
5.3.2. Il restauro delle terrecotte decorative	»	301
5.3.3. Bibliografia	»	308
5.4. Restaurare l'architettura dell'identità collettiva: il caso di una casa in terra della Sardegna (<i>Alceo Vado</i>)	»	309
5.4.1. Paesaggio – Architettura – Restauro	»	309
5.4.2. L'esempio realizzato	»	312
5.4.3. Il proprietario racconta: "Bisognava crederci" (<i>Enrico Pinna</i>)	»	315
5.4.4. La parola a uno dei fornitori specializzati	»	325
5.4.4.1. Restaurare con la terra e la calce	»	326
5.4.5. Bibliografia	»	329
5.5. Fra tradizione e innovazione: il restauro della chiesa di San Michele Arcangelo a Minervino Murge (<i>Lucia Serafini</i>)	»	329
5.5.1. Il cantiere di restauro	»	332
5.5.2. La valutazione della vulnerabilità sismica (<i>Fabio Armlotta</i>)	»	341
5.5.2.1. Indagini sul fabbricato	»	343
5.5.2.2. Indagini su materiali ed elementi	»	343
5.5.2.3. Schema strutturale e modellazione	»	343
5.5.2.4. Verifica alle azioni fuori piano	»	344
5.5.2.5. Sintesi dei risultati	»	344
5.5.3. Bibliografia	»	346

5.5. Fra tradizione e innovazione: il restauro della chiesa di San Michele Arcangelo a Minervino Murge (Lucia Serafini)

La chiesa di San Michele Arcangelo a Minervino Murge, in provincia di Bari, è un monumento denso dei tratti identitari della Puglia e della sua cultura. Nei suoi instancabili viaggi letterari e artistici attraverso la regione, il *pellegrino* Cesare Brandi non la intercetta, ma non manca di evocarne il volto e il colore, comuni a un patrimonio tanto multiforme quanto unitario, restituito continuamente oscillando tra dimensione della razionalità e senso del meraviglioso. L'impianto della chiesa è ottagonale, come quello di Castel del Monte, e come questo porta il proprio carico simbolico riguardo alla forma più adeguata alla contemplazione del divino; la dedicazione è a San Michele Arcangelo: un culto, quello micaelico, che trova il suo punto di diffusione nel santuario dedicato all'Arcangelo sul Gargano, tra i più antichi e frequentati della cristianità; la sua costruzione è in pietra, come è in pietra tutta l'architettura pugliese, nella varietà offerta da risorse locali sapientemente esaltate nei loro requisiti e potenzialità da tradizioni costruttive di assai lunga durata.

Grande consapevolezza delle specificità formali e materiali della Chiesa di San Michele ha improntato il restauro progettato e diretto nel corso del 2007 dall'architetto pugliese Fabio Armillotta dello studio *CASA Associati* di Pescara⁴², con la consulenza del professor Claudio Varagnoli della Università G. d'Annunzio di Chieti-Pescara. Se è vero che compito del restauro è il mantenimento del patrimonio, nella sua complessa identità storica,

⁴² Lo studio *CASA Associati* è formato dagli architetti Fabio Armillotta, Carmela Palmieri e N. Marco Santomauro.

estetica e materiale, l'intervento alla chiesa è riuscito nell'intento, aggiungendo all'obiettivo supremo della conservazione quello, aggiuntivo, del disvelamento dei suoi valori, ri-scoperti, avendo ben presenti le stratificazioni e la patina del tempo, su una fabbrica pur giovane. La costruzione della chiesa risale infatti alla seconda metà dell'Ottocento e alla volontà della Confraternita di San Michele di realizzare un edificio religioso – direttamente sulla viva roccia – in un sito scelto all'epoca fuori dal centro abitato, per svolgere gli “uffici della Venerabile Congrega” e al contempo “rendere un comodo alla popolazione mancando in quel luogo un tale monumento”⁴³. A finanziare i lavori fu la stessa Confraternita, coadiuvata dalle offerte dei fedeli e da numerose vendite e donazioni che danno la misura, nella traccia documentaria che ne rimane, dell'interesse al veloce avanzamento del cantiere⁴⁴.

Il progetto, del 1852, prevedeva la realizzazione di un edificio a pianta ottagonale interamente coperto da volte, sia sulla campata centrale che sull'abside e sulle campate laterali. Le ambizioni di tale programma dovettero però rivelarsi ben presto eccessive, se a qualche anno dall'avvio dei lavori si verificò un crollo rovinoso, su parte del tetto e della cupola – quest'ultima probabilmente sovradimensionata rispetto alle murature d'ambito – tale da ridurre a rudere lo stato della fabbrica e impegnare le energie della Congrega nell'adozione di provvedimenti di assoluta emergenza: in un documento del 1863 risulta accordarsi al superiore Giuseppe Brandi la facoltà di far debiti pur di terminare la fabbrica, definita *mezza diruta* per motivi che non vengono specificati altrimenti che “per fine imperscrutabile di Dio”. Significativo è il fatto che la lapide all'interno della chiesa, sulla bussola d'ingresso, porti la data del 1856, come quella di costruzione del “tempio su un relitto caduto”, facendola coincidere con una tappa di fatto successiva a quella del primo impianto. La costruzione dei quattro pilastri polilobati con semicolonne addossate fa probabilmente parte del progetto di revisione strutturale della fabbrica, che risulta conclusa nel 1873 con la realizzazione della copertura a otto falde congiunte in sommità all'estradosso della nuova cupola centrale. A fare da contrappunto a questa, raccordata ai pilastri tramite pennacchi triangolari, il nuovo progetto impegna un'articolata geometria di volte minori: di quelle sui vani laterali, con volte a vela impostate su archi, e dell'abside, coperta da una calotta emisferica adattata a coprire un vano rettangolare. Alla copertura a otto falde il progetto fa inoltre corrispondere un solido a otto facce su due livelli, separati sui prospetti da una cornice marcapiano, intervallato da mezzelune al secondo livello, e concluso da una robusta cornice sommitale che corre su tutto il perimetro e che in facciata si piega a realizzare il timpano.

Una tappa importante per la storia della chiesa corrisponde al 1884, quando passò dal ruolo di semplice rettoria all'ufficio di vicaria parrocchiale, guadagnando un ricco corredo interno e restituendo la realtà di un cantiere di larghi orizzonti: insieme al fonte battesimale fu in quegli anni realizzato l'organo, per mano del maestro organaro Carlo Aletti di Monza – ancora presente nei vani superiori del presbiterio – e vennero impreziosite le pareti con tele e statue di scuola napoletana. Risale a questo periodo anche la decorazione degli interni con finti marmi policromi, destinati a realizzare un ricco contrappunto tra

sfondi e ordine architettonico oltre che a esaltare le strutture voltate. A questa fase si fa anche risalire l'apparato, ricchissimo, degli altari: di quelli laterali, dedicati a San Giocchino e a San Bernardo, e di quello maggiore, realizzato in tufo dipinto a finto marmo – con due ordini di registri recanti le immagini dei dodici apostoli in bronzo dorato – e arricchito con figure di angeli e motivi floreali. Nel programma di arredo interno della fabbrica e completamento delle finiture esterne rientra anche la costruzione, a partire dal 1892, dei due campanili in facciata, a inquadrare il timpano, e soprattutto di una nuova scalinata esterna “per poter accedere più comodamente alla chiesa”, in sostituzione di quella esistente a unica rampa e senza pianerottoli: il tutto, ancora una volta si precisa nei documenti “per decoro della Congrega e per lustro della cittadinanza”⁴⁵.

Altra questione importante è la realizzazione di uno scialbo sulle pareti esterne dell'ordine superiore della fabbrica, per omogeneizzarne il cromatismo rispetto all'ordine inferiore e al contempo garantirne la protezione rispetto agli agenti atmosferici. Come nella migliore tradizione costruttiva locale, qui esaltata dalla monumentalità del cantiere, l'edificio fu interamente realizzato in blocchi squadrati di tufo calcareo locale, tagliato a seguire anche all'esterno la sua geometria ottagonale, ma destinato a essere nascosto sotto una varietà di paramento ottenuta con consapevolezza e maestria. Se il primo ordine della facciata fu rivestito di conci di pietra calcarea, cosiddetta di Minervino, quello superiore, come testimoniato dalla documentazione grafica e d'archivio, fu invece soltanto coperto, al di sopra della ricca cornice marcapiano, da un sottile strato di intonaco bianco, destinato a proteggere le superfici e a garantire una resa estetica della fabbrica adatta al suo ruolo e alla sua valenza urbanistica, nel frattempo guadagnata con l'infittimento del tessuto edilizio nelle sue prossimità.

Sulla consistenza e lo stato di conservazione dell'edificio si espresse nel 1932 il vescovo Paolo Rostagno, che in una visita del 1938, la dichiarò in buone condizioni, sia da un punto di vista statico che manutentivo, con la facciata giudicata “decorosa e pulita”. Circostanza questa che però dovette mutare negli anni successivi se, nel 1956, il nuovo vescovo Luigi Pirelli indicò la necessità di urgenti lavori di restauro ai finestrini e alla struttura del tetto, rovinata da infiltrazioni d'acqua che avevano causato anche la caduta di porzioni di stucco dalla cupola centrale. Alla segnalazione del vescovo seguirono i lavori svolti negli anni immediatamente successivi, e quelli realizzati nel corso degli anni '70 e '80 con interventi al presbiterio e all'altare maggiore. Nel 1975, in linea con le direttive del Concilio Vaticano II, venne eliminato l'altare a muro maggiore, fino ad allora chiuso da una ringhiera in ferro che teneva separato il presbiterio dal resto della chiesa, e sostituito con un altro più consona alla rinnovata liturgia. Anche l'antico tabernacolo in marmo subì la stessa sorte, mentre il battistero venne da allora utilizzato come acquasantiera. Ai primi anni '90 risale la sostituzione della pavimentazione in marmette di graniglia, con una nuova in Pietra di Apricena, la stessa utilizzata per sostituire i laterizi che facevano da zoccolatura nelle murature perimetrali.

⁴⁵ *Ibidem*. La costruzione della scalinata, con rampe e ballatoi, impegna due progetti – uno di Domenico Bevilacqua, l'altro di Vincenzo Posa, entrambi muratori di Minervino – che si risolvono a favore del secondo, col riutilizzo, peraltro, del materiale derivante dalla demolizione di un edificio “inutile” eretto a destra della facciata della chiesa, da cui risulta si ricavarono cinque grossi blocchi valutati per 100 lire.

⁴³ Si ringrazia l'arch. Maria Aurora Trentadue per il prezioso contributo dato allo svolgimento della ricerca storica.

⁴⁴ Archivio parrocchiale di San Michele Arcangelo, Minervino Murge, *Libro della congrega di S. Michele Arcangelo*, vol. I.

5.5.1. Il cantiere di restauro

Gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria che hanno interessato la fabbrica sin dal suo primo impianto, come si è visto, non ne hanno toccato la struttura in legno della copertura né tanto meno la facciata, investite col passare del tempo da problemi di conservazione che non è stato più possibile rimandare, impegnando l'ultimo restauro in un articolato programma di intervento. A commissionare i lavori all'architetto Fabio Armillotta è stata la stessa parrocchia di San Michele, istituita sin dal 1949, che li ha finanziati col contributo della Conferenza Episcopale Italiana e della Diocesi di Andria. Assumendo la fabbrica a primo e imprescindibile documento di se stessa, il progetto è stato preceduto non solo da un accurato studio delle fonti bibliografiche e archivistiche, ma anche da una conoscenza approfondita del manufatto che solo il rilievo poteva garantire. Rilievo a tal proposito realizzato anche con sofisticati mezzi strumentali per indagare le tipologie di degrado, le strutture, i materiali, le tecniche costruttive. Così è stato, ad esempio, per le indagini endoscopiche dirette a una più approfondita conoscenza della morfologia, tipologia, modalità d'interconnessione degli elementi e dello stato di conservazione delle murature.

Il rilievo architettonico, basandosi su punti di appoggio topografici, è stato invece realizzato con operazioni di misura diretta tramite distanziometri laser e aste metriche. Per l'analisi delle forme di degrado di grande utilità è stata l'applicazione della simbologia predisposta dalle più aggiornate Raccomandazioni delle Commissioni UNI-NorMaL, adatta a individuare i vari fenomeni di deterioramento, in ordine a cause ed effetti, e a predisporre i rimedi congruenti. È stato il rilievo così direzionato a rendere ragione della diversa qualità e consistenza fisico-chimica della muratura in tufo calcareo del secondo ordine – più leggero, oltre che più economico di quello in pietra calcarea del primo – e a spiegare e a giustificare la sua



Figura 5.68. La chiesa di San Michele Arcangelo prima del restauro. La graduale disgregazione dell'intonaco aveva causato la perdita dell'originaria uniformità cromatica delle facciate



Figura 5.69. Dettagli della cornice dell'ordine superiore: a) si evidenzia che il paramento di tufo calcareo non presentava più il sottile strato di intonaco con cui era originariamente rivestito; b) particolare del terminale



Figura 5.70. I conci lapidei della parte basamentale interessati dalla presenza diffusa di licheni



Figura 5.71. Prova di pulitura



Figura 5.72. Prove di scialbatura

maggior degradabilità e vulnerabilità agli agenti atmosferici, cui lo scialbo di copertura originario non è riuscito a fare completamente da scudo. Al momento dell'intervento, la sottile finitura a base di calce si presentava infatti quasi completamente disgregata, con la pietra sottostante scoperta in buona parte e vittima dei più vari fenomeni di degrado, compresi fra depositi superficiali e attacchi di tipo biologico, peraltro presenti sotto forma di licheni anche nelle parti più esposte del basamento.

L'intervento sulle facciate è stato stabilito in funzione dei problemi riscontrati, seguendo un iter metodologico che è passato dalle operazioni di pulitura agli interventi di consolidamento e protezione, con una gradualità attentamente studiata e stabilita sulla base di un solido apparato critico e tecnico. La maggiore o minore tenacità dei fenomeni di degrado ha legittimato per la pulitura il ricorso a una gamma di strumenti impiegati con progressione e intensità diverse. Sicché si è passati dall'uso di mezzi meccanici semplici, come stracci e spazzole di saggina, a lavaggi con idropuliture a pressione controllata, comunque inferiori alle 3 atm. Per la cortina del secondo ordine si è proceduto dapprima con un trattamento biocida e poi con operazioni di stuccatura, realizzate nei punti in cui era stata riscontrata perdita di materia. Alla stuccatura hanno fatto seguito nuove stilature dei giunti con malta di calce idraulica, ricavata da un grassello accuratamente seleziona-



Figura 5.73. La cornice dopo le operazioni di pulitura

to. L'uniformità cromatica tra paramento del primo e del secondo ordine è stata ottenuta con un nuovo intervento di scialbatura su quest'ultimo, realizzato con tinte a base di calce idraulica naturale, la cui intensità tonale è stata stabilita grazie a numerose prove su campioni. Diverso, ma solo da un punto di vista quantitativo, l'intervento sulla copertura, che ha richiesto consistenti operazioni di adeguamento statico. La struttura ottocentesca del tetto era costituita da un doppio anello di travi e sovrapposto tavolato ligneo, a sua volta finito con un manto di coppi e embrici montati a secco. Se le estremità delle travi poggiavano su cavalletti lignei e blocchi di tufo calcareo, il loro fusto gravava in alcuni punti direttamente sulle volte sottostanti, con forte rischio per le stesse, anche per il rigonfiamento portato alle travi da un avanzato stato di degrado, con fenomeni di marcescenza dovuti all'infiltrazione di acqua e all'attacco di insetti xilofagi. Per rimediare a questo stato, il progetto ha previsto la scomposizione dell'intera struttura del tetto e del manto di copertura, con grande attenzione al recupero di tutti gli elementi riutilizzabili, nel frattempo sistemati in un deposito adiacente al cantiere.

La giudicata irrecuperabilità delle travi della struttura originaria, incapace ormai di assolvere alle funzioni statiche necessarie, stabilita in accordo con la locale soprintendenza, ha fatto optare per la loro



Figura 5.74. Integrazione con malta di calce idraulica della base della lesena del secondo ordine



Figura 5.75
La struttura lignea della copertura in avanzato stato di degrado



Figura 5.76. Simulazione dell'intervento di restauro sulla facciata principale

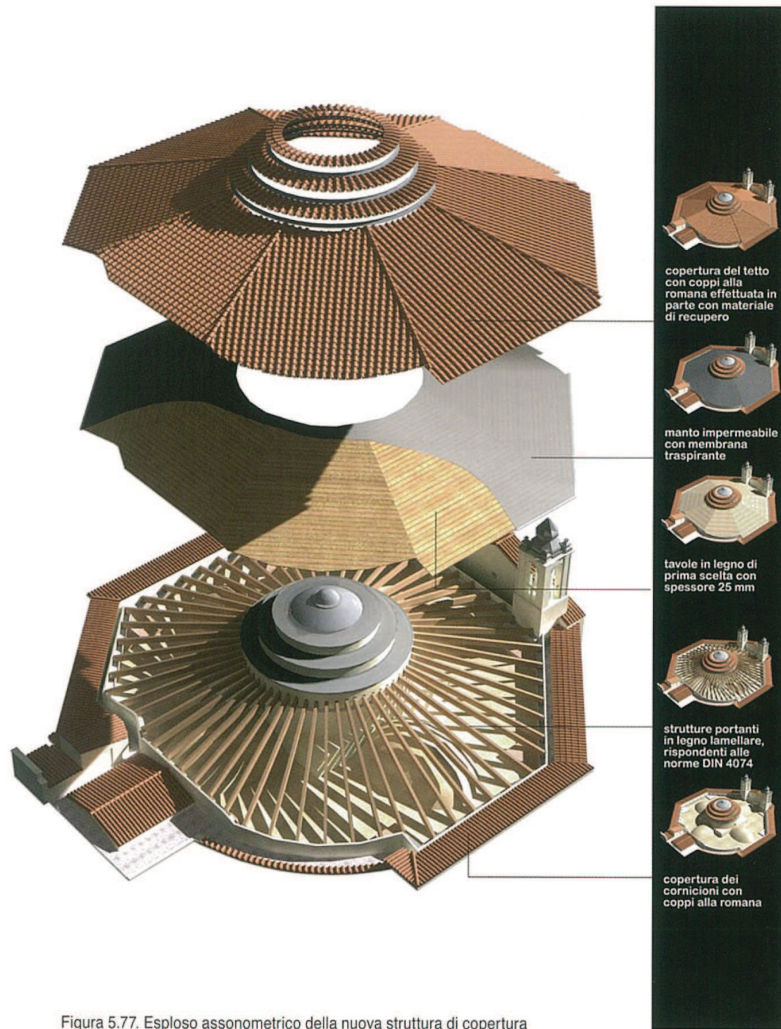


Figura 5.77. Esploso assometrico della nuova struttura di copertura

sostituzione con elementi in legno lamellare opportunamente trattato. Il nuovo sistema di copertura è stato scelto a semplice orditura allo scopo di evitare carichi concentrati sulle volte; lo stesso scrupolo per la solidità della nuova struttura rispetto all'antica ha guidato la ricerca di un più sicuro alloggiamento delle travi, previsto in corrispondenza della muratura perimetrale e del tamburo centrale, irrobustiti con cordoli in cemento armato di esigue dimensioni, per migliorarne la risposta agli eventi sismici. Il manto di copertura, infine, è stato realizzato con embrici e coppi, in parte di recupero in parte nuovi, disposti sul tavolato ligneo, spesso 25 mm e reso impermeabile con teli protettivi traspiranti. La

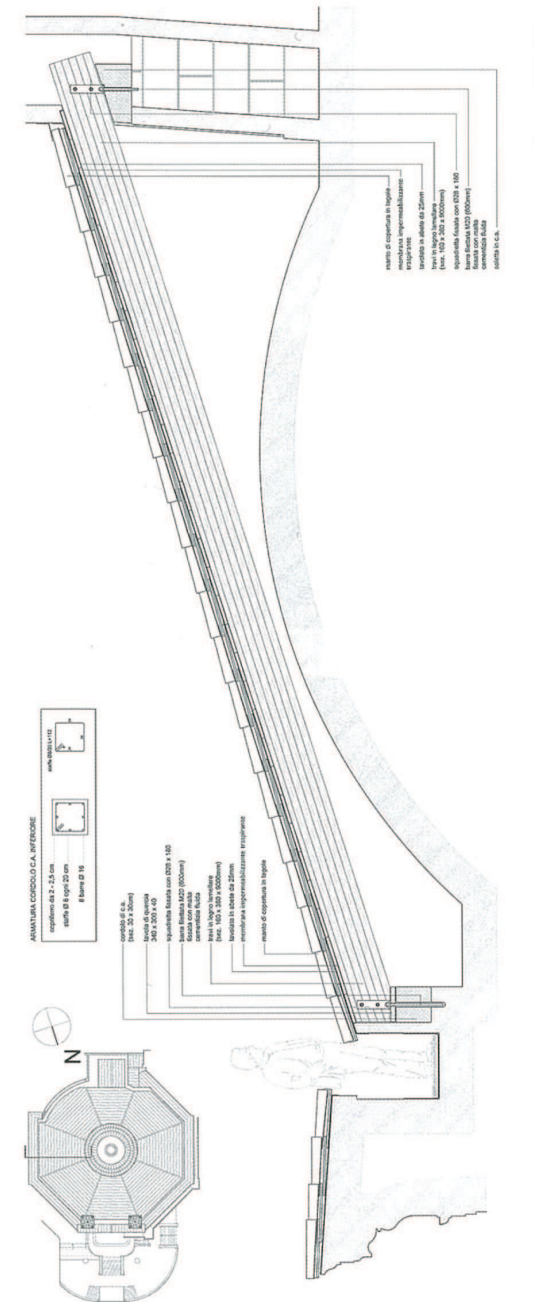


Figura 5.78. Sezione di dettaglio della nuova struttura di copertura



Figura 5.79
Trasferimento delle travi,
tramite autogru,
sul tetto della chiesa



Figura 5.80
La nuova orditura
della copertura
della chiesa



Figura 5.81
Particolari della fase di montaggio della copertura:
a) montaggio delle travi lignee e del tavolato; b) tavolato
e cornice perimetrale

copertura dei cornicioni con coppi alla romana ha chiuso il ciclo dei lavori di manutenzione alla facciata e alla struttura del tetto e offerto, con la progettazione del nuovo crocifisso alla sommità di questo, nuovi argomenti ed elementi al restauro della chiesa e alla possibilità di sperimentare, a una scala pur minima, l'accostamento dell'antica fabbrica a un prodotto modernamente concepito.

La struttura d'acciaio del crocifisso progettata da Fabio Armillotta porta una lastra di Pietra di Minervino che omaggia ed esalta le tradizioni locali, mostrandone consapevolezza e attualità. È un merito del restauro avere colto i valori più reconditi della fabbrica e averli svelati: tra questi è la pietra di cui la chiesa è costituita e i cui otto prospetti offrono alla vista le più ampie declinazioni: dalla roccia allo stato naturale, su cui la chiesa si fonda, a quella in conci tagliati delle murature d'ambito, a quella sagomata e lavorata che realizza l'ordine architettonico della facciata – col portale, il doppio ordine di paraste, la teoria



Figura 5.82
Posa in opera di teli
impermeabili traspiranti



Figura 5.83
Posa in opera del manto
di copertura composto
da embrici e coppi

di mensole che realizzano i cornicioni e il timpano tra i campanili –, a quella, infine, che riempie l'incavo d'acciaio del nuovo crocifisso.

Se all'esterno il trattamento delle superfici ha ridato plasticità ai prospetti e donato nuova luce alle texture lapidee, all'interno l'adeguamento e la messa in sicurezza dell'impianto elettrico preesistente si è combinato con la realizzazione di un nuovo sistema di illuminazione, diretto a valorizzare i ricchi partiti architettonici e decorativi che impaginato le pareti.

L'installazione in punti strategici di proiettori orientabili è stata realizzata avendo ben presente la gerarchia e l'articolazione degli elementi fissi e d'arredo dell'aula, assunti a discriminanti fondamentali per governare la luce artificiale e modularne intensità e impatto.

In *A passo d'uomo*, pubblicato nel 1970, è ancora l'infaticabile viaggiatore Cesare Brandi a parlare della necessità che il presente non uccida il passato, ma anzi, lo integri; e chissà se trovandosi oggi a percorrere nuovamente le assolate strade della Puglia volesse includere nel suo itinerario pure la Chiesa di San Michele Arcangelo. Forse sì, anche perché la



Figura 5.84
La Chiesa
di San Michele
Arcangelo dopo
i lavori di restauro:
a) vista generale;
b) la facciata principale;
c) il tetto

sua mole ottagonale, un tempo su via Torre, oggi sfondo e scenario di corso Matteotti, al centro della città, anche grazie all'ultimo restauro sembra avere conquistato nuovi meriti per partecipare del contesto socio-culturale da lui mirabilmente delineato; anch'essa è anima, tra le tante della Regione, capace di affiorare e imporsi in tutta l'identità propria e della terra che l'accoglie.

5.5.2. La valutazione della vulnerabilità sismica (Fabio Armillotta)

Lo studio è stato condotto in linea con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/03, che ha approvato ufficialmente i *Criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale*, nonché le connesse *Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici*⁴⁶.

⁴⁶ La valutazione di vulnerabilità è stata redatta insieme all'arch. Elena Candigliotta dell'Unità Tecnica Ingegneria Sismica dell'ENEA.

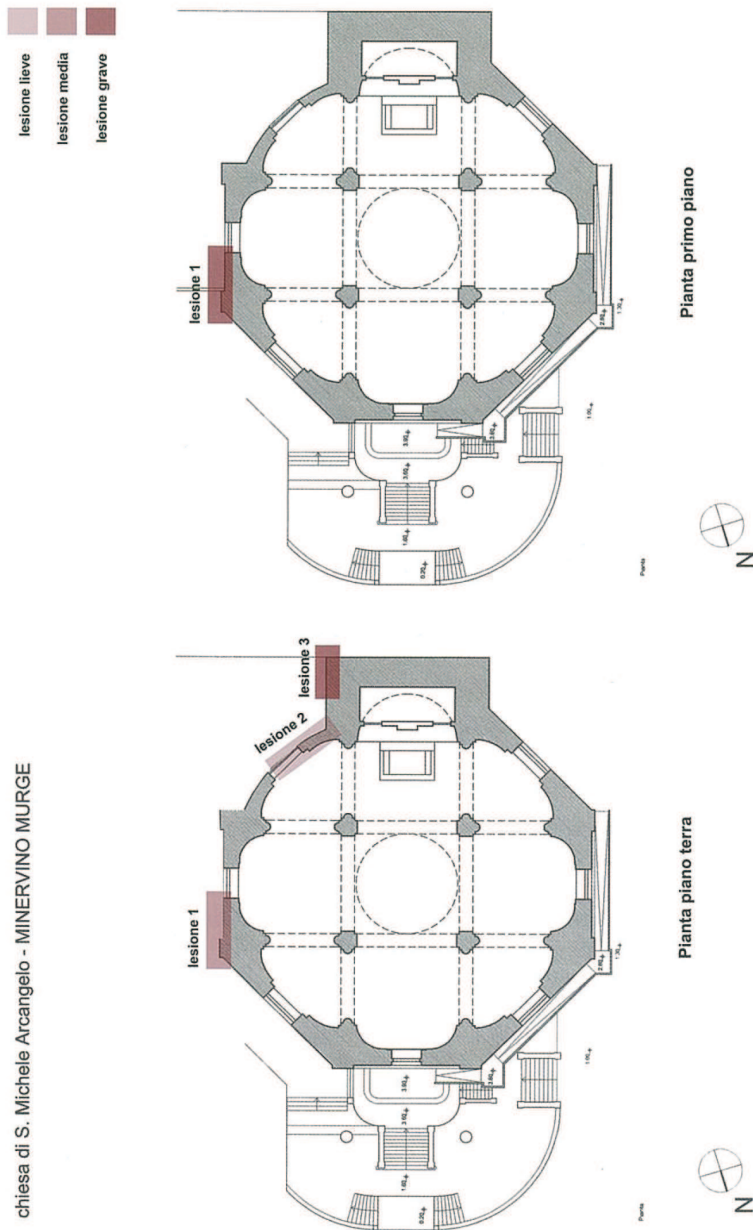


Figura 5.85. Individuazione delle lesioni rilevate distinte per tre livelli (da 1 più lieve, a 3 più evidente)

5.5.2.1. Indagini sul fabbricato

Si sono effettuati due livelli di analisi:

- I livello: determinazione dei meccanismi di collasso più probabili in base alle caratteristiche tipologiche (Scheda di vulnerabilità delle chiese, Protezione Civile, Modello A-DC);
- II livello: messa in relazione dei possibili meccanismi individuati con le caratteristiche geometriche e costruttive dell'edificio e con quelle meccaniche dei materiali impiegati.

Su tali basi, sono stati individuati sei meccanismi di collasso possibili in funzione delle sole caratteristiche geometriche dell'edificio:

- ribaltamento della facciata;
- ribaltamento del timpano;
- meccanismi nel piano della facciata;
- eventi di collasso;
- danno a cupola e tamburo;
- ribaltamento dell'abside;
- danno alle torri campanarie.

5.5.2.2. Indagini su materiali ed elementi

Le resistenze dei materiali sono state dedotte sulla base delle resistenze di materiali analoghi reperiti in zona e mediante prove in situ; la resistenza della muratura è stata calcolata secondo il D.M. 20/11/1987, combinando la resistenza del tufo con quella della malta ottenuta attraverso prove penetrometriche in situ. Per analogia con i materiali in uso nella stessa zona, si è assunta la resistenza del tufo pari a 3-4 MPa. Considerando che la malta, dalle prove penetrometriche, è risultata a entrambi i livelli compresa tra 1,5 e 2 MPa, è stata ricavata la resistenza caratteristica a compressione della muratura pari a 2,5 MPa. Con lo stesso criterio è stata dedotta la resistenza a taglio in assenza di carichi verticali, che è risultata pari a 0,1 MPa.

5.5.2.3. Schema strutturale e modellazione

Le verifiche sono state condotte attraverso un'analisi limite dell'equilibrio (ALE) secondo un approccio cinematico (O.P.C.M. n. 3274 e s.m.i.).

Sono stati individuati due possibili meccanismi di collasso:

- ribaltamento del muro dovuto a forze ortogonali al proprio piano;
- rottura del muro nel proprio piano (per taglio o ribaltamento) determinata da forze a esso parallele.

Considerata la discreta coesione della malta, si è supposto che il collasso avvenga a grandi blocchi; le verifiche sono state, quindi, eseguite mettendo a confronto, per ogni meccanismo, la resistenza orizzontale con l'azione sismica.

Sono state prese in considerazione per l'analisi strutturale le seguenti caratteristiche della struttura:

- la muratura, dall'analisi di alcuni campioni, risulta discreta per la presenza di conci di grosse dimensioni ben ammassati e per la qualità della malta. Poiché non è stato possibile rilevare gli ammassamenti tra le pareti ortogonali, si è ipotizzato che questi ultimi non siano efficaci;
- gli impalcati sono costituiti da volte e non contribuiscono, quindi, al trattenimento delle pareti perimetrali;
- la copertura è costituita da un'orditura di travi lignee.

5.5.2.4. Verifica alle azioni fuori piano

Il primo meccanismo analizzato è rappresentato dal ribaltamento semplice della facciata principale dell'edificio (del tutto simile alle altre per geometria e pesi sovrastanti), al fine di individuare l'entità del più piccolo coefficiente sismico che determina la crisi del sistema murario, attraverso un approccio di tipo cinematico. Definito il meccanismo, si è valutata l'accelerazione orizzontale che lo attiva, confrontandola con quella prevista nella zona dalla recente normativa.

Tutte le verifiche eseguite sono ai sensi della OPCM 3274 e s.m.i.

RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA PRINCIPALE

	1	2	3
Geometria			
spessore della parete S , [m]	0.70	0.70	0.70
Area di influenza dell'orizzontamento [m ²]		51.85	
superficie della parete ribaltante [m ²]	78.13	61.40	25.30
braccio verticale del carico trasmesso da copertura h_c [m]			13.68
braccio orizzontale del carico trasmesso da copertura d_c [m]			0.45
quota del baricentro della parete y_{ci} [m]	3.83	9.77	10.67
Azioni			
peso proprio della parete W_i [Kg]	136731.00	68772.48	28331.52
carico trasmesso da coperture [Kg]			6279.50
carico trasmesso da campanili [Kg]			33142.00

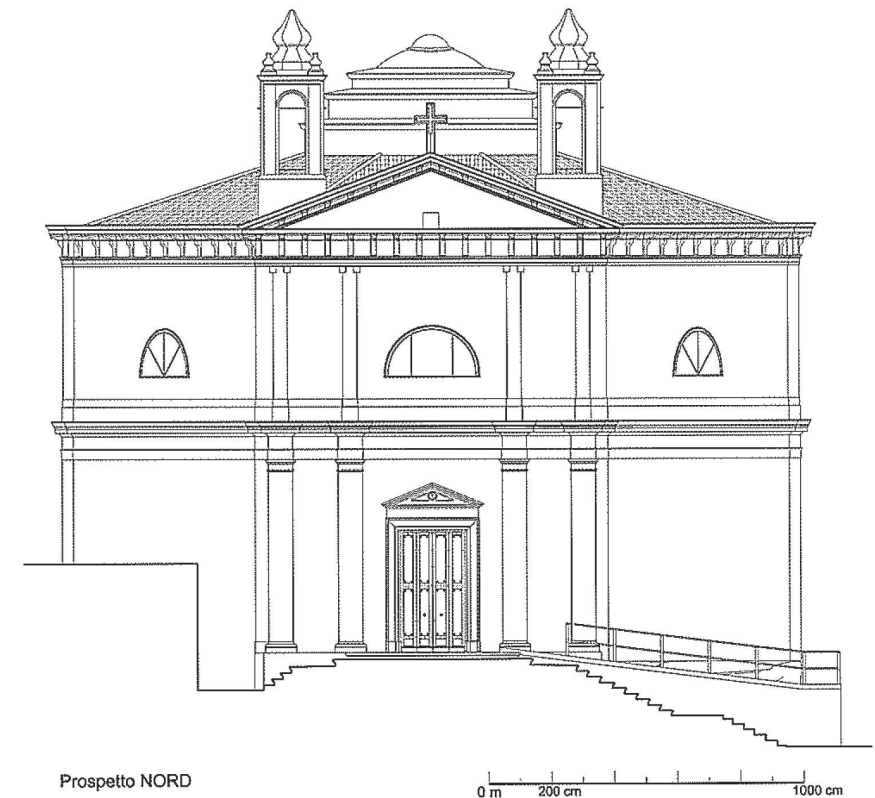
Figura 5.86. Esempificazione dei carichi utilizzati nella valutazione delle azioni che si esercitano sui macroelementi considerati

5.5.2.5. Sintesi dei risultati

Alle azioni fuori piano, la struttura non risulta verificata. I pannelli murari del primo livello, particolarmente snelli, non risultano verificati al meccanismo di ribaltamento nel piano.

Conseguentemente all'analisi del quadro fessurativo e allo studio di vulnerabilità è stata consigliata la rimozione dell'intonaco su tutte le lesioni riscontrate, per effettuare un successivo monitoraggio. Si è consigliato anche di effettuare prove con martinetto piatto singolo e doppio, allo scopo di individuare le tensioni di esercizio e di collasso della muratura nelle pareti lesionate. Nel caso in cui le lesioni risultassero provocate dall'aumento del carico dei muri, a causa dell'appoggio dei solai dei locali parrocchiali, è stato consigliato di creare un altro appoggio giuntato.

Sono stati consigliati alcuni interventi a seconda della tipologia di degrado:



parete	h [m]	L [m]	S [m ²]	s [m]	V [m ³]	P_s [Kg/m ³]	P [Kg]
1	7.66	10.20	78.13	0.70	54.69	2500.00	136731.0
2	6.02	10.20	61.40	0.70	42.98	1600.00	68772.48
3	2.48	10.20	25.30	0.70	17.71	1600.00	28331.52

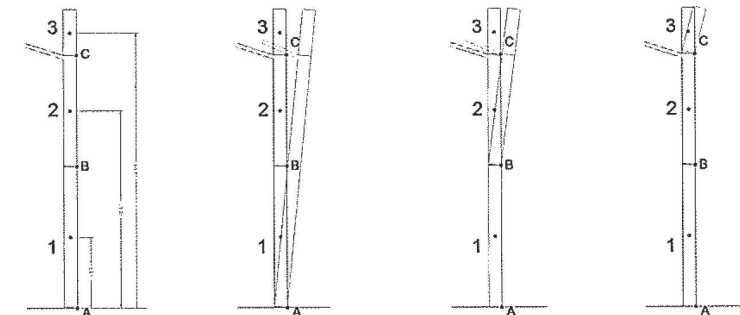


Figura 5.87. Analisi delle condizioni di collasso della facciata principale; caratteristiche geometriche e azioni sul macroelemento

Restauro conservativo e tutela ambientale

- lesioni zona sud-est: eliminazione dell'appoggio del solaio nei locali parrocchiali;
- lesioni e fessurazioni di piccola entità: riprese con malta speciale;
- ammaloramento dell'intradosso del solaio di sostegno dell'organo: ripristino della struttura di sostegno;
- componenti di spinta orizzontale: inserimento di catene metalliche.

5.5.3. Bibliografia

Armillotta F., *San Michele Arcangelo, dal progetto al restauro*, in "Recuperare l'edilizia", sett. 2008; 24-27.

Armillotta F., *Restauro delle facciate e adeguamento statico della copertura. L'intervento di recupero della chiesa di San Michele Arcangelo a Minervino Murge*, in "Tetto e Pareti", sett. 2008; 26-32.

Armillotta F., Verazzo C., *La chiesa di San Michele Arcangelo a Minervino Murge (BA): dall'analisi della fabbrica al cantiere di restauro* (con Clara Verazzo), in atti del VII Congresso Nazionale "Lo Stato dell'Arte" Napoli, Castel Dell'Ovo 8-10 ottobre 2009; 679-686.

Brandi C., *A passo d'uomo*, Milano, 1970.

Brandi C., *Pellegrino di Puglia*, Bari, 1960.

Cangi G., *Manuale del recupero strutturale e antisismico*, Roma, 2005.

D.M.LL.PP. del 20/11/1987, *Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento*.

Giuffrè A., *Sicurezza e conservazione dei centri storici. Il caso di Ortigia*, Bari, 1993.

Mastrodicasa S., *Dissesti statici delle strutture edilizie*, Milano, 1993.

Marconi P., *Dal piccolo al grande restauro. Colore, struttura, architettura*, Venezia, 1998.