

a cura di
maria cristina forlani

CULTURA TECNOLOGICA E PROGETTO SOSTENIBILE

IDEE E PROPOSTE ECOSOSTENIBILI PER I TERRITORI DEL SISMA AQUILANO

ATTI DEL WORKSHOP PROGETTUALE
SITdA



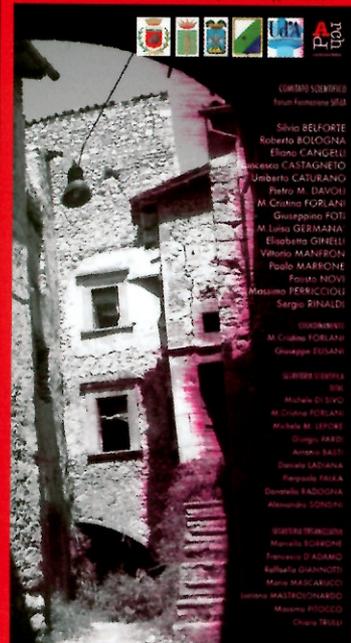
ALINEA
EDITRICE

SOCIETÀ ITALIANA DELLA TECNOLOGIA
DELL'ARCHITETTURA

DIPARTIMENTO DI TECNOLOGIE
PER L'AMBIENTE COSTRUITO



Il WS si pone l'obiettivo di valutare il ruolo della formazione "tecnologica" in rapporto alle più attuali istanze poste dalla ricerca di sostenibilità delle azioni progettuali, che partono dall'individuazione del patrimonio costruito, diffuso in vaste aree del nostro Paese, e dalla necessità di una riqualificazione energetica ed edilizia estensiva, posta dalle recenti normative. Il tema scelto del 6 aprile nel territorio dell'aquila ha messo in evidenza tali problematiche, spesso associate dalla ricerca con modelli scientifici, accentuando la fragilità della spopolamento in seguito alla distruzione e dei costi di molte abitazioni. Ci si deve chiedere, dunque, quale ricostruzione sia la più "sostenibile" per questi nuclei abitativi, sociali ed economici e quali strategie possono essere in grado di farcela, attraverso la costruzione di "case" in grado per una "indagazione duratura".



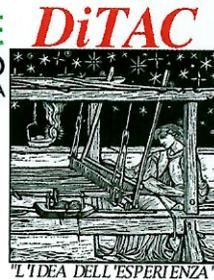
WORKSHOP
PROGETTUALE
SITdA
IDEE E PROPOSTE ECOSOSTENIBILI
PER I TERRITORI DEL SISMA AQUILANO

partecipanti in sede universitaria di

ASCOLI PICENO
CASERTA
FERRARA
FIRENZE
GENOVA
MILANO
NAPOLI
PALERMO
PESCARA
REGGIO CALABRIA
ROMA
SIRACUSA
TORINO
VENEZIA

Costruzioni temporanee
Recupero del patrimonio non monumentale
Nuove costruzioni per il rinnovo edilizio

pescara
caborciano
31 MAGGIO
5 GIUGNO
2010



La pubblicazione del volume è stata finanziata da:

Dipartimento di Tecnologie per l'Ambiente Costruito (DiTAC)
Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura (SITdA)
Fondazione Cassa di Risparmio della Provincia de L'Aquila (CARISPAQ)
Facoltà di Architettura, Università degli studi "G. D'Annunzio" di Chieti-Pescara.

I Materiali dell'Architettura / 9
diretta da Michele Di Sivo

Impaginazione e grafica a cura di Danilo Di Mascio

© copyright Alinea editrice s.r.l. - Firenze 2010
50144 Firenze, via Pierluigi da Palestrina, 17/19 rosso
Tel. +39 055/333428 - Fax +39 055/6285887

*Tutti i diritti sono riservati:
nessuna parte può essere riprodotta in alcun modo
(compresi fotocopie e microfilms)
senza il permesso scritto della Casa Editrice*

e-mail: ordini@alinea.it website: <http://www.alinea.it>

ISBN 978-88-6055-604-2

Finito di stampare nel dicembre 2010

Stampa: Genesi Gruppo editoriale srl - Città di Castello (Perugia)

Indice

Presentazione	4
<i>Paolo Felli - Presidente SITdA</i>	
Introduzione	6
<i>Maria Cristina Forlani (Facoltà di Architettura di Pescara)</i>	
Il seminario	
1. i criteri per il progetto	
• costruire sistemi temporanei (A. Cucurnia - Facoltà di Architettura di Firenze)	24
• recuperare il costruito (P. De Joanna - Facoltà di Architettura di Napoli Federico II)	36
• riqualificare l'esistente (S. Baiani - Facoltà di Architettura di Roma Sapienza)	42
• riciclare i materiali da demolizione (R. Giordano - Politecnico di Torino)	52
• usare materiali rinnovabili (P. Boarin - Facoltà di Architettura di Ferrara)	62
• valutare la sostenibilità (M. Clementi - Politecnico di Milano)	78
2. le conoscenze per il progetto	
• il sistema territoriale di Navelli (R. Continenza - Facoltà di Ingegneria de L'Aquila)	94
• l'integrazione dei sistemi di consolidamento nell'edilizia storica (A. Viskovic - Facoltà di Architettura di Pescara) ..	108
• le risorse climatiche (R. Ricci - Facoltà di Ingegneria di Ancona)	124
• le risorse agricole (E. Chiodo - Facoltà di Agraria di Teramo)	134
• economia dopo il sisma: dalla crisi alla natura protetta (G. Di Plinio - Facoltà di Economia di Pescara)	144
• sostenibilità in urbanistica (R. Mascarucci - Facoltà di Architettura di Pescara)	156
3. le esperienze interlab	
• ripristino strutturale e compatibilità con la preesistenza (M. Pitocco - Facoltà di Architettura di Pescara)	168
• retrofit energetico ed edificato storico (F. Chella - Facoltà di Architettura di Pescara)	180
• risorse da macerie e trasformazione di prodotto (R. Giannotti - M. Mascarucci - Facoltà di Architettura di Pescara)	194
• risorse locali ed ecologia industriale (L. Mastrodonardo - Facoltà di Architettura di Pescara)	206
• rilievo tecnologico per la conoscenza (P. Palka - D. Di Mascio - Facoltà di Architettura di Pescara)	218
Il sopralluogo	
• luoghi emergenti e storia di Caporciano (B. Di Vincenzo - Direzione Regionale Beni Culturali d'Abruzzo)	232
• Caporciano: dallo stato di fatto alle strategie per la ricostruzione (M.C. Forlani - Facoltà di Architettura di Pescara)	243
Il Workshop	
1. la presentazione dei lavori del WS	
• il progetto degli spazi pubblici (M. Bennicelli Pasqualis - sede di Firenze)	254
• agorà e spazio sociale (D. Iacono - sede Reggio Calabria)	260
• microarchitetture per un nuovo spazio pubblico (M. Arena, L. Foglia - sede di Aversa)	270
• conoscenza del patrimonio costruito (A. Mami, L. Mormino - sede di Palermo)	282
• il recupero del costruito (F. Castagneto - sedi di Napoli/Siracusa/Genova)	300
• la riqualificazione del costruito (V. Belpoliti, M. Calzolari, R. Reitano - sedi di Ferrara-Venezia)	308
• la riqualificazione attraverso tecnologie adattive (S. Mastrandrea - sede di Roma)	326
• la riqualificazione attraverso "innesti" edilizi e funzionali (D. Radogna - sede di Pescara)	336
• il progetto delle nuove costruzioni (L. Castiglioni, M. Pellavio, F. Rolleri, L. Vivola - sede di Milano)	350
• temporaneità e trasformabilità oltre l'emergenza (M. Rossi - sede di Ascoli)	368
2. tavola rotonda e forum della formazione SITdA a cura di M.C. Forlani (direttivo SITdA)	381
3. conclusioni (M. Di Sivo - direttore DiTAC).....	397



Massimo Pitocco, Laureato nell'A.A. 1998/99 presso la Facoltà di Architettura di Pescara, completa la sua formazione frequentando corsi di perfezionamento e master di 1° livello sui temi della manutenzione del costruito e della sicurezza cantieri. Presso la Facoltà di Architettura collabora dal 1997 al 2007 con la Cattedra di Materiali e progettazione di elementi costruttivi sui temi del degrado e delle patologie dei materiali e dei sistemi costruttivi. Dal 1999 ad oggi partecipa alle ricerche finanziate dal MIUR sul tema della manutenzione programmata urbana e degli immobili. Assegnista di ricerca negli anni 2004, 2007 e 2008 in materia di accessibilità e abbattimento delle barriere architettoniche. Segue come correlatore alcune Tesi di Laurea inerenti la progettazione dell'accessibilità dell'ambiente costruito e l'innovazione dei materiali per l'architettura. Dal 2000 è componente del Laboratorio QSM Qualità-Sicurezza-Manutenzione, partecipando alle sue attività sia come responsabile della segreteria organizzativa di convegni, giornate di studio, corsi di perfezionamento e master; sia come relatore e docente a contratto nelle stesse attività; sia curando saggi contenuti all'interno dei materiali didattici. Dal 2004 è content manager del sito web www.unich.it/labqsm. Dal 2008 è cultore della materia per gli insegnamenti di Tecnologia dell'architettura 1 e 2, Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia all'interno del corso di Laurea Magistrale quinquennale in Architettura. Attualmente è membro del Consiglio Direttivo di A.I.Man. – Associazione Italiana Manutenzione; socio della SITdA – Società Italiana Tecnologia dell'Architettura e Dottorando di Ricerca in Progettazione e Ingegneria del Sottosuolo e dell'Ambiente Costruito. Curriculum in Building Technology and Environment.

1. Termine introdotto dal sociologo, di origine ebreo-polacco ma inglese di adozione, Zygmunt Bauman, per adeguare il panorama della globalizzazione alle realtà locali, così da studiarne meglio le loro relazioni con gli ambienti internazionali. Ovvero la creazione e distribuzione di prodotti e servizi ideati per un mercato globale, ma modificati in base alle leggi e alla cultura locale.

2. Forlani, Maria Cristina (2009), *L'Università per il terremoto. Castelnuovo e l'altopiano di Navelli*, Alinea Editrice, Firenze, p. 39.

3. Caterina, Gabriella (2006), *La tecnologia del recupero edilizio: esperienze e prospettive*, in *Materiali del 1° Seminario OSDOTTA "Tecnologia dell'architettura: creatività e innovazione nella ricerca"* (Viareggio, 14-16 Settembre 2005), a cura di M. A. Esposito, Firenze, University Press, pp. 137 e 141.

La ricostruzione delle case danneggiate dal sisma aquilano del 6 Aprile 2009 potrà essere qualificata dalla sostenibilità sociale ed ambientale, se si metterà a punto una strategia connotata dal *glocalismo*¹ volto a favorire gli aspetti della produzione edilizia locale, l'utilizzo di materiali di riciclo e/o di nuova produzione, l'imprenditoria artigiana e lo sviluppo di aree già depresse prima dell'evento tellurico.

*L'obiettivo finale è anche il miglioramento della qualità dell'immagine tipica, in contrapposizione all'omologazione del paesaggio antropizzato degli ultimi anni, questione che si ritiene possa suscitare nuovi interessi per il necessario coinvolgimento del mercato immobiliare verso un orientamento ecologico. Le antropizzazioni così proposte recupererebbero dunque la cultura materiale del luogo nel vero senso del termine sapendo 'trasferire conoscenza' in modo consapevole e compatibile con il contesto senza incorrere in false icone della tradizione ma proprio innovando una tradizione locale per renderla possibile e attuale.*²

Conservazione, trasformazione, adeguamento

Attraverso una operazione di recupero, il patrimonio architettonico minore dovrebbe essere adeguato alle nuove esigenze in modo da poter essere riportato ad un regime di mercato. Caratteristica essenziale del recupero di tale patrimonio è la multidisciplinarietà delle competenze. *Il problema del recupero delle preesistenze è oggetto dai primi anni '60, di un ampio dibattito, che vede coinvolti al contempo, esperti nella storia dell'architettura e dell'urbanistica, nei materiali e nelle costruzioni, strutturisti, impiantisti, progettisti. [...] Il recupero viene assunto come uno strumento di relazione tra preesistenza ed advenienza, richiamo ad un evento passato, ad una responsabilità per il futuro e a scelte, giudizi, posizioni critiche da prendere nei confronti dell'esistente.*³

La Norma UNI 10914/1, "Edilizia, qualificazione e controllo del progetto edilizio di intervento, di nuova costruzione e di interventi sul costruito. Criteri generali e terminologia, 2001" (Definizione 4.1.5) definisce il recupero come segue. *Tipo di intervento. Combinazione di tutte le azioni tecniche, amministrative*

ed organizzative, incluse le attività analitiche, che intervengono sul costruito, finalizzate a mantenere o aumentare le prestazioni residue del bene.

Nel tempo, con i contributi forniti dalle varie discipline, il termine recupero ha assunto, nei confronti del patrimonio architettonico minore, un significato di relazione tra conservazione e trasformazione. Il recupero, quindi, può essere inteso come il complesso dei procedimenti di intervento atto a migliorare le prestazioni insufficienti di un manufatto, rispettando le compatibilità caratterizzanti il sistema insediativo. *Il giudizio di compatibilità al riuso va formulato sulla base di procedure valutative in cui si collocano, da una parte, le variabili relative all'edificio, dall'altra, quelle relative alla funzione; pertanto, esso deve scaturire da una verifica completa dei benefici che con l'intervento possono ottenersi, in termini di conservazione dell'edificio e di soddisfacimento dell'utenza insediata.*⁴ Nel caso del recupero del patrimonio architettonico di Caporciano danneggiato dal sisma aquilano⁵, i procedimenti di intervento muovono dalle metodologie analitiche-gestionali e dalle tecniche progettuali-costruttive, definite dal rinnovato utilizzo dei manufatti architettonici attraverso il consolidamento e il ripristino degli elementi costruttivi.

Tecniche esecutive contemporanee e integrazione con le preesistenze

*La valenza economica del bene culturale è integrata dalle discipline economiche, che interpretano la conservazione come un'attività produttiva, finalizzata alla trasformazione del bene culturale in un bene che, senza perdere i suoi valori peculiari storico-architettonici, abbia un'utilità di tipo sociale.*⁶

La peculiarità degli interventi sui manufatti architettonici di un borgo come Caporciano, è la "convivenza" dei criteri di conservazione e trasformazione: criteri solo in apparenza antitetici. Il criterio della conservazione considera il linguaggio del manufatto architettonico, non solo come elemento singolo, ma anche come parte del "sistema" borgo, rivalutando la spazialità degli ambienti, l'espressività dei materiali e la stratificazione della storia.

Il criterio della trasformazione, invece, considera gli elementi costruttivi del manufatto architettonico, le soluzioni tecniche adottate e i materiali utilizzati, sempre intesi secondo la compatibilità con l'esistente e la regola dell'arte.

Quindi la definizione dei procedimenti di intervento deve mirare al soddisfacimento dei seguenti paradigmi:

- integrazione delle tecniche esecutive attuali con quelle esistenti in modo da preservare l'espressività dei luoghi;
- verifica delle compatibilità ed incompatibilità dei materiali;
- aumento del livello delle prestazioni di benessere ambientale in riferimento a quelle originarie;
- riduzione della vulnerabilità sismica.

4. Pinto, Maria Rita (2004), *Il riuso edilizio. Procedure, metodi ed esperienze*, Utet Libreria, Torino, p. 89.

5. Gli effetti del terremoto sono stati maggiori in quegli edifici che negli anni passati hanno subito degli errati interventi di messa in sicurezza. Tali interventi, infatti, hanno amplificato l'azione del movimento tellurico su strutture già compromesse da decenni di incuria e da modifiche antropiche non controllate.

6. Pinto, *Op. Cit.*, p. 14.



Fig. 1 Località Piedi la Terra di Caporciano, L'Aquila. (Foto dell'autore)



Fig. 2 Località Piedi la Terra di Caporciano, L'Aquila. (Foto dell'autore)

Integrazione delle tecniche esecutive attuali con quelle esistenti in modo da preservare l'espressività dei luoghi

Per soddisfare tale paradigma, bisogna procedere scegliendo le tecniche esecutive che meglio si adattano alla realtà del luogo, così da conservare l'organismo edilizio nelle sue particolarità espressive rappresentate dalle tipicità formali, materiche e storiche. Per ottenere ciò, quindi, prima di definire il tipo di intervento, si dovrà procedere con un'analisi conoscitiva dei caratteri tecnici e culturali del manufatto.

Verifica delle compatibilità ed incompatibilità dei materiali

Questo paradigma si esplica scegliendo i vari materiali da impiegare in modo che, pur combinandosi e interagendo con quelli preesistenti, non diano luogo ad incompatibilità meccaniche, fisiche e chimiche capaci di provocare fenomeni di degrado imprevisti e pericolosi per il manufatto.

Aumento del livello delle prestazioni di benessere ambientale in riferimento a quelle originarie

È necessario adottare quei criteri volti all'aumento delle prestazioni energetiche dell'involucro, inteso come l'isolamento termico dell'insieme dei muri perimetrali, degli infissi, dei solai e della copertura. Prevedendo, inoltre, un apparato impiantistico ad alto rendimento come, ad esempio, l'impianto di riscaldamento collocato a pavimento ed anche l'installazione di una unità singola collegata a una rete di teleriscaldamento.

Riduzione della vulnerabilità sismica

È auspicabile eseguire quegli interventi strutturali che assicurano al manufatto un buon comportamento d'insieme in caso di sollecitazioni sismiche. L'obiettivo dell'intervento deve essere quindi il *miglioramento* o l'*adeguamento* sismico secondo la normativa vigente. La Circolare esplicativa 2 febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 14 gennaio 2008 comunemente detta NTC), affronta il delicato problema delle costruzioni esistenti. Una volta definiti i criteri generali sulle varie tipologie di edifici nonché sulle variabili che consentono di definirne lo stato di conservazione, introduce la distinzione fondamentale dei tre diversi tipi di intervento che possono essere effettuati su una costruzione esistente:

- interventi di adeguamento, atti a conseguire i livelli di sicurezza previsti dalle NTC;
- interventi di miglioramento, atti ad aumentare la sicurezza strutturale esistente pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle NTC;



Fig. 3 Località Piedi la Terra di Caporciano, L'Aquila. (Foto dell'autore)

- riparazioni o interventi locali, che interessino elementi isolati e che comunque comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

A prescindere dall'appartenenza ad una delle tre categorie indicate dalle NTC, conviene che gli interventi sull'edilizia storica, siano finalizzati all'eliminazione o alla riduzione delle carenze strutturali dipendenti da degrado, danni, trasformazioni e superfetazioni, nonché errori di progetto o di esecuzione. Inoltre, in relazione alla nuova destinazione d'uso e quindi al mutato impegno strutturale, è da prevedere l'eventuale rafforzamento della struttura esistente. Gli interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità sismica sui beni del patrimonio esistente, sia vincolato per la valenza storico-artistica che non, devono far riferimento alla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni del 12 ottobre 2007 per i beni e le attività culturali. Secondo tale direttiva per l'edilizia storica, vincolata e non, è necessario eseguire interventi di miglioramento. Con il termine *miglioramento* si intende l'esecuzione di opere in grado di conferire all'edificio un maggior grado di sicurezza rispetto alle azioni sismiche con un livello di protezione sismica non necessariamente uguale a quello previsto per le nuove costruzioni. Nel caso di manufatti architettonici storici esistono oggettive difficoltà a definire procedure di verifica dei requisiti di sicurezza, analoghe a quelle applicate per gli edifici nuovi, in quanto la loro varietà tipologica e costruttiva non consente di indicare una strategia univoca ed affidabile di modellazione ed analisi. Durante queste valutazioni si riscontrano incertezze nel modello di comportamento e nei parametri del modello di calcolo. Per quanto riguarda gli interventi invece, non è possibile quantificarne con precisione la reale efficacia. Quindi è opportuno accettare un livello di rischio sismico più elevato rispetto a quello delle strutture nuove ed evitare di intervenire in modo contrario ai criteri di conservazione del patrimonio culturale.

Ribadito che per gli edifici storici è possibile derogare rispetto agli interventi di adeguamento, dal punto di vista operativo, la citata Direttiva del Presidente del Consiglio indica una possibile procedura in applicazione ai concetti espressi:

- valutazione dell'indice di sicurezza sismica nella situazione attuale (funzionamento accertato), in questa fase si dovrà tenere debitamente conto anche di valutazioni qualitative su situazioni di vulnerabilità riconosciute ma difficilmente quantificabili;
- valutazione dell'indice di sicurezza sismica alla quale il manufatto può essere portato con interventi compatibili con le esigenze di tutela delle proprie caratteristiche specifiche.



Fig. 4 Castelnuovo di San Pio delle Camere, L'Aquila.

Crollo di un edificio in pietra con tetto ricostruito in c.a. privo degli opportuni consolidamenti.
(Foto dell'autore)

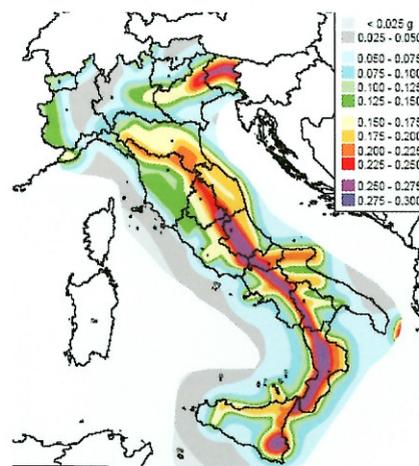


Fig. 5 Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale.

(Tratto dall'OPCM del 28/04/2006 n° 3519, allegato 1b)

Tecniche di recupero degli elementi costruttivi

A questo punto si rende necessario un approfondimento sull'integrazione delle tecniche esecutive attuali con quelle esistenti.

Le tecniche esecutive sul patrimonio architettonico minore devono soddisfare le diverse esigenze che rappresentano i punti irrinunciabili di un'operazione di recupero e riqualificazione del manufatto. Le prestazioni degli elementi costruttivi, quindi, dovranno essere:

- ripristinate, restituendo le proprie funzioni strutturali;
- riqualificate, adattandole alle esigenze degli utenti attuali e/o futuri;
- migliorate, adattandole alle normative vigenti;
- mantenute, programmando le azioni manutentive necessarie durante il ciclo di vita.

L'analisi e il riconoscimento dei degradi, delle cause e la seguente definizione delle soluzioni da adottare, possono essere svolte in base alla schedatura codificata secondo la classificazione in subsistemi:

- elementi di completamento;
- vani di porte e finestre;
- collegamenti verticali;
- strutture di copertura;
- strutture orizzontali;
- strutture di elevazione;
- strutture di fondazione.

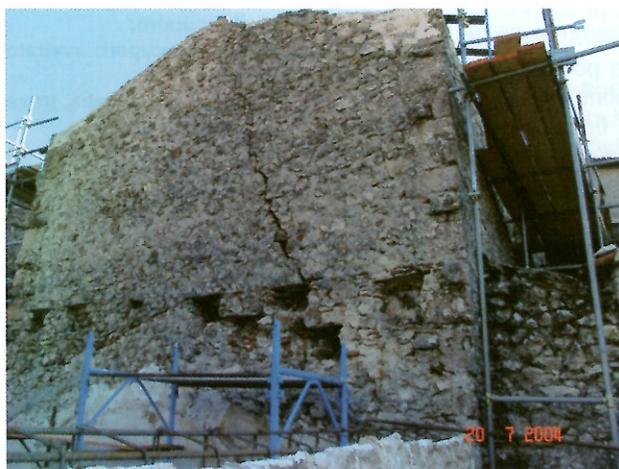


Fig. 6. Santo Stefano di Sessanio, L'Aquila.
 Danni presenti su una struttura di elevazione in pietra con vani di alloggiamento delle travi di solaio.
 (Foto fornita da Oriano Associati srl - architetti)



Fig. 7 Santo Stefano di Sessanio, L'Aquila.
 Solaio in legno quasi totalmente diruto di cui le travi portanti potrebbero essere recuperate
 (Foto fornita da Oriano Associati srl - architetti)

Di seguito verranno illustrate, tralasciando i primi tre sottosistemi dell'elenco perché non pertinenti in questa trattazione, le possibili tecniche di intervento per il ripristino dei sottosistemi strutturali in un manufatto parzialmente diruto, appartenente al patrimonio storico minore come quello di Caporciano.

Strutture di copertura – i tetti

I tetti di nuova costruzione non dovranno essere spingenti sulle pareti perimetrali. Il materiale da utilizzare potrà essere il legno per non appesantire la parte più alta del manufatto e garantire, al contempo, un grado di elasticità compatibile con quella della struttura sottostante. Per migliorare il comportamento d'insieme del manufatto, si possono inserire sia elementi di rinforzo dove avviene il contatto muratura-tetto, sia delle catene in corrispondenza di elementi spingenti del tetto.

Di seguito si illustra la tecnica esecutiva per il recupero di un tetto in legno utilizzando anche materiale di recupero

Nella figura 7, al punto 5, è specificato calcestruzzo pozzolanico, perché compatibile con l'esistente. Il materiale ottenuto dall'indurimento del cemento pozzolanico è paragonabile a quello ottenuto dall'indurimento del cemento attualmente più utilizzato, ovvero il portland, con la sostanziale differenza che risulta minore il contenuto di calce di idrolisi e maggiore il contenuto di silicati di calcio idrati (dovuta alla combinazione dell'idrossido di calcio con la pozzolana). La pozzolana è un materiale inorganico, di natura silicea o silico-alluminosa, che non possiede caratteristiche di legante e possiede un basso grado di cristallinità, quindi è un materiale amorfo⁷, infine possiede un'elevata superficie specifica che le conferisce un'elevata finezza della polvere. La pozzolana quando viene miscelata con acqua e calce, forma una malta idraulica capace di indurire sia all'aria che sott'acqua. Il calcestruzzo pozzolanico così ottenuto possiede:

- scarsa porosità, che si traduce nella maggiore impermeabilità all'acqua;
- maggiore resistenza chimica, che si traduce nella scarsa vulnerabilità agli attacchi solfatici dovuti alla presenza di particolari materiali lapidei e inerti utilizzati nell'edilizia storica che potrebbero pregiudicare il comportamento statico del nuovo intervento;
- minore calore di idratazione, che provoca stati tensionali interni non supportabili dalle murature storiche;
- lungo tempo di presa, che evita brusche sollecitazioni interne ai materiali adiacenti;
- minore resistenza iniziale, che evita brusche variazioni tensionali interne alle strutture esistenti;
- maggiore resistenza dopo una lunga stagionatura, che conferisce un

7 La pozzolana, essendo un materiale di origine vulcanica, assume una conformazione amorfa a causa del brusco raffreddamento della lava.

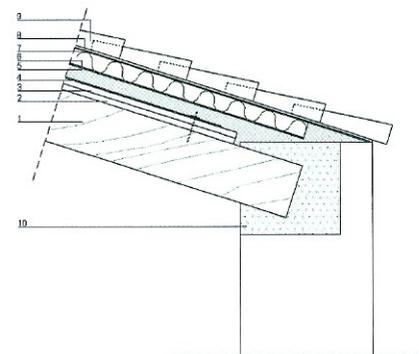


Fig. 8 Recupero di un tetto in legno utilizzando anche materiale di recupero. (Disegno dell'autore)

- 1) trave in legno di recupero;
- 2) tavolato in legno di recupero avvitato alla trave principale;
- 3) tavolato in legno avvitato alla trave principale;
- 4) controvento in metallo fissato al tavolato;
- 5) massetto in calcestruzzo pozzolanico con rete elettrosaldata;
- 6) barriera al vapore;
- 7) coibentazione termica;
- 8) guaina impermeabile;
- 9) coppi e controcoppi in laterizio di recupero;
- 10) muratura armata in pietre di recupero, rete metallica e calcestruzzo pozzolanico;
- 11) base in acciaio con funzione di dormiente;
- 12) catena con capochiave a piastra;
- 13) elemento di connessione in acciaio;
- 14) completamento muratura in pietra.

migliore comportamento statico una volta che il manufatto è recuperato. Da quanto sopra specificato, appare evidente che, negli interventi sull'edilizia storica, il calcestruzzo pozzolanico risulta maggiormente compatibile di quello portland per due ordini di motivi: il primo perché rispetta maggiormente la struttura esistente, il secondo perché non sarà chimicamente aggredito dal materiale originario.

strutture orizzontali – i solai

Di solito i solai esistenti si presentano in pessimo stato di conservazione. In questi casi si possono ricostruire dei solai in legno con soletta collaborante in calcestruzzo pozzolanico e tiranti metallici nello spessore. Tale soluzione permette di coniugare la tecnica esecutiva originaria con un miglioramento della resistenza alle sollecitazioni sismiche. Il miglioramento del comportamento durante le azioni sismiche, avviene perché i nuovi solai hanno un buon ammorsamento con le pareti e tra le pareti di due livelli diversi. Collocando nello spessore del solaio, sia secondo le due direzioni principali del fabbricato sia in corrispondenza delle pareti portanti, degli angolari o piatti metallici che fungono da tiranti, è possibile contrastare eventuali spinte orizzontali. L'ancoraggio di questi elementi metallici alle pareti portanti sarà eseguito con capochiavi (piastre o paletti metallici) così da scongiurare la formazione di tensioni concentrate negli spigoli della muratura. Di seguito si illustra la tecnica esecutiva per il recupero di due tipologie di solaio.

Solaio in acciaio accoppiato al solaio in legno preesistente

Le travi principali esistenti di un solaio in legno, possono presentare particolari valenze artistico-culturali ma, al contempo, non possedere le caratteristiche strutturali idonee alla nuova destinazione d'uso. In questo caso si presenta la necessità di lasciare in posizione la trave originaria, scaricandola della funzione portante, che sarà assolta da una nuova orditura di travi metalliche ortogonale all'originaria. La realizzazione di una nuova struttura metallica portante all'estradosso, potrà essere eseguita solo quando è possibile recuperare le travi in legno del solaio esistente e invertire il verso dell'orditura primaria.

Solaio in legno di nuova costruzione

Nel caso in cui il solaio nuovo sarà realizzato su muratura esistente, la trave principale in legno verrà alloggiata dove la trave originale si innestava nella muratura in pietra, l'appoggio sarà realizzato con uno strato di malta cementizia. Nel caso in cui il solaio sarà realizzato su muratura nuova, la trave principale in legno verrà annegata nel cordolo perimetrale così da formare un corpo unico legno-armatura-calcestruzzo.



Fig. 9 Santo Stefano di Sessanio, L'Aquila.

Tiranti metallici collocati nello spessore del solaio per il recupero di un edificio.

(Foto fornita da Oriano Associati srl - architetti)

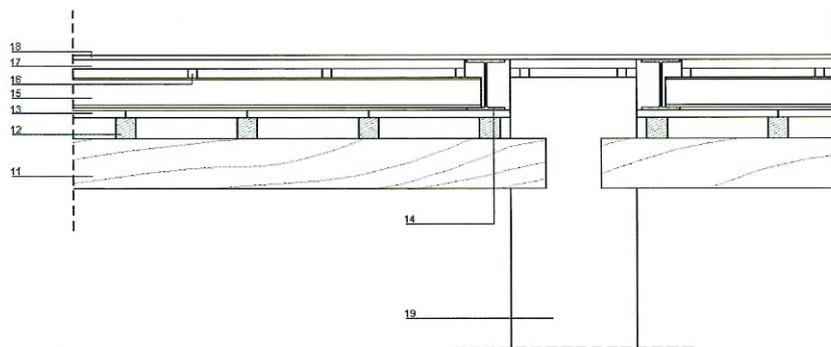


Fig. 10 Solaio in acciaio accoppiato al solaio in legno preesistente
(Disegno dell'autore)

- 1) orditura primaria di travi in legno preesistente;
- 2) orditura secondaria di travetti in legno preesistente;
- 3) tavolato in legno preesistente;
- 4) orditura primaria di travi HEA 200 in acciaio;
- 5) orditura secondaria di travetti HEA 120 in acciaio;
- 6) correnti in legno;
- 7) tavolato in legno chiodato sui correnti;
- 8) pavimento in legno chiodato sul tavolato;
- 9) muratura in pietra esistente.

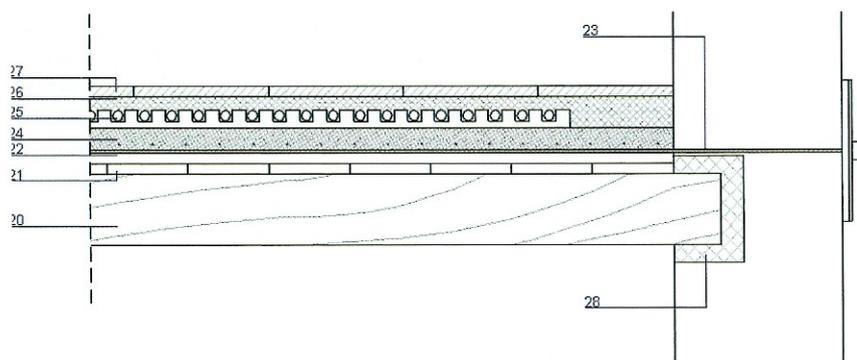


Fig. 11 Solaio in legno di nuova costruzione.
(Disegno dell'autore)

- 1) orditura primaria di travi in legno di recupero;
- 2) tavolato in legno di recupero;
- 3) tavolato in legno nuovo;
- 4) catena con capochiave a piastra;
- 5) massetto in calcestruzzo pozzolanico con rete elettrosaldata;
- 6) impianto di riscaldamento a pavimento;
- 7) massetto in calcestruzzo alleggerito;
- 8) pavimento in cotto;
- 9) base in acciaio con funzione di dormiente;
- 10) camera d'aria.

Strutture di elevazione - i muri portanti

Gli interventi per recuperare i muri portanti devono mirare a risanare le porzioni danneggiate in modo da migliorare le proprietà meccaniche nella loro totalità così da fornire resistenza e rigidità continua ed uniforme.

Gli interventi sulle murature portanti dovranno rispondere alle seguenti esigenze:

- migliorare le caratteristiche delle murature deboli o per il tipo di apparecchiatura o per il tipo di legante;
- ricostruire le parti di murature mancanti a seguito di azioni antropiche (nicchie, canne fumarie, aperture, scarichi, ecc.);
- ripristinare le porzioni ammalorate, degradate e lesionate.

Per eseguire questo tipo di intervento si dovranno utilizzare materiali compatibili con quelli presenti in opera, ovvero aventi simili caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche.

L'intervento sulla muratura potrà essere eseguita con la tecnica del cuci e scuci, utilizzando i materiali il più possibile simile a quelli ancora in opera per forma, dimensione, rigidità e resistenza; dove sarà possibile si utilizzeranno gli stessi elementi provenienti dai crolli. L'apparecchiatura degli elementi dovrà prevedere idonee ammorsature nel piano del paramento e trasversalmente, in modo da ottenere una parete omogenea e monolitica.

La riduzione della vulnerabilità sismica della parete portante è inoltre garantita dalla realizzazione in sommità e per tutta la sua estensione, di una porzione di muratura armata, costituita dagli elementi in pietra recuperati e/o smontati in loco, successivamente apparecchiati con rete metallica e calcestruzzo pozzolanico.

Tale soluzione si pone in alternativa alla realizzazione dei cordoli in calcestruzzo armato nello spessore della muratura ai livelli intermedi, infatti le aperture in breccia nelle murature di pietrame, comportano degli effetti negativi nella distribuzione delle sollecitazioni sulle pareti. La formazione del "cordolo strutturale compatibile" che garantisce:

- l'efficace collegamento delle pareti nelle porzioni meno coese a causa del limitato stato di compressione;
- l'interazione delle pareti con la copertura.

Strutture di base - le fondazioni

La difficoltà di eseguire un rilievo geometrico dimensionale accurato, può spingere a valutazioni indirette, ad esempio osservare gli edifici similari già crollati oppure le porzioni di terreno distaccate e cedimenti, così da desumere, per analogia, indicazioni sulle fondazioni delle strutture oggetto dell'intervento. A Caporciano i manufatti hanno la fondazione che si imposta sul terreno roccioso, previo scavo superficiale a sezione costante, riempito con pietrame e avente per legante una malta di calce e sabbia.

Un intervento possibile sulla fondazione, sempre nel rispetto della tecnologia esistente, potrà essere quello di:

- ripristinare dove si è verificato un crollo dovuto per cause estrinseche (radici della vegetazione, dilavamento del terreno, smottamento o cedimento del terreno, ecc.)
- costruirne di nuove nelle porzioni di fabbricato che ne sono prive;
- maggiorare quelle esistenti perché insufficienti per la nuova destinazione d'uso.

Conclusioni

Gli interventi sopra descritti hanno in comune tra loro l'integrazione delle tecniche esecutive e la compatibilità dei materiali. L'integrazione riguarda le soluzioni costruttive adottate con le tecnologie esecutive esistenti che caratterizzano il borgo.

La compatibilità dei materiali riguarda la chimica, la fisica e l'espressività dei materiali scelti con quelli preesistenti che caratterizzano il borgo dal punto di vista formale, culturale e identitario; per questo motivo sarebbe auspicabile, dove possibile, un riutilizzo degli elementi originari dei manufatti diruti.

Quindi, concludendo, gli interventi devono essere ispirati e regolati dal concetto di "tecnologia appropriata". *Le tecnologie appropriate a cui noi facciamo costante riferimento nelle nostre attuali ricerche, sono quindi da indicarsi anche come le tecnologie della metamorfosi, idonee alla trasformazione progressiva ed evolutiva delle preesistenze, nel rispetto sia dei caratteri locali ambientali, sia dei principi costitutivi originari.*⁸

Emerge, quindi, che una tecnologia appropriata è strettamente correlata al rispetto dell'ambiente, ai valori qualitativi e alla salvaguardia della cultura del luogo; appartiene ad un processo progettuale che prevede la continua interrelazione dei fattori costruttivi (tecniche, tecnologie, materiali, componenti e risorse) con i fattori ambientali (luogo, cultura, identità, tradizioni ed espressività) mirando a qualità, comfort, salute, eco-compatibilità, eco-efficienza e durabilità.



8.Gangemi, Virginia (2001), a cura di, *Emergenza Ambiente. Teorie e sperimentazioni della Progettazione Ambientale*, CLEAN edizioni, Napoli, p. 17.

Fig. 12. Chiesa nel territorio di San Pio delle Camere, L'Aquila.
Crollo del paramento esterno del muro a sacco
(Foto dell'autore)

Bibliografia

- Forlani, Maria Cristina (a cura di) (2009), *L'Università per il terremoto. Castelnuovo e l'altopiano di Navelli*, Alinea Editrice, Firenze.
- Ladiana, Daniela (2009), "Durata e sostenibilità del ciclo di vita degli edifici. L'importanza dell'approccio maintenance-oriented", in: *Manutenzione, Tecnica e Management*, Marzo.
- Radogna, Donatella (2007), *La regolamentazione degli interventi per il recupero dell'edilizia minore*, Aracne editrice, Roma.
- Caterina, Gabriella (2006), "La tecnologia del recupero edilizio: esperienze e prospettive" in: *Materiali del 1° Seminario OSDOTTA "Tecnologia dell'architettura: creatività e innovazione nella ricerca" (Viareggio, 14-16 Settembre 2005)*, a cura di M. A. Esposito, Firenze, University Press.
- Collepari, Mario (1981), "Scienza e tecnologia del calcestruzzo", Hoepli, Milano.
- Di Sivo, Michele e Ladiana, Daniela (2007), *Sicurezza e manutenzione dell'ambiente costruito*, Quaderno del Laboratorio QSM n. 6, Alinea, Firenze.
- Nicosia, Cinzia (2005), *La sicurezza sismica negli interventi sull'esistente. Quaderno di ricerca n° 8*, Falzea Editore, Reggio Calabria.
- Caterina, Gabriella (2005), *Per una cultura manutentiva. Percorsi didattici ed esperienze applicative di recupero edilizio urbano*, Liguori Editore, Napoli.
- Pinto, Maria Rita (2004), *Il riuso edilizio. Procedure, metodi ed esperienze*, Utet Libreria, Torino.
- Van Riel, Silvio (2004), *Gli edifici in muratura e la normativa in zona sismica (1884-2003)*, Alinea editrice, Firenze.
- Franceschi S., Germani L., Pasquini M., Ulivi E., (2003), *Il progetto di restauro-protocolli operativi*, Alinea editrice, Firenze.
- Cattanei A., Di Battista V., Jurina L. (a cura di), (2002), *Prevenzione dei rischi di crollo nell'edilizia residenziale*, Alinea editrice, Firenze.
- Gangemi, Virginia (2001), *Emergenza ambiente. Teorie e sperimentazioni della Progettazione Ambientale*, CLEAN edizioni, Napoli.
- Maggi, Pietro Natale (a cura di) (2001), *La qualità tecnologica dei componenti edilizi: la valutazione della durabilità*, Epitesto, Milano.
- Giuffrè, Antonino (a cura di) (2000), *Sicurezza e conservazione dei centri storici. Il caso Ortigia*, Editori Laterza, Bari.
- Nesi, Attilio e Peguiron, Giorgio (1998), *Analisi tecnologica e codici di pratica per gli interventi nei centri storici minori della Calabria. Quaderno di ricerca n° 1*, Falzea Editore, Reggio Calabria.



Il WorkShop si è posto l'obiettivo di valutare il ruolo della formazione "tecnologica" in rapporto alle più attuali istanze poste dalla ricerca di sostenibilità delle azioni progettuali, dai problemi dell'abbandono del patrimonio costruito, diffusi in vaste aree del nostro Paese, e dalla necessità di una riqualificazione energetica dell'edilizia esistente, fissata dalle recenti normative.

Il terremoto del 6 aprile nel territorio dell'aquilano ha messo in evidenza tali problematiche, spesso eluse anche dalla nostra comunità scientifica, accentuando la tragicità dello spopolamento a seguito della distruzione e dei crolli di molte abitazioni.

Ci si è chiesto, dunque, quale ricostruzione potrà essere la più "sostenibile" per quella realtà ambientale, sociale ed economica e quali strategie saranno in grado di lasciare, attraverso la ricostruzione di "case", le tracce per uno "sviluppo duraturo".

Su tali interrogativi, a Caporciano, si sono incontrati 107 tecnologi (studenti, dottori di ricerca e docenti) per lavorare insieme dal 31 maggio al 5 giugno 2010.

In questo volume sono stati raccolti gli esiti di quelle giornate e il confronto interdisciplinare che ha preceduto i progetti.

ISSN 1120-6055-104-2



9 788860 556042

€ 38,00