

Fig 4.1. La scatola muraria.

Simala, ex Caserma.

La scatola muraria delle colline è caratterizzata, spesso, dalla contemporanea presenza di setti murari in pietra e in ladiri.

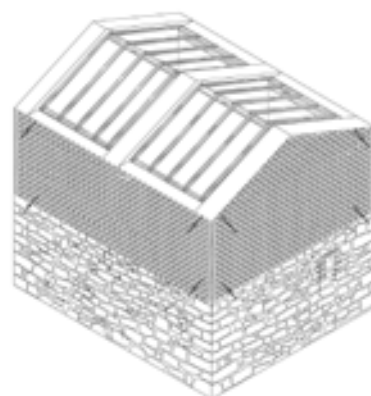


4.1. LA "SCATOLA MURARIA". GENERALITÀ.

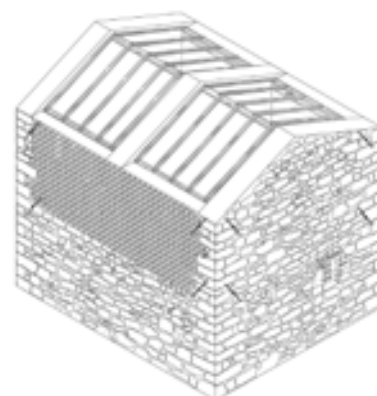
L'edilizia storica delle colline è fondamentalmente basata sulla grande forza e consistenza della scatola muraria, sia in pietra che in terra cruda. Anche laddove ogni altro elemento è andato perduto, si conserva chiara l'impronta della concezione strutturale di base della cultura costruttiva locale: pur nelle numerosissime articolazioni specifiche, si tratta sempre sostanzialmente di cellule edilizie murarie chiuse. In quasi tutti i contesti queste cellule si relazionano e sostengono reciprocamente formando sistemi architettonici compatti e articolati, secondo regole dotate di costanti e variabili, che sono state già in precedenza illustrate nel capitolo sulle tipologie. Ogni cellula, comunque, forma invariabilmente una scatola coesa, dalla cui stabilità dipende in ultima analisi la durevolezza del sistema edilizio di ogni centro storico della pietra. In ciascuna cellula, e tanto più in un sistema complesso di cellule murarie, ogni setto gioca un ruolo complementare agli altri, di volta in volta comportandosi come muro portante o di controvento.

Per interpretare correttamente il ruolo che ciascun setto gioca nell'organismo edilizio, occorre effettuare un'analisi attenta della concezione strutturale dell'edificio e, sulla base del rilievo accurato che ogni intervento di recupero delle murature pre-moderne presuppone, leggere la posizione e i compiti delle diverse pareti, nelle relazioni reciproche e con gli orizzontamenti, solai e volte. In tutti i casi, comunque, ciascuno di questi elementi risulta collaborante all'interno del più complessivo organismo edilizio, in modo tale che nessuno di essi può essere sottratto a cuor leggero all'equilibrio del sistema delle scatole murarie, o comunque svuotato e ridotto come ruolo e consistenza statica.

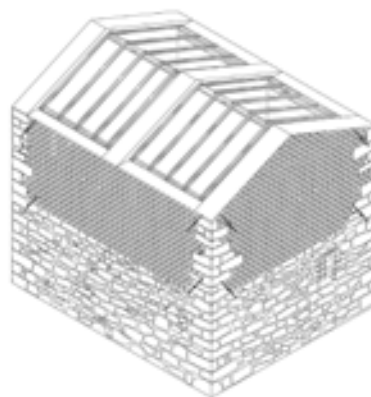
Esempi di contemporanea presenza di pietra e terra cruda nella scatola muraria delle colline:



A Scatola muraria con piano terra in pietra e piano primo in terra cruda.



B Scatola muraria con primo piano in terra cruda e pietra.



C Scatola muraria con piano primo in terra e cantonali in pietra.

*Fig. 4.2. Il degrado della scatola muraria.
Sardara, nella bassa marmilla.
Distacco totale di un paramento murario con il conseguente pericolo di crollo dell'intera scatola muraria.*



4.1.1. LA "SCATOLA MURARIA". IL DEGRADO.

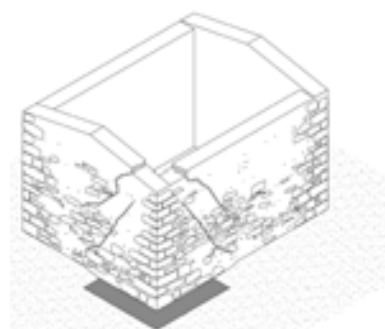
La scatola muraria dell'architettura della collina si deteriora anch'essa per un triplice ordine di fattori:

- a. patologie intrinseche e costruttive, quelle cioè dovute a difetti "originari" della fabbrica edilizia, legati sia alla qualità insufficiente dei materiali e degli elementi edilizi di base, sia ad una non corretta posa in opera;
- b. patologie connesse alle modificazioni successive, improprie e contraddittorie, che l'organismo edilizio ha subito nel corso della propria storia;
- c. patologie dovute a cattiva manutenzione, incuria o abbandono degli edifici, legate quindi ad una processualità storica nella quale con continuità e senza "fratture", si è prodotto il decadimento di alcuni elementi di fabbrica.

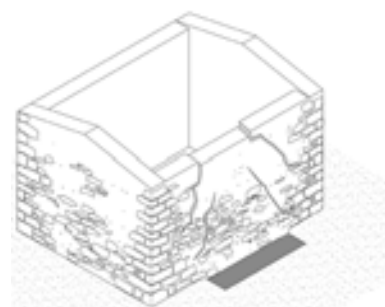
Naturalmente, dalle specificità dell'architettura in pietra derivano alcune peculiari cause di degrado, che incidono nel nostro caso in modo del tutto particolare: si tratta della "patologia" legata al distacco tra i due paramenti che costituiscono buona parte del patrimonio edilizio storico delle Barbagie, che provoca degradi e dissesti diffusi, che possono giungere sino alla apertura della scatola ed alla perdita di coesione e ammassamento dei setti murari.

I quadri fondamentali del degrado dell'architettura in pietra possono essere individuati nel modo seguente:

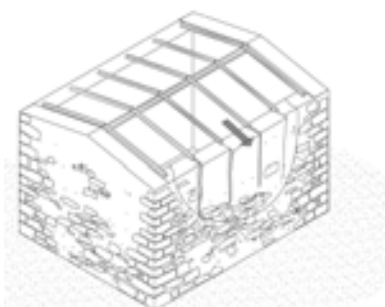
- a. per le patologie intrinseche e costruttive:
 - a.1 i dissesti derivanti da un "attacco a terra" mal realizzato. E' raro ma non del tutto infrequente il caso di edifici in pietra privi o quasi di strutture fondali, e quindi appoggiati al suolo su un esiguo basamento lapideo. Questi edifici, evidentemente carenti in uno dei



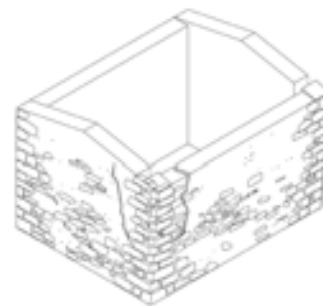
A _ Dissesti derivanti da cedimento della base fondale nell'angolo



B _ Dissesti derivanti da cedimento della base fondale intermedia



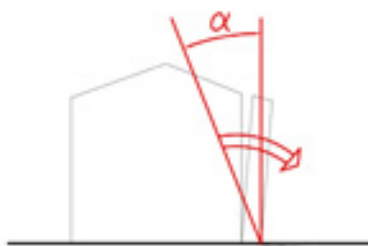
C _ Dissesti derivanti da cattiva connessione tra muratura e struttura di copertura



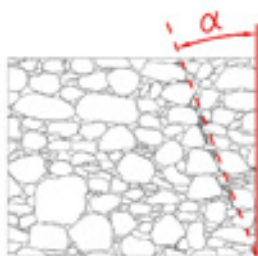
D _ Dissesti derivanti da cattiva connessione tra le murature



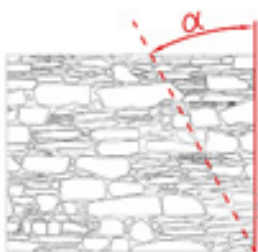
Fig. 4.3. Il degrado della scatola muraria. Casa storica in stato di abbandono ad Asuni, nell'alta Marmilla.



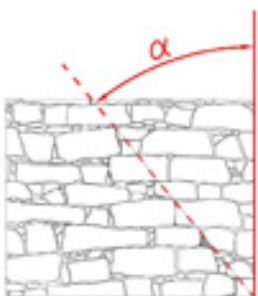
Angolo critico caratteristico delle murature.
L'angolo α diminuisce con il diminuire della qualità dei paramenti murari.



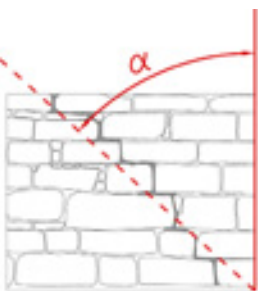
Angolo critico in una muratura in opera incerta.



Angolo critico in una muratura in corsi occasionali.



Angolo critico in una muratura in corsi suborizzontali.



Angolo critico in una muratura pseudoisodoma.

requisiti essenziali per la stabilità della scatola muraria, risultano oltretutto molto più aggredibili dall'umidità per risalita capillare, dando luogo ad un quadro di patologie tra i più complessi;

a.2 i dissesti derivanti dalla cattiva qualità degli elementi di base dell'edificio in pietra, soprattutto le malte, il cui impasto può presentarsi in non pochi casi particolarmente suscettibile all'erosione, con bassa capacità legante, e comunque con prestazioni tali da porre in dubbio la capacità-possibilità di tutta o di parte della fabbrica edilizia di sussistere nei suoi connotati statici e funzionali;

a.3 i dissesti derivanti da un cattivo o insufficiente ammortamento dei setti murari nelle parti più delicate della fabbrica, in particolare nei cantonali e negli stipiti che sostengono le bucatore. Anche in questo caso, talvolta connesso al precedente, possono rendersi necessari interventi abbastanza radicali;

a.4 i dissesti derivanti dalla cattiva qualità delle connessioni orizzontali. Solai e strutture di copertura possono infatti influire in modo estremamente negativo sull'equilibrio e la resistenza della scatola muraria per una cattiva o insufficiente fattura e posa in opera, che produce tensioni soprattutto orizzontali parassite e incontrollate, o comunque per una mancata connessione che impedisce all'orizzontamento di funzionare come dovrebbe da "coperchio" della scatola, per la sua chiusura tridimensionale.

Fig. 4.4. Cedimento della muratura dovuto alla spinta della copertura.
Simala, casa Diana.



CARATTERISTICHE:

Schemi di dissesto delle murature a doppio paramento caratterizzate dalla insufficienza di diatoni e basso livello di ingranamento dei paramenti.

PATOLOGIE:

Distacco di un paramento a causa della formazione di spinte interne. Un muro privo di diatoni non offre sufficiente resistenza alla sollecitazione di taglio.

INTERVENTI E RACCOMANDAZIONI:

Cuci e scuci con inserimento di opportuni diatoni col fine di aumentare l'ingranamento tra i due paramenti murari.

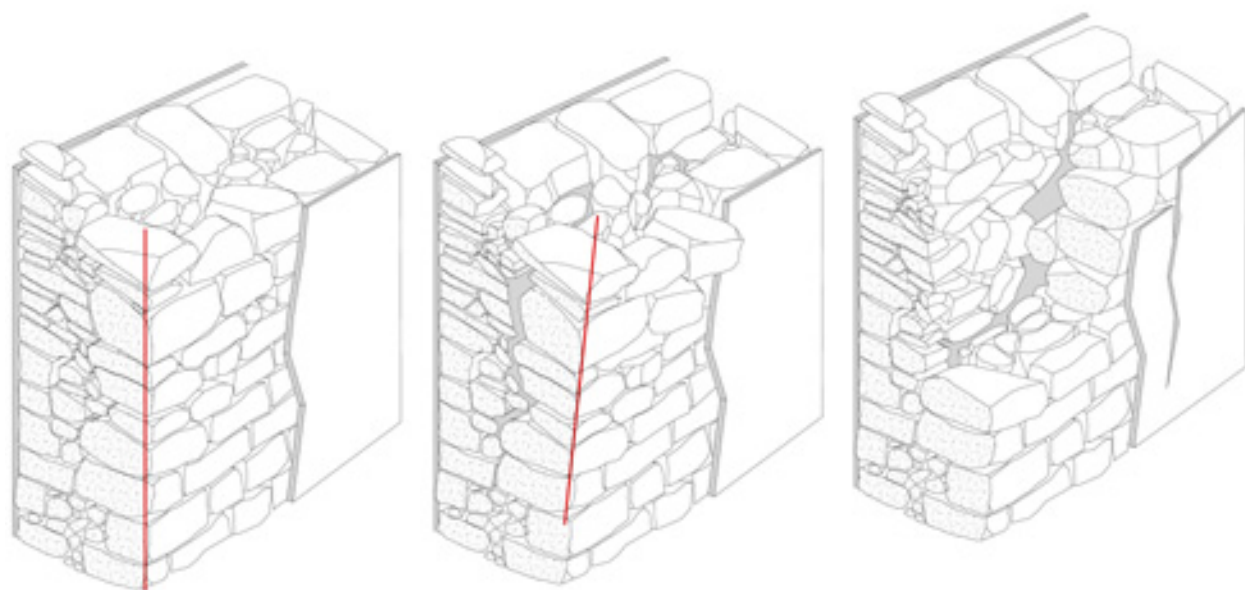


Fig. 4.5, in alto: distacco completo di un paramento murario a Villanovatulo, nel Sarcidano.

Fig. 4.6, in basso: sezione di un muro a doppio paramento privo di diatoni a Nurri, nel Sarcidano.



a_ Sezione



Fase1

Fase2

Fase3

0 20 50 100

b. Per le patologie connesse alle modificazioni successive:

- b.1 modifiche della configurazione strutturale di base dovute a demolizioni di setti o interi edifici contigui, cosa che fa venir meno le condizioni di “contraffortamento interno” della scatola muraria stessa e genera tensioni impreviste e talvolta incontrollabili;
- b.2 modifiche della configurazione strutturale di base dovute all’inserimento di strutture intelaiate nel vivo della scatola muraria; anche in questo caso si dà luogo ad un modello statico conflittuale, destinato ad interagire negativamente sulla configurazione originaria della scatola;
- b.3 modifiche della configurazione strutturale di base dovute alla sostituzione dei materiali base nel vivo dei setti murari. Non è infrequente ormai veder comparire a fianco degli elementi lapidei componenti edilizie più recenti quali i laterizi cotti semipieni o forati e i blocchi cementizi, che generano discontinuità strutturali e danno luogo a differenti (e per lo più non valutati) comportamenti termoigrometrici, con superfici di condensa a contatto con la pietra;
- b.4 modifiche della configurazione strutturale di base dovute alla sostituzione degli orizzontamenti elastici (lignei) della fabbrica storico-tradizionale con altri più rigidi, per lo più solai laterocementizi, che inducono anch’essi tensioni incontrollate e dannose nel sistema edilizio originario;

*Fig. 4.7, in basso:
Villanovatulo, nel Sarcidano.
La sostituzione della copertura con un solaio orizzontale in laterocemento e l’inserimento di blocchi cementizi nel vivo delle murature in pietra o in ladiri, sono tra le patologie di degrado più diffuse nell’architettura tradizionale.*



c. Per le patologie dovute a manutenzione cattiva o assente:

c.1 si segnalano in questa categoria soprattutto tutte le “patologie umide” dovute a carente manutenzione degli elementi più delicati dell’involucro, quali gli infissi o gli intonaci e le coperture. Queste ultime, in particolare, possono costituire la fonte privilegiata di infiltrazioni di portata e conseguenze fortemente distruttive: infatti, anche difetti apparentemente di poca rilevanza nel sistema dello smaltimento delle acque meteoriche, o sconnessioni localizzate nel rivestimento di copertura, possono causare forme di ruscellamento concentrato che minano alla radice la coesione dei paramenti murari.

Fig. 4.8, in basso:

Laconi, nel Sarcidano.

La copertura è l'elemento di fabbrica che prima si degrada a causa di una manutenzione cattiva o totalmente assente.



- Scheda A. INTERVENTI SUL NODO DI FONDAZIONE
- Scheda B. SISTEMI DI DRENAGGIO
- Scheda C. RISARCITURE MURARIE
- Scheda D. INTEGRAZIONI E NUOVE COSTRUZIONI
- Scheda E. TIRANTI E CATENE, ELEMENTI DI RINFORZO
- Scheda F. I CORDOLI

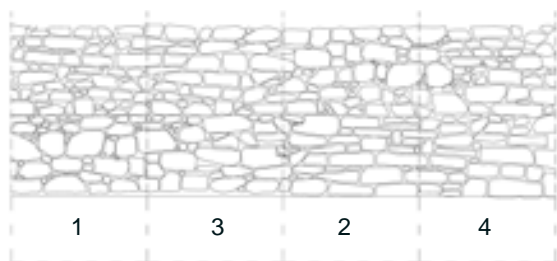
Il nodo di fondazione costituisce per la scatola muraria un elemento di particolare delicatezza, che decide non solo della corretta distribuzione dei carichi sul terreno, ma anche della salubrità del manufatto edilizio nel suo complesso. L'architettura storico-tradizionale delle colline raramente supera i due piani fuori terra, quindi i carichi unitari sulle fondazioni continue e sul terreno sono abbastanza modesti. Se il problema non è dunque, in generale, la portanza del suolo rispetto al peso delle sovrastrutture edilizie, il degrado può essere indotto, come già visto, da fondazioni così superficiali da risultare quasi assenti, oppure da cedimenti fondali lungo il pendio nei centri di maggiore acclività.

La procedura consigliata è preferibilmente la sottomurazione, condotta per piccoli cantieri (di non più di 60-80 cm) discontinui, per aumentare la profondità ed eventualmente la sezione delle fondazioni, oltre al rinforzo delle strutture esistenti, anche mediante iniezione di miscele leganti.

La sequenza delle azioni consente le seguenti alternative:

- occorrerà comunque procedere allo scavo (dopo aver preventivamente ed opportunamente puntellato le sovrastrutture) che consenta di mettere a nudo il piano fondale, sino a liberare il piede della muratura per circa metà spessore, nel caso si possa intervenire da ambo i lati, oppure per l'intero spessore se l'accesso da un lato del muro risulta precluso, approfondendo lo scavo sino al raggiungimento della nuova quota di fondazione prevista;
- di seguito, si potrà scegliere di intervenire direttamente costituendo la nuova fondazione, in pietrame, laterizi o calcestruzzo, al di sotto del basamento esistente, mettendo in atto la massima cautela, onde evitare crolli parziali e lasciando i necessari ammorsaenti per il tratto contiguo;
- in alternativa, si potranno mettere in opera dei cordoli in calcestruzzo armato addossati ai fili interno ed esterno della muratura, connettendoli mediante attraversamenti passanti della muratura stessa;
- ancora, potranno essere infissi dei micropali; si tratta di una struttura di una certa complessità, da utilizzare soltanto in casi estremi e sotto attento controllo, che ha però il pregio di non interferire con i basamenti e le fondazioni esistenti.

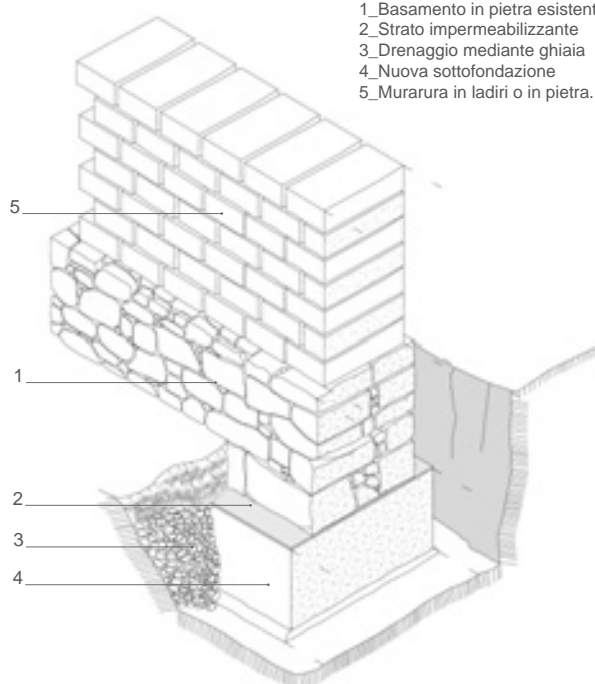
A_1 INTERVENTI SUL NODO DI FONDAZIONE



Schema alternanza cantieri

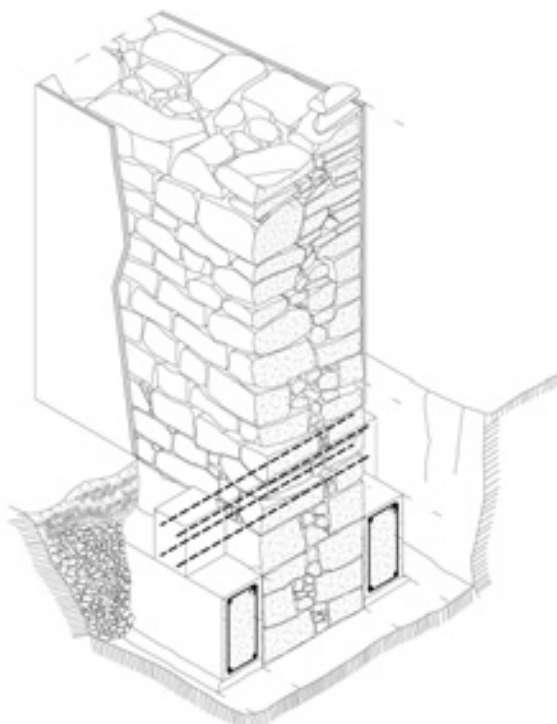
Legenda

- 1_Basamento in pietra esistente
- 2_Strato impermeabilizzante
- 3_Drenaggio mediante ghiaia
- 4_Nuova sottofondazione
- 5_Muratura in laterizi o in pietra.



a_Nuova sottofondazione

0 20 50 100



b_Consolidamento mediante cordoli armati collegati tra loro

MATERIALI IMPIEGATI:

Le sottofondazioni possono essere realizzate in pietrame, laterizi o calcestruzzo utilizzando come cassaforma lo scavo stesso.

TECNICHE E FASI ESECUTIVE:

1_Messa in sicurezza mediante idonea puntellatura delle sovrastrutture.

2_Scavo con messa a nudo del piano e fondale sino al raggiungimento della quota di fondazione prevista.

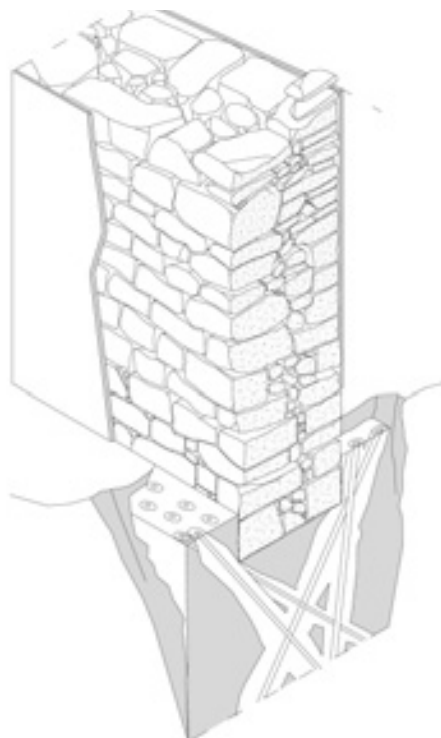
3_Realizzazione della sottofondazione e/o dei cordoli in calcestruzzo armato addossati ai fili interno ed esterno della muratura.

MOTIVAZIONI E RACCOMANDAZIONI

· Lo scavo si effettuerà per circa metà spessore, nel caso si possa intervenire da entrambi i lati, o per l'intero spessore se l'accesso a un lato risulta precluso.

· Al fine di evitare crolli o cedimenti durante l'intervento risulta essenziale intervenire per piccoli cantieri (60-80cm) non consecutivi.

· L'intervento sulle fondazioni, oltre a bloccare i cedimenti fondali, ha la funzione di difendere la muratura dalle patologie umide. Tale funzione può essere perseguita solo se si interviene anche sui vespai che possono essere l'altra causa della risalita di umidità.



c_Consolidamento mediante l'uso di micropali

Scheda B I sistemi di drenaggio, aerazione e vespai.

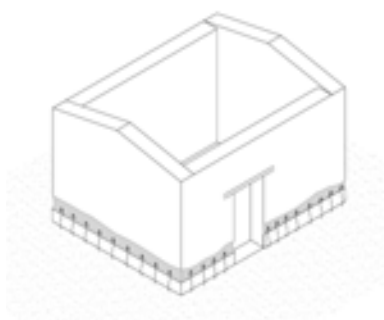
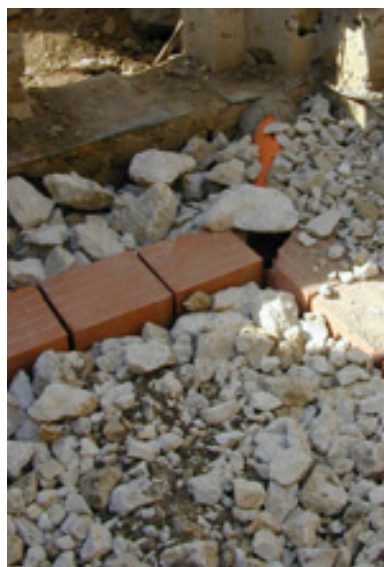


Fig. 4.9. I sistemi di drenaggio.
Fasi di cantiere nel recupero di casa storico-tradizionale.
Realizzazione di vespaio aerato mediante canali in laterizi forati collegati con l'esterno tramite tubi in pvc.



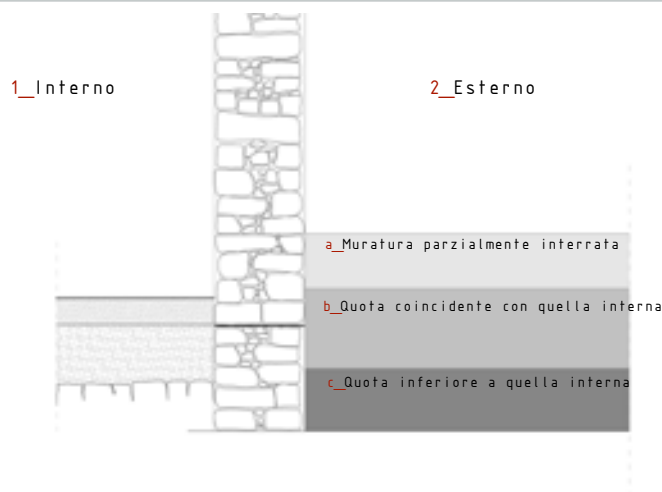
La realizzazione di “scannafossi”, ovvero di una intercapedine esterna dotata di tubo drenante lungo il perimetro esterno del setto murario, in corrispondenza della sua fondazione, consente in generale di risolvere opportunamente il problema dell’allontanamento delle acque meteoriche (ed in parte quelle di falda, dal piede della muratura).

L’intervento consiste nello scavo di un fossato, con o senza muro di contenimento a monte (nel caso tale muro venga messo in opera, dovrà anch’esso essere “drenante” per non alterare il deflusso dell’acqua); tale muro sarà in pietrame o in calcestruzzo, e così pure il fondo dell’intercapedine. L’allontanamento delle acque sarà garantito da una canaletta ovvero da un tubo drenante forato.

Frequentemente, l’edilizia storica in terra cruda può risultare priva di vespai e di sistemi di aerazione delle chiusure di base, oppure può capitare che essi risultino inefficienti e tali da richiedere veri e propri rifacimenti. In questi casi la sequenza delle operazioni può riassumersi nel modo seguente:

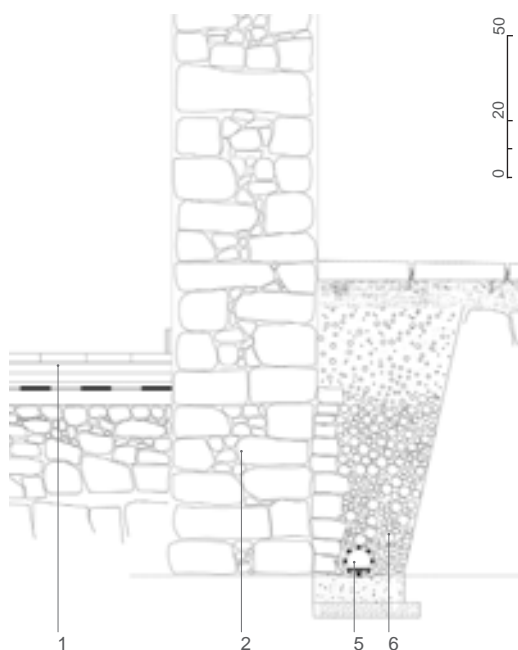
1. si dovrà provvedere alla rimozione del pavimento e del relativo massetto esistenti;
2. dovrà essere successivamente effettuato uno scavo manuale per rimuovere gli eventuali riempimenti o costituire il vano per il vespaio;
3. si metteranno a nudo le fondazioni e si procederà ad un eventuale loro risanamento;
4. si provvederà alla posa del vespaio che potrà essere:
 - non aerato in ciottolame;
 - aerato in pietrame, con canali costituiti a mano o con rete di tubi drenanti;
 - aerato con elementi prefabbricati in pvc, con realizzazione di fori di aerazione nella struttura basamentale;
5. spianamento del livello di posa, con massetto in calce e terra.

Scheda B_Condizioni al contorno

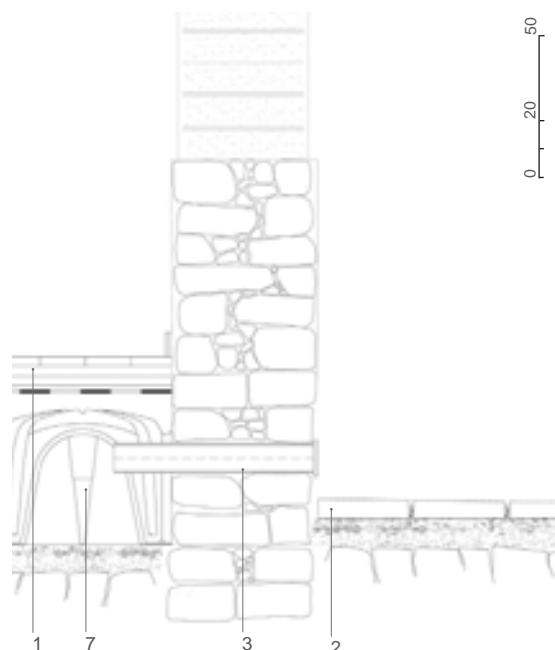


B_1 SISTEMI DI DRENAGGIO

a Sistema drenante verticale per muraure parzialmente interrato



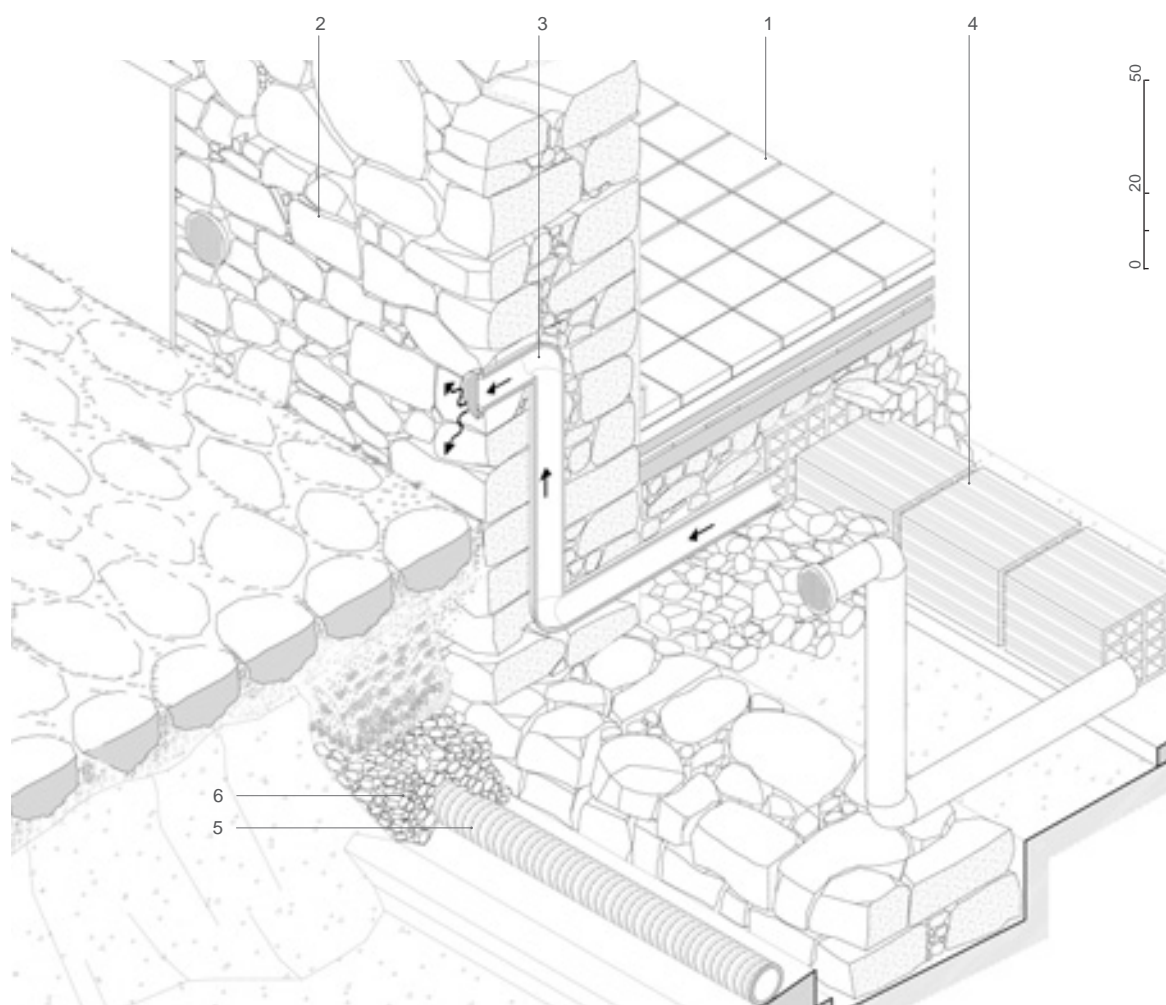
c Sistema drenante con casseri prefabbricati



Legenda

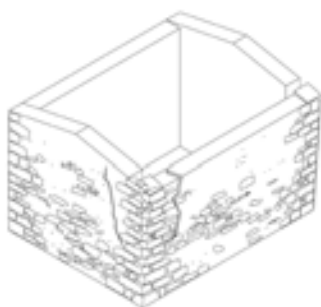
- 1_Pavimentazione
- 2_Basamento in pietra esistente
- 3_Canale di areazione in pvc
- 4_Canale di areazione mediante laterizi forati
- 5_Tubo drenante
- 6_Ghiaia di protezione del tubo drenante
- 7_Cassaforma in polipropilene a igloo

b Sistema drenante con vespajo aerato in pietra e canali costituiti in laterizio con rete di tubi drenanti

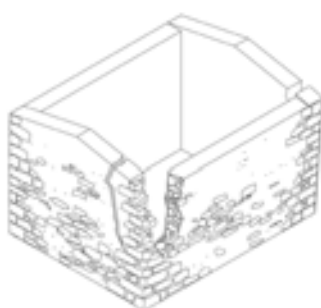


Scheda C Risarciture murarie.

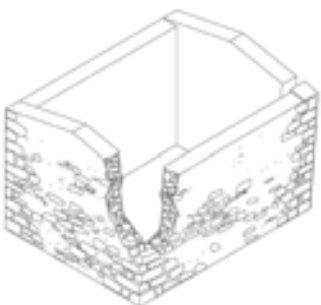
Fasi di dissesto del cantonale.



Fase 1. Lesioni dovute alla rotazione della muratura.



Fase 2. Cedimento del cantonale con distacco parziale.



Fase 3. Crollo parziale della muratura.

I meccanismi di dissesto delle scatole murarie sono come visto molteplici. Tali meccanismi possono essere generati da cedimenti (fondali, ma anche di singole porzioni di setti, o di architravi delle aperture), da sollecitazioni con componenti orizzontali non controllate, presso flessioni, indebolimenti locali o diffusi prodotti dal deterioramento di singoli elementi della scatola muraria. Le conseguenze di questi fattori di degrado possono essere costituite da lesioni e “scuciture” parziali della scatola stessa, il cui andamento, estensione e profondità sarà poi un significativo indizio per risalire alle cause. Particolarmente gravi e delicate possono risultare tali lesioni se localizzate nello spigolo della cellula muraria, sia per cattivo ammorsamento dei setti, sia per dissesto dei conci cantonali. Si presentano inoltre ormai con una certa frequenza nel caso dei centri sardi della pietra situazioni di estremo degrado, che hanno ormai condotto al crollo parziale ma esteso di una parte importante dei setti della scatola muraria; si tratta per lo più di situazioni puntuali e localizzate, ma può anche trattarsi di intere porzioni di isolato. A questo proposito possono essere enunciate le seguenti linee-guida:

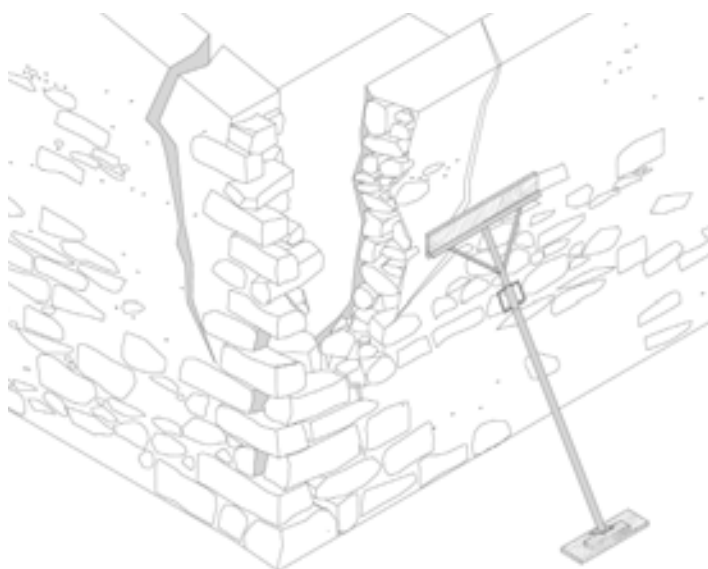
- ogni intervento deve garantire la continuità della scatola muraria: anche nei casi di degrado e crollo che impongono quindi la sostituzione con interventi di nuova esecuzione, non deve essere consentito l’inserimento di strutture intelaiate, che disarticolano irreparabilmente la continuità dei setti, mentre deve essere ripristinato il sistema dei setti reciprocamente ammorsati;
- anche i semplici tramezzi e le pareti divisorie devono essere attentamente valutate, sia nelle loro corrispondenze verticali sia nell’azione di incatenamento orizzontale, in modo da non generare, con interventi mal valutati su setti apparentemente secondari, sconnessioni e dissesti ulteriori.
- i punti di crisi della scatola muraria devono essere risarciti con materiali e tecniche quanto più possibile “in continuità” con le preesistenze: si raccomanda il cucì e scucì per sostituire conci cantonali o elementi lapidei in parete ammalorati, mentre devono essere evitati materiali disomogenei, suscettibili di causare discontinuità nel comportamento meccanico e

Fig. 4.10. Rotazione paramento murario con distacco del cantonale. Laconi, nel Sarcidano.



C_1 Ricucitura mediante conci lapidei e interposizione di elementi in cotto

1_ Messa in sicurezza mediante idonea puntellatura



2a_ Ricucitura del cantonale mediante interposizione di mattoni in laterizio

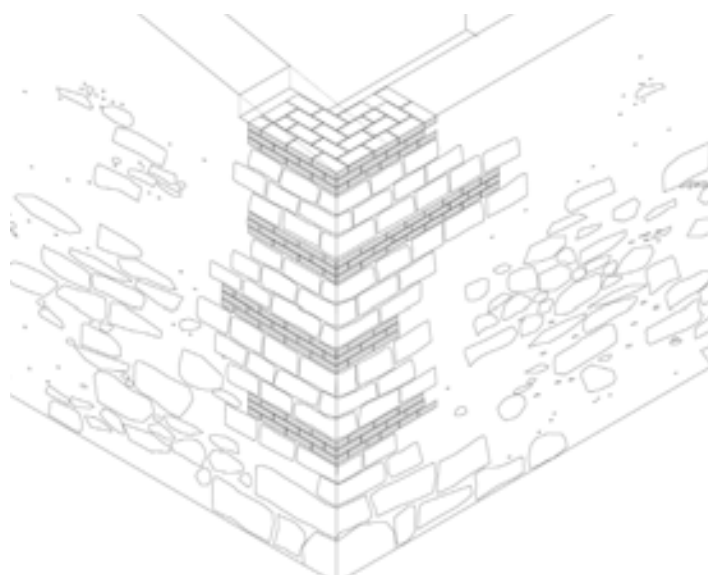
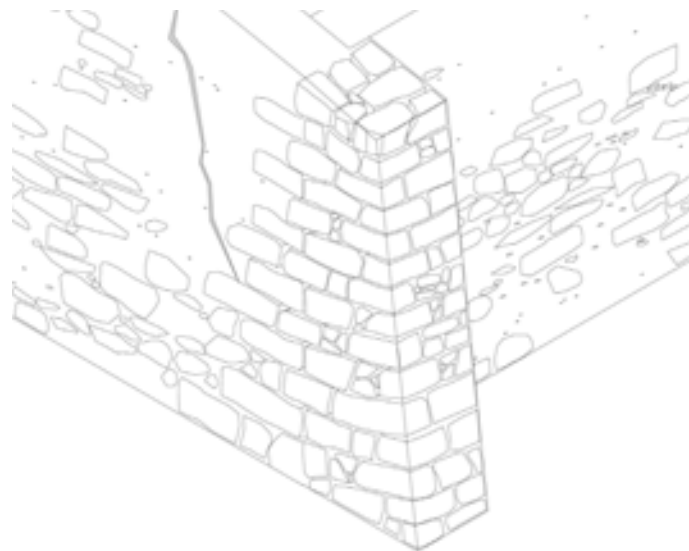


Fig. 4.11, in alto:
distacco del cantonale per insufficiente ammorsatura. Villa-
salto, nel Gerrei.
Fig. 4.12, in basso:
utilizzo di speroni murari a Tuili, in Marmilla.

2b_ Ricucitura del cantonale mediante inserimento di uno sperone murario



termoigrometrico, quali i blocchi cementizi. Per quanto riguarda i laterizi cotti, semipieni e forati, si tratta di materiali che hanno una collaudata coesistenza con la pietra; il loro uso appare indiscutibilmente appropriato se circoscritto a particolari elementi di fabbrica, quali stipiti, piattabande ed archi, angoli e connessioni tra setti murari;

- in generale, si può ritenere perfettamente possibile la ricostruzione di porzioni puntuali di muratura, come anche di ampie sezioni di setti murari degradati irreparabilmente, con pietrame sbozzato o in conci congruente con la preesistenza. Si tratterà di valutare caso per caso quale sia il limite tra il risarcimento, per quanto ampio, di un edificio storico ancora esistente e riconoscibile nella sua identità culturale e costruttiva, ed una ricostruzione pressoché totale, per la quale si rimanda ai criteri ed alle cautele di cui alla scheda successiva;

- ad integrazione, o in sostituzione, del cuci-e-scuci potranno essere adottate tecniche di consolidamento quali la stilatura profonda dei giunti o la ripresa delle lesioni con malte di terra e calce, previa scarificazione delle parti ammalorate, sino a ritrovare la struttura compatta.

Comunque, il caso più critico per la consistenza strutturale delle scatola muraria resta il dissesto delle parti angolari. In questi casi l'intervento consigliato, quello della reintegrazione con il metodo cuci-e-scuci ha la funzione di ripristinare la continuità delle murature dissestate attraverso materiali che devono essere attentamente valutati caso per caso:

- ripristino con elementi lapidei di spoglio (se reperibili ed efficienti) o comunque reperiti (preferibilmente in loco) in omologia con i preesistenti

- ripristino con modalità innovative quali laterizi cotti, ovvero mediante conci lapidei regolari.

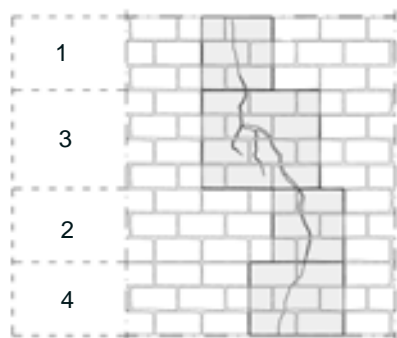
E' da escludersi tassativamente l'utilizzo di blocchi cementizi o di calcestruzzo in qualunque forma. L'esecuzione comporta:

- la rimozione degli elementi lapidei degradati e comunque di tutte le parti incoerenti, fino alla messa a nudo delle superfici costituite da materiali efficienti ed in buono stato di conservazione;

- inserimento dei nuovi elementi in sostituzione dei precedenti ammalorati, nel rispetto degli allineamenti e delle tessiture originarie, o in maniera compatibile nel caso si utilizzino laterizi cotti o altri conci lapidei;

- intonacatura delle superfici risultanti con malte a base di calce.

C_2 CUCI E SCUCI IN UNA PARETE IN TERRA CRUDA



Schema alternanza cantieri

MATERIALI IMPIEGATI:

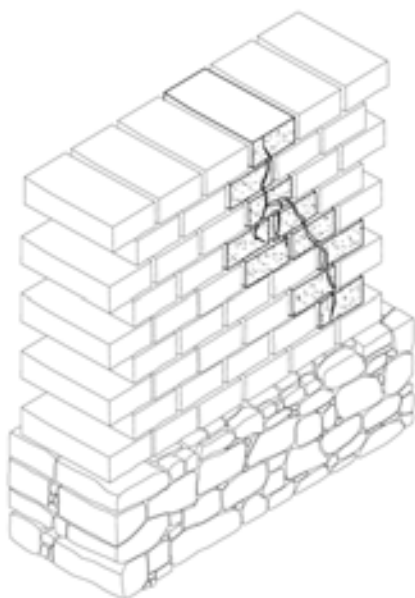
Le cuciture possono essere realizzate mediante l'inserimento di nuovi elementi in adobe o in laterizio.

TECNICHE E FASI ESECUTIVE:

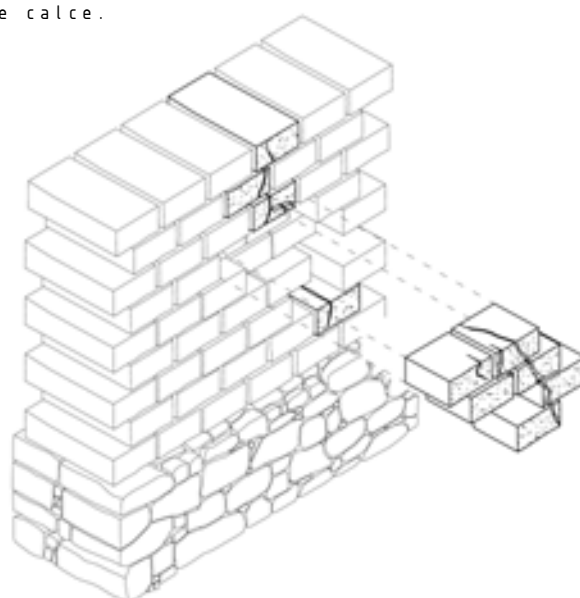
1_Puntellatura e messa a nudo della parte degradata.

2_Rimozione degli elementi ammalorati e sostituzione con i nuovi elementi. L'intervento dovrà essere eseguito per piccoli cantieri non consecutivi.

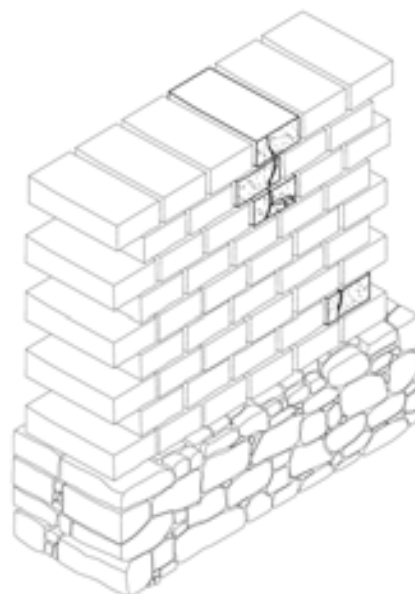
3_Intonacatura mediante malte a base di terra e calce.



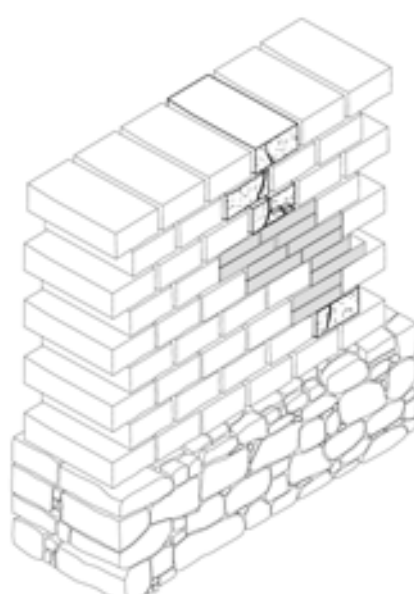
1_ Muratura degradata



2_ Rimozione dei mattoni degradati



3a_ Inserimento di nuovi elementi in crudo



3b_ Inserimento di laterizi cotti

Scheda D Integrazioni e nuove costruzioni.

Nel caso di crolli estesi di setti murari, o comunque di degrado irreversibile dei loro componenti, di spanciamenti gravi e sconnessioni tali da rendere necessaria la demolizione di parti preponderanti dei setti stessi, il risarcimento puntuale delle pareti in pietra può trasformarsi in una forma di integrazione talmente estesa da costituire una vera e propria costruzione ex novo. E ciò vale anche se l'intervento si colloca in un contesto dato e ben definito da preesistenze note e ancora rilevabili, benché abbiano perduto ogni consistente edilizia e strutturale affidabile. A questo proposito possono essere enunciate le seguenti linee-guida:

- nel caso di eventuali ricostruzioni a seguito di collasso di intere pareti è opportuno che queste siano risarcite sempre mediante materiali e tecnologie analoghe o compatibili, con una attenta valutazione dell'attualizzazione tecnologica che si rendesse necessaria; in questi casi, la messa in opera degli elementi lapidei o degli altri materiali eventualmente associati potrà distinguersi da quella storico-tradizionale per carattere e tecnologia; sarà inoltre opportuno, soprattutto in edifici di particolare significato testimoniale e identitario, effettuare una distinzione tra la parte originale e quella ricostruita, ad esempio mediante l'interposizione di uno scurello o la realizzazione in sottosquadro. Questa distinzione non dovrà comunque comportare soluzioni di continuità nel corpo murario o nel rivestimento potenzialmente dannose e di problematica manutenzione;
- la ricostruzione di setti murari preesistenti, o addirittura di nuovi volumi che fossero giustificati ed ammissibili, con materiali e tecniche "non tradizionali", non è pregiudizialmente esclusa, anche in considerazione del fatto, ampiamente documentato in precedenza, che gli edifici in pietra hanno maturato una eccellente attitudine a coesistere a determinate condizioni, con materiali e tecnologie innovative. Tuttavia, in considerazione dei molti aspetti estremamente problematici e degli elementi di discontinuità e rottura indotti nei contesti della pietra da pratiche di sostituzione massiccia e indiscriminata, tale coesistenza deve comunque essere sottoposta ad una attenta valutazione di compatibilità. Si ritiene comunque non ammissibile, per incompatibilità nel comportamento meccanico e termoisolante, l'utilizzo del calcestruzzo, armato o no;
- la ricostruzione di casi estremi di edifici in gran parte diruti dovrà essere attentamente valutata rispetto al quadro complessivo dei valori e dei criteri riferiti all'intero edificio ed al suo contesto storico-culturale.



Fig. 4.13, Fig. 4.14. Integrazioni e modificazioni incongrue.

Dall'alto verso il basso: Pauli Arbarei e Ussaramanna, in Marmilla.

L'integrazione delle murature, in pietra o in terra, con inserimento di materiali incongrui, quali il blocchetto di cemento, è una patologia di degrado frequente nell'architettura tradizionale.



Scheda E Tiranti e catene, elementi di rinforzo.

Il problema della coesione e della “chiusura” della scatola muraria è stato storicamente affrontato anche e soprattutto con sistemi di rinforzo costituiti da tiranti e catene. Può trattarsi di una funzione aggiuntiva assunta dall’orditura delle travi dei solai o delle coperture, la cui normale attitudine a fungere da elementi di collegamento tra setti paralleli viene esaltata rafforzando gli elementi di coesione con le chiusure verticali e ponendo a contrasto elementi quali i capochiave o bolzoni. Poichè le tensioni parassitarie e indesiderabili assumono quasi sempre nelle murature l’andamento delle spinte orizzontali, tiranti e catene hanno precisamente un andamento parallelo agli orizzontamenti; comunque, essi devono essere disposti perpendicolarmente alle lesioni che si siano eventualmente generate, o alle pareti che abbiano subito rotazioni o “spanciamenti”.

E’ quindi necessario mettere in atto provvedimenti che abbiano come esito:

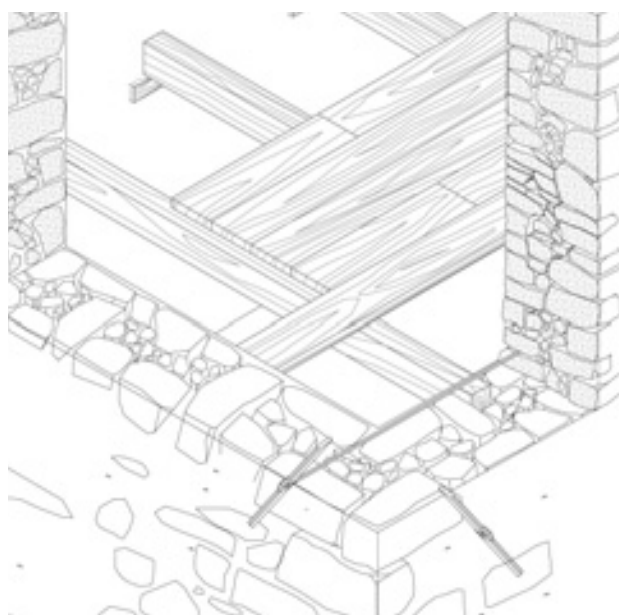
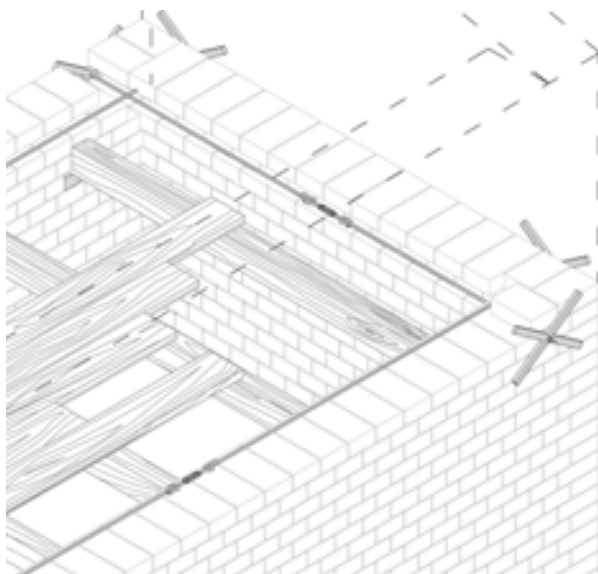
- il contenimento o meglio l’eliminazione delle spinte orizzontali parassite, da conseguirsi mediante l’inserimento di tiranti e catene; tra questi, risultano sempre ammissibili le forme di incatenamento storico tradizionali, perfettamente collaudate e assorbite dalle tecniche murarie ordinarie, e già largamente presenti nel contesto costruito locale, che si manifestano nei frequenti capochiavi e bolzoni inseriti nei prospetti degli edifici storici.

Catene e tiranti possono essere costituiti da materiali dotati di forte resistenza a trazione, ma anche da comportamento non rigido, ma duttile ed elastico. In questo senso, le regole dell’arte più consolidate ed anche le più moderne concezioni strutturali concorrono a segnalare l’uso delle barre di ferro e dei profilati in acciaio e del legno; con speciali accorgimenti possono essere inclusi nel novero dei materiali utilizzabili per i tiranti anche le fibre di carbonio.

Nel caso di catena metallica, il tirante può essere costituito da una barra unica o da due barre filettate, collegate da un dispositivo tenditore. Decisivo per l’efficacia del tirante è il dispositivo di contrasto capochiave. La sequenza di azioni tipiche della corretta posa in opera del tirante sono le seguenti:

- scelta della posizione più efficace, sia per contrastare le lesioni e le tensioni orizzontali, sia per consentire il funzionamento ottimale del tirante in relazione alla struttura muraria; se necessario, rinforzo del muro nella posizione prescelta per il tirante;
- preparazione del foro di attraversamento della muratura, preferibilmente realizzato con un moderno trapano a rotazione;
- posizionamento del tirante, con l’ausilio di malte espansive o di resine epossidiche;
- attivazione dei dispositivi di capochiave, sia mediante il sistema del bolzone (con occhiello all’estremità del tirante e cuneo infisso in esso a contrasto con la muratura) sia mediante le piastre nervate imbullonate;
- attivazione dell’eventuale dispositivo tenditore per assicurare il contrasto ottimale con le pareti interessate.

E_1 TIRANTI E CATENE METALLICHE



0 20 50 100

Fig. 4.15, Fig.4.16, dall'alto verso il basso:
utilizzo di catena metallica per rinforzare il cantonale a Orroli, nel Sarcidano, e
per collegare i setti murari paralleli a Lanamatrona, nella bassa Marmilla.

Elementi di giunzione

1_ Collegamento mediante dispositivo tenditore

2_ Collegamento diretto



Bolzoni, piastre e sistemi capochiave devono comunque essere adeguatamente dimensionati, in modo da evitare l'effetto di punzonamento, particolarmente dannoso per la stabilità della parete.

Qualora si tratti invece di catene lignee, queste coincidono di norma con le ordinarie travi degli orizzontamenti (solai intermedi e strutture di copertura) con l'aggiunta di staffe o cravatte metalliche e capochiavi collegate alle teste delle travi secondo una sequenza in gran parte coincidente con quella dei tiranti metallici, alla quale deve essere aggiunto l'elemento specifico che assicura il collegamento della trave-catena al muro, secondo due specifiche modalità:

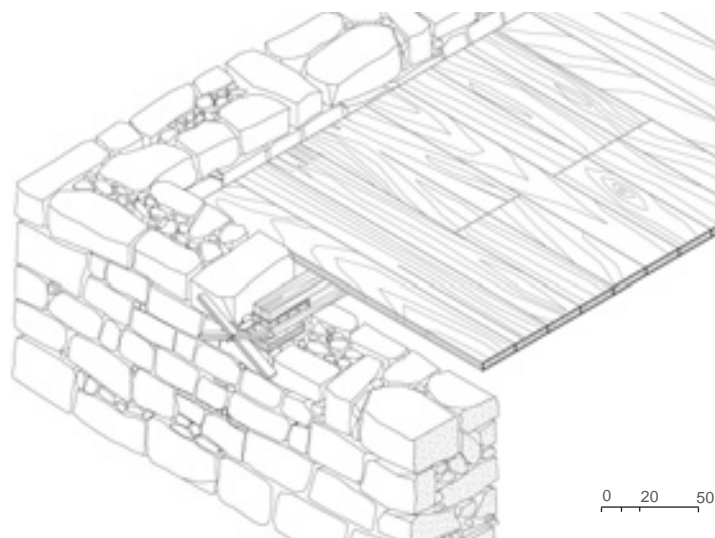
- la prima, più frequente, consiste nell'assicurare, mediante staffe e cravatte, un bolzone metallico alla testa del trave; tale bolzone viene poi ancorato al setto murario con i sistemi capochiave descritti più sopra;
- la seconda, certamente più arcaica, consiste nel dimensionare i travi in modo da farli fuoriuscire dalla muratura, praticare nella parte esterna delle teste, a filo muro, un occhiello nel quale inserire un paletto (anch'esso ligneo) che assicuri il contrasto con la parete.

In questo modo la struttura portante degli orizzontamenti intermedi e di copertura viene ad assumere un duplice ruolo: da un lato infatti conserva e rafforza la funzione di sostenere i carichi permanenti e accidentali di esercizio, dall'altra ogni elemento dell'orditura diventa una trave-catena, e contribuisce efficacemente a completare e rendere efficace il "coperchio" della scatola muraria, che viene così compiutamente "serrata".

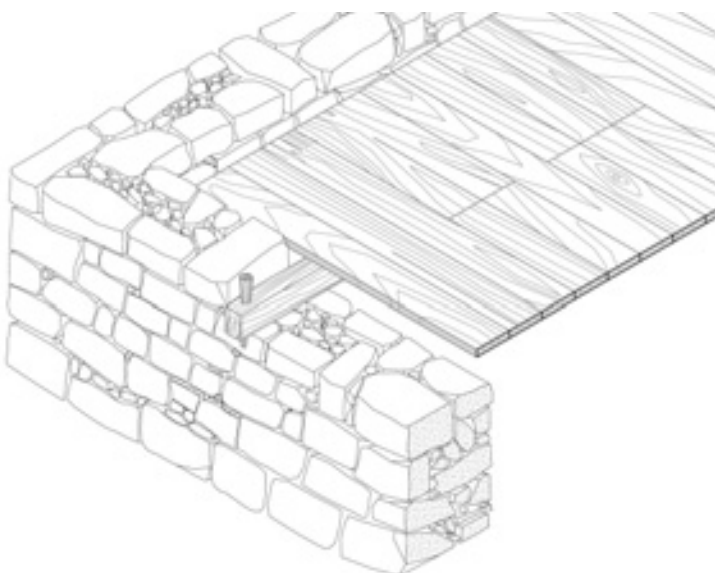
Un caso ulteriore è costituito dalle non infrequenti catene lignee inserite nel vivo della muratura, a mezza altezza e comunque a quote non coincidenti con i cordoli, con la funzione di "legare" le murature e di assorbire le tensioni di trazione che in esse possono essere parassitariamente indotte.

In tutti questi casi, le catene devono essere considerate con estrema cura e attenzione, dovunque possibile conservate in situ e, se ammalorate, sostituite con elementi equivalenti.

1. Soluzione con dispositivo capochiave metallico



2. Sistema arcaico con fuoriuscita trave e paletto ligneo



Dall'alto verso il basso:
Fig. 4.17, Fig. 4.18. Utilizzo di catena lignea con dispositivo capochiave metallico a Sardara e a Tuili, in Marmilla.
Fig. 4.19. Utilizzo di catene a Nurri, nel Sarcidano.

Scheda F I cordoli.

Un'ulteriore struttura di irrigidimento della scatola muraria può essere realizzata mediante l'inserimento di cordoli o di cerchiature. Si tratta per lo più di un intervento che integra la messa in opera di catene e tiranti, in coincidenza con l'attacco tra muratura e strutture di copertura, soprattutto per contribuire alla coesione degli angoli e degli innesti tra murature, e contrastarne la tendenziale apertura. Il cordolo inoltre contribuisce ad ottimizzare la distribuzione dei carichi delle stesse strutture di copertura.

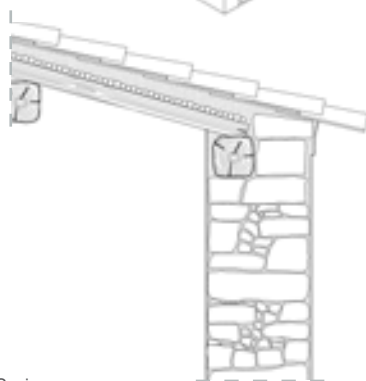
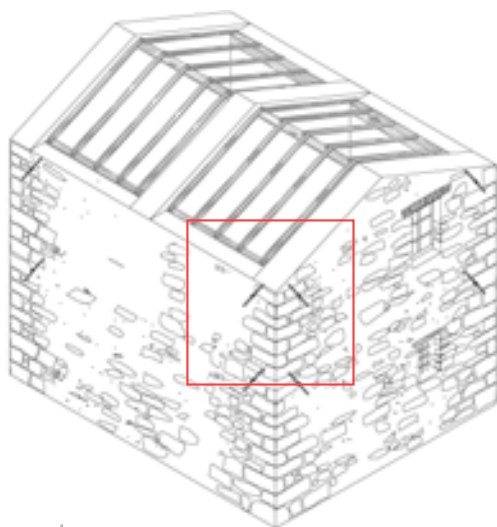
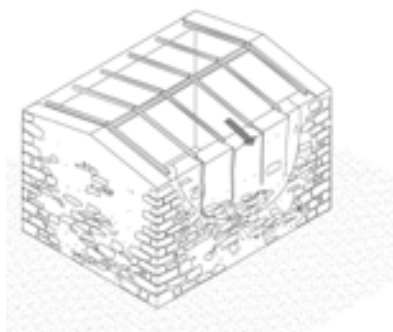
La realizzazione di un nuovo cordolo non può che essere correlata, in generale, a condizioni critiche o addirittura al crollo parziale o totale delle coperture: essa presuppone lo smontaggio della copertura stessa, o delle sue parti residue. Nello stesso tempo, la messa in opera di un nuovo cordolo presuppone un intervento radicale sulla parte sommitale della muratura. Ordinariamente, i cordoli esistenti sono spesso sostanzialmente fatti di materiale di riempimento a sacco, eventualmente contenuto da cornici laterizie o lapidee. Potrà rendersi necessario svuotare questi elementi, mantenendo comunque sul bordo esterno della muratura un contenimento sempre laterizio o lapideo, per predisporre l'alloggiamento del cordolo. Quest'ultimo sarà per lo più costituito da dormienti lignei, spesso rinforzati sugli angoli con squadre, per contrastarne l'eventuale tendenza ad aprirsi; tale squadra potrà essere posta in opera, in casi particolari, anche isolatamente, senza uno sviluppo completo del cordolo, benché ciò comporti naturalmente una minore efficacia del provvedimento complessivo. Si può considerare ammissibile, previa valutazione attenta dei singoli casi, l'uso di cordoli in calcestruzzo di calce opportunamente armati; in questo caso la muratura frontale di contenimento avrà anche funzione di cassaforma a perdere. Si ritiene invece che debbano essere rigorosamente esclusi i cordoli in calcestruzzo cementizio, per la maggiore invasività di tali elementi e per le possibili tensioni indotte, non sempre calcolabili a priori, che potrebbero indurre nelle strutture storiche, nonché per un gradiente di permeabilità significativamente distante.

Fig. 4.20. Interno di una casa tradizionale a Simala, in Marmilla.

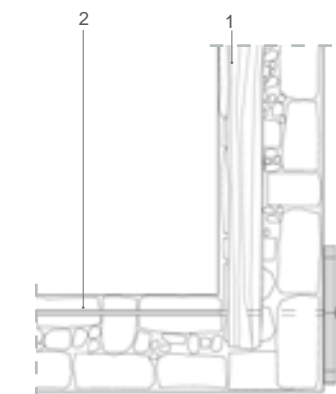
Lesioni puntuali del corpo murario dovute alla non corretta distribuzione delle sollecitazioni provenienti dalle strutture di copertura.



F_1 CORDOLI RIPARTITORI IN LEGNO



Sezione



Pianta

0 20 50 100

Legenda

1_Cordolo

2_Catena di ancoraggio

MATERIALI IMPIEGATI:

In linea generale i cordoli sono costituiti mediante dormienti lignei ma non si esclude l'uso di cordoli in calcestruzzo di calce opportunamente armati.

TECNICHE E FASI ESECUTIVE:

1_Messa in sicurezza mediante idonea puntellatura delle strutture e smontaggio della copertura.

2_Realizzazione dell'alloggio del cordolo.

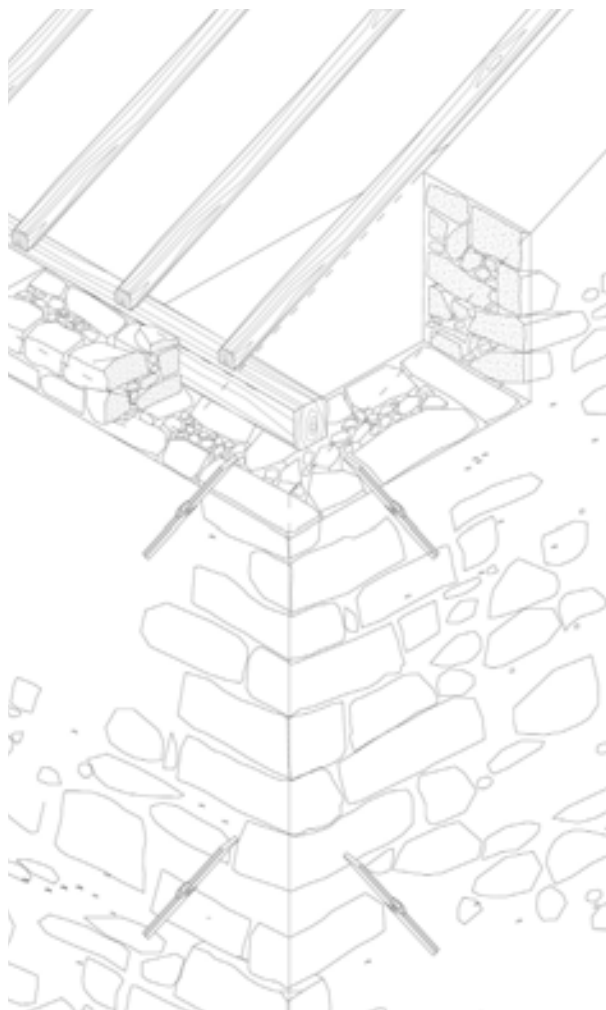
3_Posizionamento del cordolo.

4_Realizzazione della copertura.

MOTIVAZIONI E RACCOMANDAZIONI

· La realizzazione di un nuovo cordolo è sempre collegata a situazioni critiche che prevedono il rifacimento della copertura.

· Oltre che a ripartire sulla muratura il carico delle coperture, i cordoli possono svolgere anche la funzione di cerchiatura, contrastando la generale tendenza ad aprirsi delle scatole murarie, collegandosi opportunamente negli angoli mediante squadre ad elementi ad esso ortogonali.



4.2. APERTURE E INFISSI, BALCONI. GENERALITA'.

Il sistema delle “bucature” costituisce un tema di grande rilievo nell’architettura popolare della Sardegna. In esso si concentra una parte notevole delle attenzioni costruttive legate alle tecniche murarie, per evitare di indebolire i setti ed anzi utilizzare la messa in opera dell’apertura come occasione di rafforzamento della coesione tra i paramenti murari. Infatti, nel rapporto pieni-vuoti della parete le bucaure non determinano mai un indebolimento dei setti murari, ed anzi tendono a garantirne la consistenza disponendosi secondo vani rettangolari a dimensione prevalentemente verticale e stabilendo corrispondenze attraverso incolonnamenti e simmetrie nei piani sovrapposti.

Per il ruolo fondamentale che gioca, particolare attenzione e cura devono essere dedicati al ripristino di tale sistema, in coerenza con l’organismo edilizio di appartenenza. Sulle aperture del muro in pietra, sul suo apparato costruttivo e decorativo, si concentra gran parte dell’investimento simbolico e rappresentativo della singola famiglia e della sua abitazione nei confronti della comunità, con un dispiegamento significativo dei saperi e dei magisteri costruttivi storico-tradizionali.

Dovunque viene garantito il buon ammortamento degli stipiti e degli architravi con la muratura. Gli stipiti possono essere monolitici o al contrario formati dai materiali e con i caratteri della muratura stessa; gli architravi, lapidei o lignei, sono spesso scaricati da archi e piattabande; ancora, stipiti, archi e piattabande possono essere formati con conci ammortati alle murature lapidee. Le cornici, per lo più di taglio essenziale, possono essere sormontate da una trabeazione.

Gli infissi sono sempre in legno, salvo i sopraluce privi di infisso, che spesso ospitano grate in ferro battuto. Porte e portali sono realizzati con disegni e fatture variabili a seconda dei contesti locali, dell’epoca di costruzione e dell’importanza architettonica e sociale dell’edificio. Finestre e porte finestre, sempre con telaio e traversi, sono realizzate con sistemi di oscuramento prevalentemente costituiti da scuri in legno e, meno di frequente, con persiane. Il degrado “fisiologico” degli infissi è in generale dovuto all’usura o a insufficiente manutenzione: tuttavia, deve essere considerata la loro eventuale inadeguatezza in ordine ai requisiti di base di tenuta e di isolamento, di protezione contro le intrusioni.

Le caratteristiche dei balconi sono costanti: si può in generale considerare che lo sporto è contenuto in una profondità non superiore ai 50 cm e ad una larghezza oltre gli stipiti dell’apertura di 50 cm. Si è riscontrata per lo più una tipologia costruttiva originaria in legno, in tempi recenti spesso sostituita con una lastra in massello a sbalzo; in alternativa, la ricerca ha evidenziato numerosi casi di mensole che sorreggono lastre di minor spessore. Anche in questo caso, in tempi più o meno recenti sono state introdotte mensole in ferro battuto, in ghisa o miste ferro-ghisa, con lastre sempre in pietra e, dal Novecento, in calcestruzzo armato.

4.2.1. Aperture e infissi, balconi. Il degrado.

Il degrado può essere collegato a quello della muratura in cui le bucatore sono inserite, oppure può derivare da difetti intrinseci dell'apertura.

In questo senso, si possono riconoscere diversi tipi di manifestazioni di tale degrado:

- dissesti e deterioramenti dovuti a difetti intrinseci attribuibili alla cattiva qualità della messa in opera degli stipiti, delle piattabande e degli archi, al sottodimensionamento degli architravi,
- dissesti dovuti a fattori esterni, quali cedimenti del piano fondale o lesioni passanti della muratura che si concentrano nelle aperture in quanto punti di indebolimento dei setti murari, e ne determinano la rottura negli architravi, o piattabande
- deterioramenti e dissesti dovuti a cattiva manutenzione, a difetti o insufficiente tenuta degli infissi con conseguenti infiltrazioni, soprattutto dovute ad occlusioni dello smaltimento dell'acqua dal davanzale, o all'obsolescenza fisiologica dei materiali, quali la marcescenza degli architravi lignei, il distacco degli intonaci e l'erosione dei laterizi, etc.

*Fig. 4.21. Degrado aperture.
Rottura architrave monolitico, in una casa tradizionale a Lanamatrona, nella bassa Marmilla.*



APERTURE E INFISSI, BALCONI IL RECUPERO

Poiché le aperture costituiscono, come visto, un elemento decisivo del contesto architettonico e culturale dei centri storici della Sardegna, gli interventi di recupero dovranno essere indirizzati alla conservazione dei caratteri costruttivi, tecnologici e linguistici delle stesse. Inoltre, si tenga conto che anche in questo caso vale naturalmente il principio generale per cui è indispensabile, a monte delle manifestazioni dei dissesti, indagarne le cause, allo scopo di rimuoverle e di evitare che i problemi affrontati senza una consapevolezza complessiva si ripresentino in tempi non troppo differiti. Ebbene, in questo paragrafo verranno affrontati degrado e recupero “intrinseci” delle aperture, mentre per tutte le patologie assimilabili a quelle più complessive delle murature nelle quali le bucatore sono inserite si rimanda al paragrafo relativo alle murature stesse.

Preliminarmente, i criteri guida di base dell'intervento sulle aperture possono essere così enunciati:

- *nel quadro della fondamentale linea della conservazione delle aperture e del rapporto pieni-vuoti storicamente consolidato, si farà comunque ricorso, nel recupero degli elementi ammalorati e/o che necessitano di sostituzione, a materiali e tecnologie coerenti con la tradizione costruttiva della pietra o con essa compatibili, con l'esclusione degli inserti in calcestruzzo cementizio armato o no.*

Scheda G. RIPARAZIONE/SOSTITUZIONE DI ARCHITRAVI
PIATTABANDE, ARCHI, STIPITI E SOGLIE

Scheda H. FORMAZIONE DI NUOVE APERTURE

Scheda I. RIPARAZIONE IN SITU O SOSTITUZIONE DI INFISSI

Scheda L. RIPARAZIONE IN SITU O SOSTITUZIONE DI BALCONI

Scheda G Riparazione di architravi, piattabande, archi, stipiti e soglie.

*Nella pagina affianco, dall'alto verso il basso:
Fig. 4.22, Fig. 4.23.
Meccanismi di degrado degli stipiti.
Sardara e Nureci, in Marmilla.*

L'esigenza, primaria dal punto di vista di una corretta conservazione, di favorire comunque il recupero in situ degli elementi di fabbrica degradati, concorre a definire una attenzione estremamente alta verso tutti quei provvedimenti che contribuiscono a rendere possibile questo obiettivo.

La prima fase, da eseguire con estrema cura e attenzione, è quella dell'inserimento degli opportuni puntellamenti; può trattarsi di sostegni supportati da stampelle, oppure di inserimento nella muratura di elementi di rinforzo, quali staffe o piatti metallici a costituire una sorta di controtelaio, anche a perdere, per la fase di esecuzione dell'intervento.

Nel caso in cui orizzontamenti e stipiti siano tutti formati da elementi in pietra, si dovrà intervenire mediante:

- individuazione e messa a nudo delle parti ammalorate;
- scarnitura dei giunti con malte decoese ed eventuale asportazione degli elementi lapidei erosi o fratturati;
- risanamento ed eventuale sostituzione degli elementi lapidei ammalorati con altri dello stesso tipo e dimensione (sia che si tratti di laterizi cotti o crudi);
- ripristino dei giunti con malte di calce compatibili con il materiale originario;
- rifinitura del vano.

Nel caso di architravi lignei, si dovrà anzitutto verificare la condizione del legno; nell'eventualità di lesioni, sfibramento o marcescenza delle teste infisse nella muratura, si potrà provvedere alla ricostituzione mediante gli interventi di cui al paragrafo relativo alle strutture lignee di copertura.

Nel caso in cui l'architrave in legno possa essere effettivamente recuperato, ma non sia più in grado di garantire da solo la necessaria resistenza alla flessione ed al taglio, sarà necessario affiancare ad esso, preferibilmente sul lato interno, elementi metallici o lignei coadiuvanti.

Nel caso in cui si verificasse una compresenza di architrave elastico e di arco o piattabanda di scarico, si adotterà una combinazione delle procedure di intervento sopra esposte. In questo caso, la presenza dell'elemento di scarico favorisce la possibilità anche di un parziale smontaggio dell'architrave.

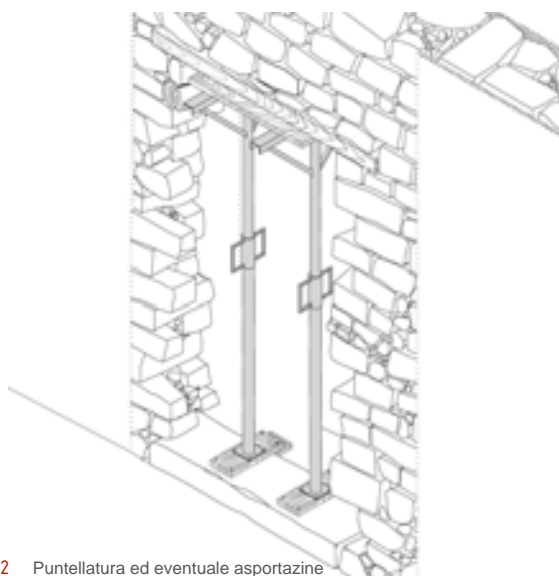
E' comunque escluso in tutte le fasi dell'intervento l'utilizzo di malte o elementi cementizi.

Durante l'intervento, comunque, eventuali elementi decorativi dovranno essere attentamente protetti o, se necessario, rimossi accuratamente e accantonati per essere rimessi in opera.

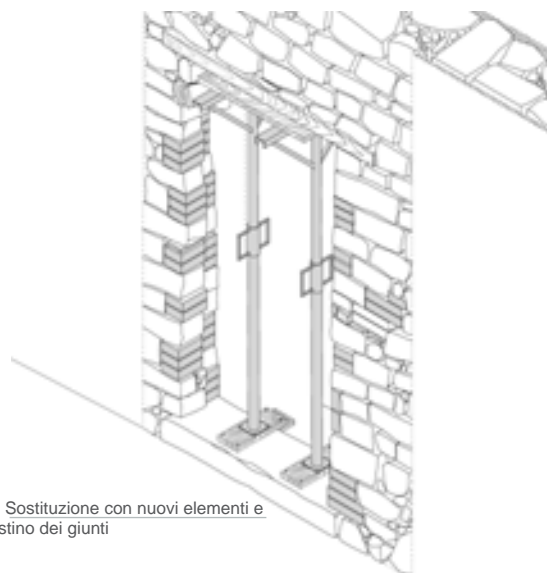
G_1 SOSTITUZIONE DEGLI STIPITI



1_ Messa a nudo delle parti ammalorate



2_ Puntellatura ed eventuale asportazione delle parti erose o fratturate

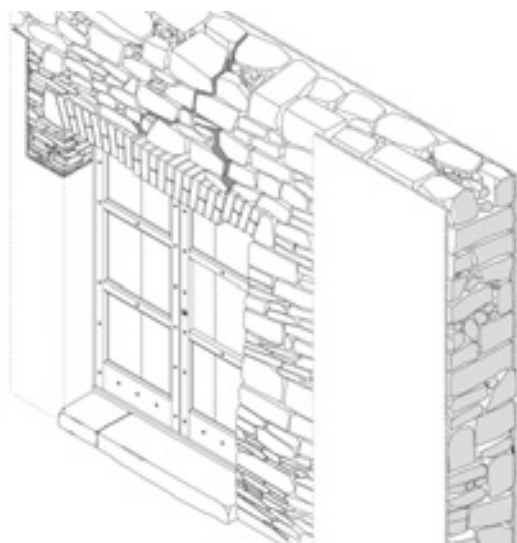


3_ Sostituzione con nuovi elementi e ripristino dei giunti

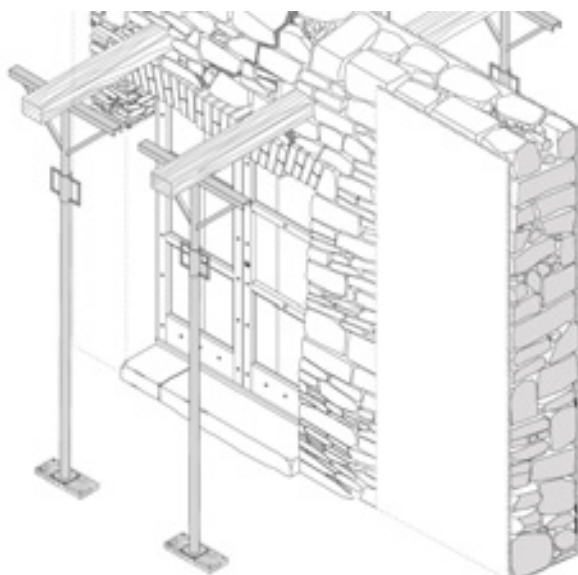


G_2 RIPARAZIONE PIATTABANDA

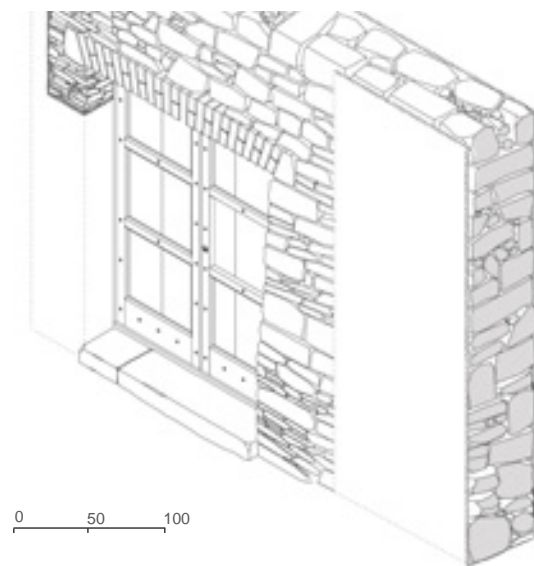
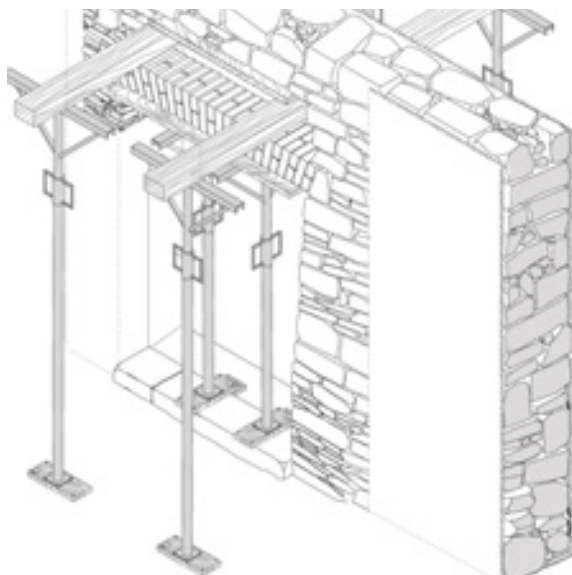
1_Sostegno mediante puntellatura



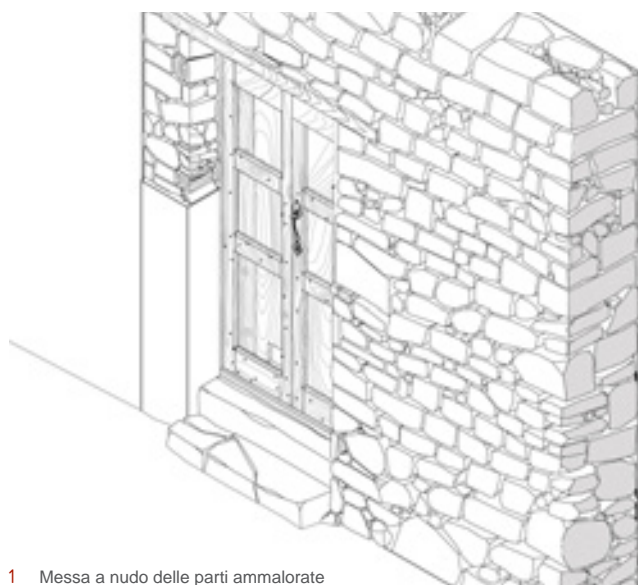
2_Formazione alloggiamenti ed inserimento architrave



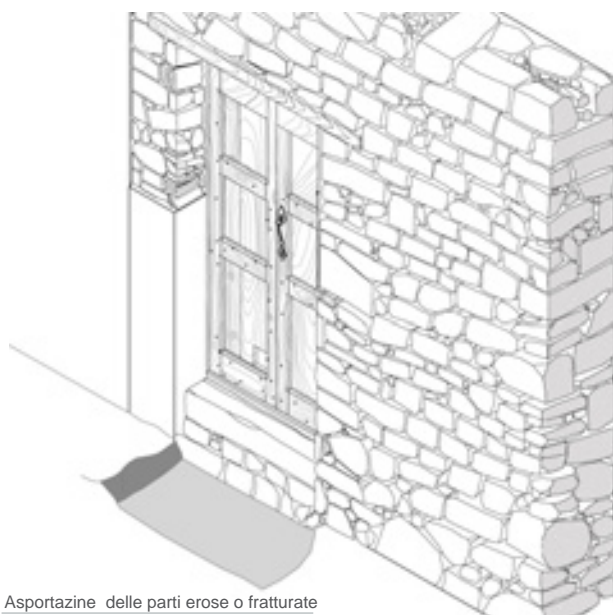
3_Rifinitura vano e formazione delle spallette con mattoni cotti



0 50 100



1 Messa a nudo delle parti ammalorate



2 Asportazione delle parti erose o fratturate

Nella pagina affianco:

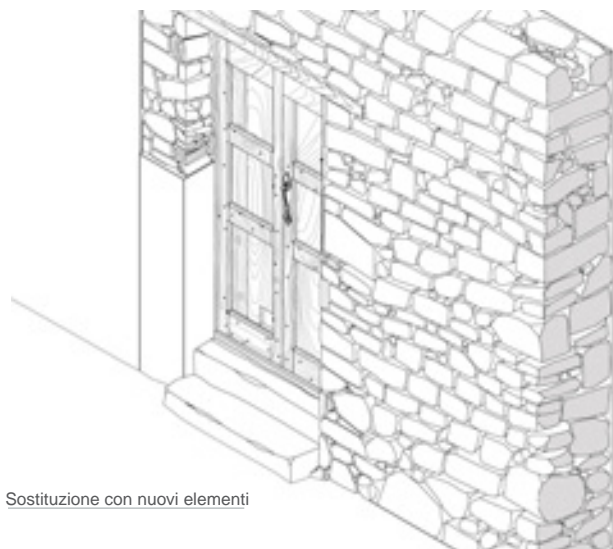
Fig. 4.24, Fig. 4.25, dall'alto verso il basso:
cedimento di una piattabanda a Lunamatrona, in Marmilla, ed erosione dovuta all'azione combinata degli agenti atmosferici di un arco ribassato a Villasalto, nel Gerrei.

Fig. 4.26, sopra:

degrado di una soglia monolitica a Simala, in Marmilla.

Fig. 4.27, sotto:

esempio di soglia in pietra all'interno di una casa tradizionale ad Assolo, nell'alta Marmilla.



3 Sostituzione con nuovi elementi



Scheda G Sostituzione di architravi, piattabande, archi, stipiti e soglie.

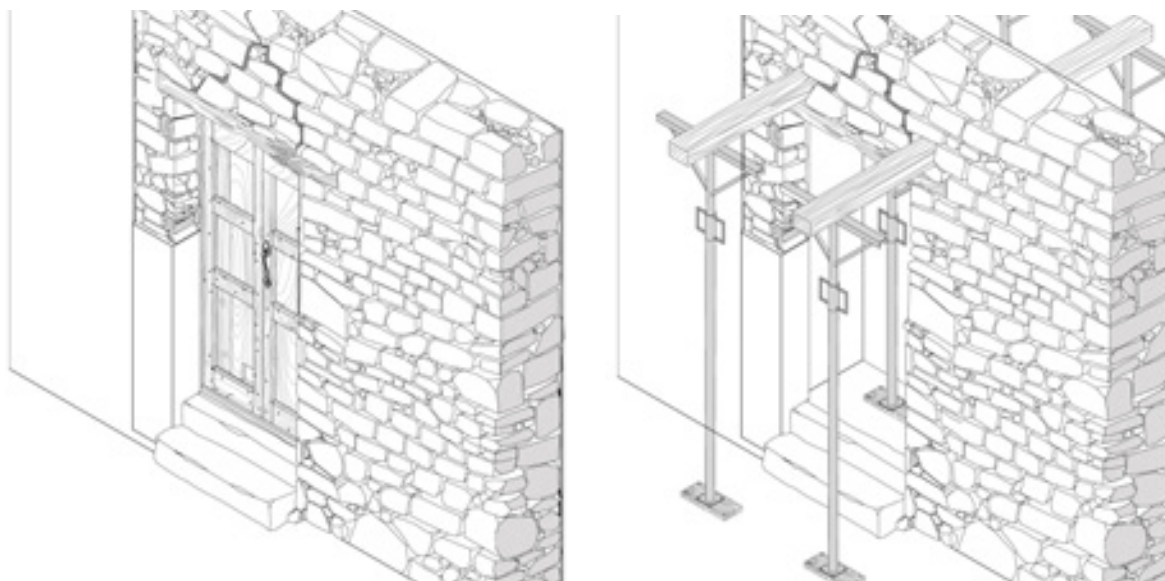
Nel caso di lesioni più severe alle aperture o di degrado irreversibile e non rimediabile dei componenti l'elemento di fabbrica, si potrà rendere necessaria la sostituzione completa di tutti o di parte degli elementi che costituiscono le aperture. Si considera in ogni caso che tutti gli elementi composti da elementi lapidei sono da assoggettarsi ad interventi puntuali, anche se eventualmente estesi, di ricucitura e sostituzione dei pezzi ammalorati; e si tenga particolarmente in considerazione il fatto che, soprattutto negli stipiti, è spesso riscontrabile la presenza di elementi monolitici su cui si può intervenire autonomamente dall'intervento da effettuarsi sull'intera parete. Elemento sicuramente monolitico è perciò l'architrave, come già visto prevalentemente ligneo.

Si ritiene che la congruità costruttiva e l'efficienza tecnica consiglino fortemente la riproposizione del legno per l'intervento di sostituzione; si ritiene comunque incompatibile l'utilizzo del calcestruzzo cementizio armato, sia prefabbricato sia gettato in opera, mentre architravi metallici potranno essere usati, in associazione al legno, di norma nelle parti interne dell'apertura.

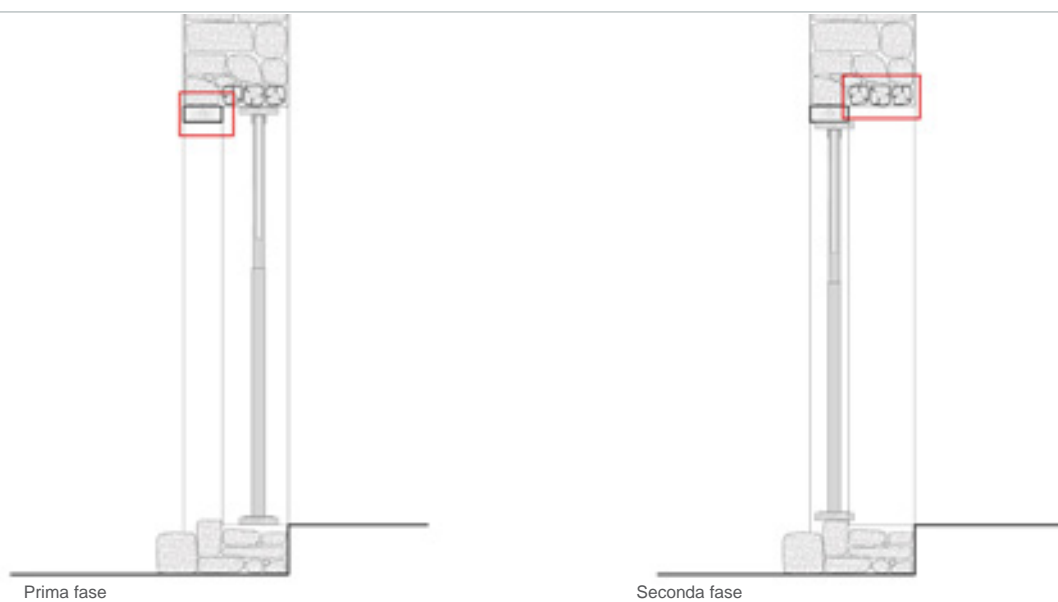
La sequenza delle operazioni nell'intervento di sostituzione dell'architrave può essere in generale la seguente:

- accurato puntellamento del setto murario sopra l'apertura e comunque di tutti gli elementi murari sovrastanti l'architrave;
- smontaggio dell'architrave o di sua porzione deteriorata e non recuperabile;
- verifica e riqualificazione degli alloggiamenti murari dell'architrave,
- posizionamento del nuovo elemento, con sistemazione definitiva degli alloggiamenti.

1_Puntellatura del setto murario



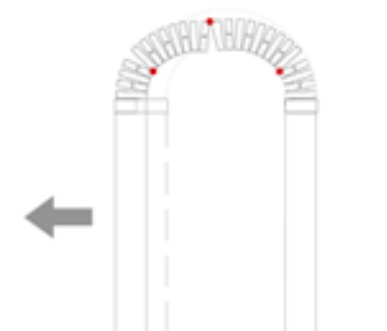
2_Fasi di sostituzione dell'architrave



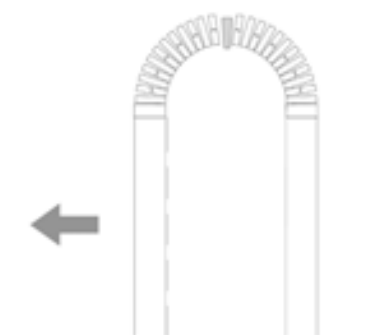
3_Sistemazione definitiva



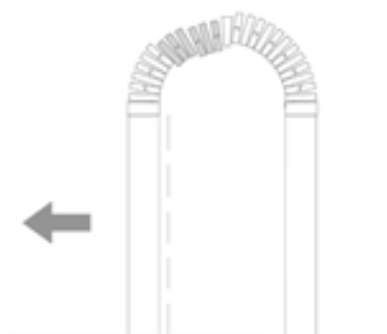
SCHEMI DISSESTO NEGLI ARCHI A TUTTO SESTO



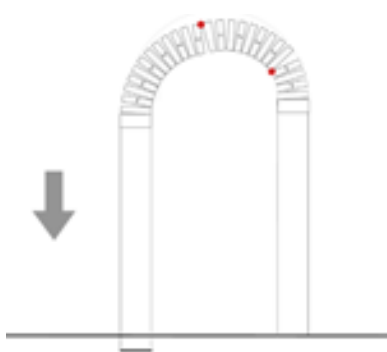
A _ Spostamento orizzontale dell'appoggio con conseguente rottura a flessione



B1 _ Rottura a taglio
Spostamento orizzontale dell'appoggio con conseguente rottura a taglio, dovuto all'impedimento dei meccanismi flessionali



B2 _ Rottura a taglio
Lo spostamento degli appoggi, anche se minimo, produce lo scorrimento dei conci centrali e poi di quelli laterali



C _ Rottura a flessione per cedimento differenziato delle imposte

1_Messa a nudo della parte degradata

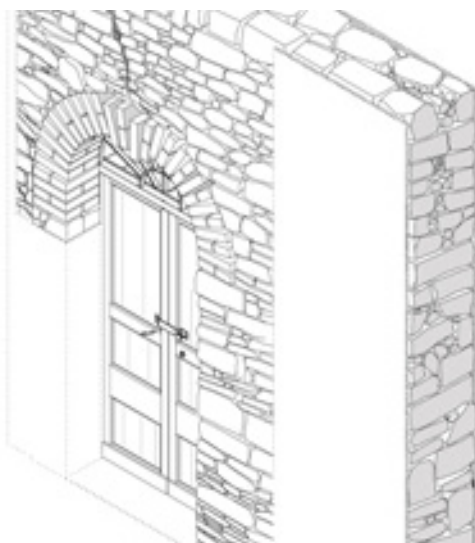
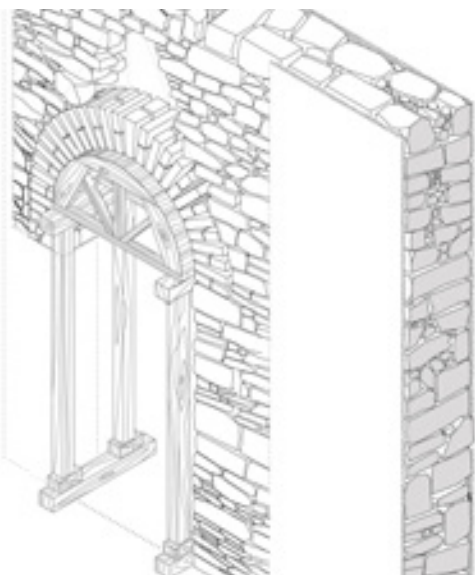


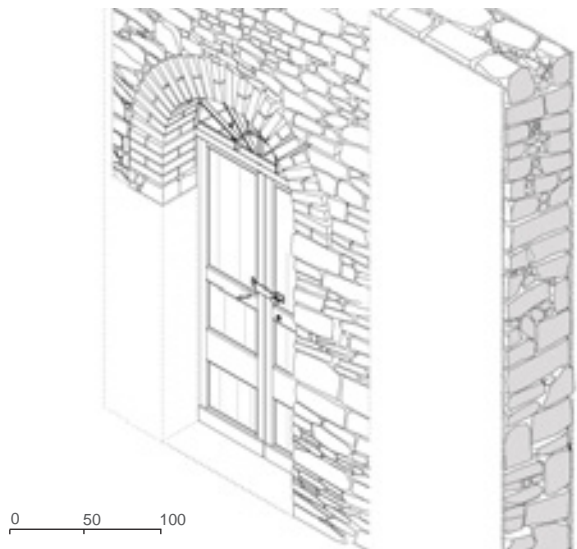
Fig. 4.28.
Esempio di sopra luce con arco a tutto sesto a Sardara, nella bassa Marmilla.

2_Svuotamento della parte sovrastante e riposizionamento dell'arco mediante centina.



Meccanismi di dissesto degli archi.
Porzione di muratura effettivamente sostenuta da un arco a tutto sesto.

3_Rifinitura vano



CARATTERISTICHE:

Gli archi costituiscono la migliore soluzione per deviare i flussi di compressione in modo naturale senza sollecitare a trazione la muratura.

PATOLOGIE:

1_Fenomeni di dissesto dovuti allo spostamento relativo delle imposte.

2_Fenomeni di dissesto imputabili all'instabilità dell'elemento costruttivo.

MOTIVAZIONI E RACCOMANDAZIONI

Eliminare la causa di dissesto, sia questa intrinseca che estrinseca e in un secondo tempo ricostituire l'integrità dell'arco

Scheda H Formazione di nuove aperture.

L'apertura di nuovi vani per l'illuminazione e l'aerazione di locali che ne erano privi è questione estremamente delicata e da valutarsi attentamente in relazione al necessario equilibrio tra valore storico e valore d'uso contemporaneo. In linea generale quindi:

- appare da escludere in generale l'allargamento delle aperture storiche, con spostamento delle spallette e sostituzione degli architravi, archi o piattabande, mentre l'apertura di nuovi vani di porta o finestra – in linea generale anch'essa da escludersi, almeno sui prospetti con affaccio pubblico - dovrà costituire un caso eccezionale, adeguatamente motivato funzionalmente e da valutarsi con rigore anche se posizionato su affacci interni.

In questo senso deve considerarsi preferibile l'apertura di piccoli vani su locali di servizio; tali aperture dovranno essere conformate in modo tale da non generare equivoci culturali circa il rapporto tra le parti storiche e quelle rinnovate, ma dovranno comunque rispettare, uniformandovisi, la logica costruttiva delle aperture esistenti.

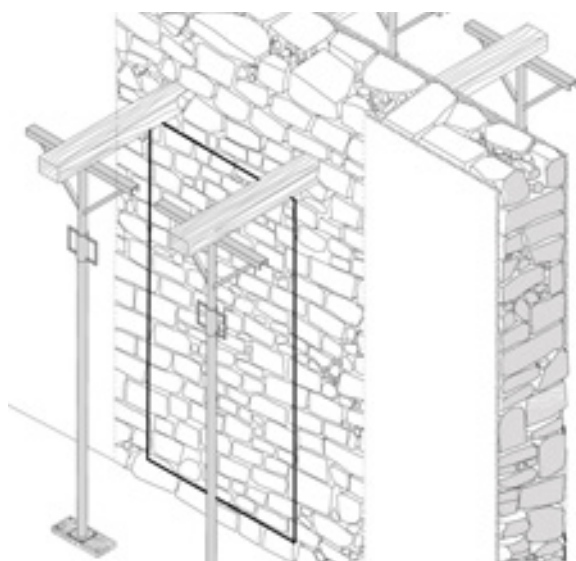
Per la realizzazione di tali nuovi vani sarà quindi necessario accertarsi preliminarmente che la sottrazione di un setto murario resistente non costringa le porzioni residue a lavorare in condizioni critiche. Fatta questa verifica si procederà ad una apertura "a strappo" sulla muratura lapidea, ricostituendo ex novo orizzontamento e piedritti. Data la necessità di caratterizzare il nuovo intervento per la sua essenzialità, si consiglia di mettere in opera architravi piuttosto che archi, e tali architravi potranno essere lignei o metallici, o ancora architravi in pietra, mentre è da escludersi il cemento armato. Per la ricostituzione degli stipiti si rende preferibile l'uso di conci lapidei ben ammorsati nella muratura, di collaudata funzionalità in questo tipo di ruolo.

La sequenza delle operazioni di messa in opera della nuova apertura può essere in generale la seguente:

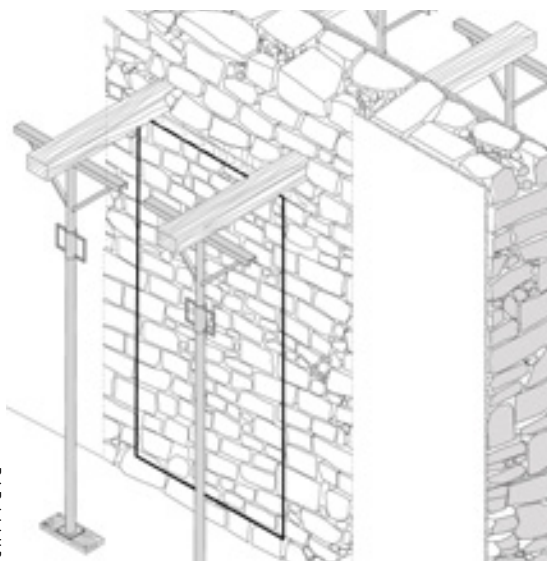
- puntellatura della porzione di parete interessata per consentire l'asportazione di una porzione di muro sufficiente a rendere possibile l'alloggiamento di un nuovo architrave;
 - messa in funzione dell'architrave con elementi di contrasto e apertura del vano;
 - formazione delle spallette con i conci ammorsati nella muratura;
 - rifinitura del nuovo vano.

H_1 FORMAZIONE NUOVA APERTURA

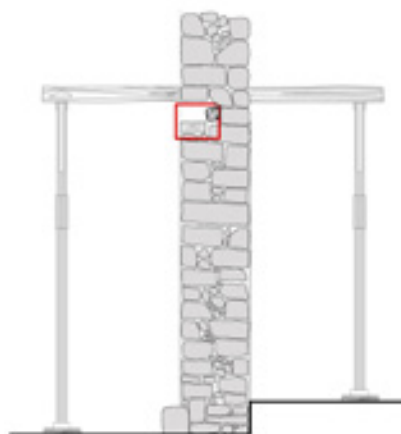
1_Sostegno mediante puntellatura



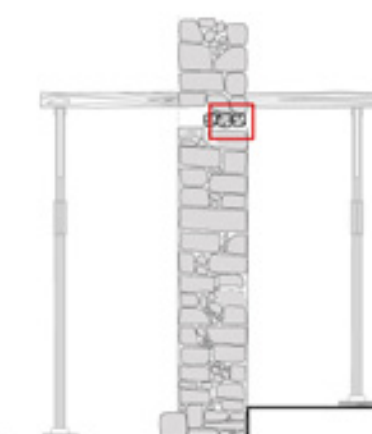
2_Formazione alloggiamenti ed inserimento architrave



3_Fasi disposizione architravi



I_scavo e alloggiamento architrave in un lato

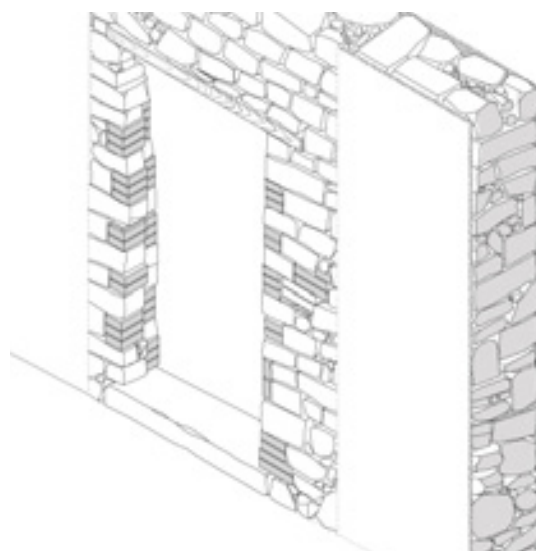
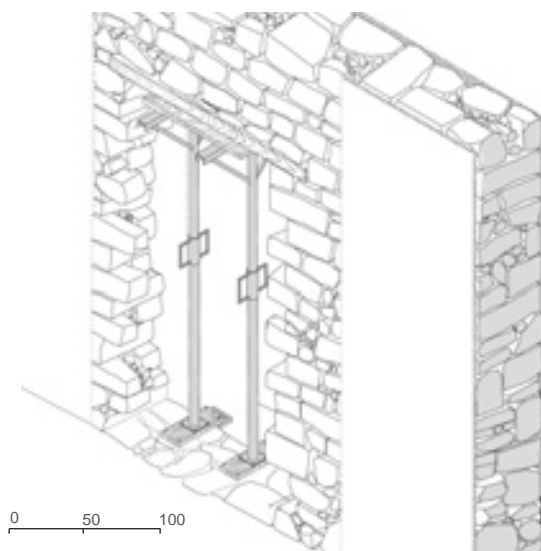


II_scavo e alloggiamento architrave nel lato opposto



III_apertura vano

4_Rifinitura vano e formazione delle spallette con mattoni cotti



Scheda I Riparazione in situ o sostituzione di infissi.



Fig. 4.29. Utilizzo di infisso non compatibile in una casa tradizionale a Nurri, nel basso Sarcidano.

Negli interventi di recupero degli infissi si dovranno utilizzare i seguenti criteri guida:

- nel recupero degli infissi in legno, quando si rivelassero insufficienti le normali operazioni di manutenzione e riparazione, si potrà procedere al rinnovo con elementi prodotti con materiali analoghi all'originale, o comunque compatibili, che ne riproducano i profili generali, le dimensioni e gli spessori dei telai, con i necessari aggiornamenti per garantire l'efficienza, le tenuta e la durata;
- l'infisso dovrà essere conservato anche nel rispetto della sua posizione nei confronti dei fili della muratura esterna, in relazione alla quale l'infisso stesso risulta in genere profondamente arretrato – soprattutto per garantire la protezione del legno;
- l'infisso, recuperato o sostituito, dovrà riproporre le caratteristiche storiche dell'infisso dei centri della pietra, sempre verniciato con la gamma di colori storici, prevalentemente verde e bruno, e mai lasciato con il legno a vista;
- i sistemi di oscuramento dovranno essere attentamente ripristinati secondo la logica dell'infisso originario e dei suoi rapporti con l'apertura in cui è inserito; specificamente, dovrà essere attentamente considerata, in fase di ripristino o di sostituzione degli infissi originari, l'alternativa tra lo scuretto interno e la persiana esterna;
- deve essere al contrario evitata l'installazione di infissi in PVC, acciaio zincato o alluminio anodizzato, di infissi con riquadri fitti "all'inglese", di avvolgibili o tapparelle; inoltre, nel caso in cui tali infissi, se già in opera, abbiano completato il loro ciclo di vita, dovranno essere sostituiti con infissi in legno;
- le eventuali inferriate storiche dovranno essere semplicemente restaurate e ripristinate, mentre l'installazione di nuove inferriate a fini di protezione e sicurezza dovrà essere attentamente valutata e considerata un'eccezione mirata; le nuove inferriate dovranno essere eseguite con disegno lineare ed essenziale.

Per quanto riguarda le sequenze di intervento, nel caso (sempre preferibile, quando le condizioni dell'infisso lo consentano) di manutenzione e recupero dell'elemento si dovrà di norma procedere nel modo seguente:

- sverniciatura delle mani di colore preesistenti e ammalorate, dopo aver individuato il colore originale nelle parti protette (ovvero nel telaio e nella parte superiore dell'infisso);
- individuazione e riparazione o asportazione e sostituzione con tecniche tradizionali o innovative compatibili delle parti ammalorate in modo irreversibile;
- pulitura, stuccatura e carteggiatura
- mano di preparazione del fondo e carteggiatura leggera
- verniciatura, di norma con due mani di smalto;
- reinserimento dei dispositivi di chiusura, se asportati per riparazione o sostituzione.

Scheda L Riparazione in situ o sostituzione di balconi.

Il balcone delle colline lo si riscontra frequentemente costituito da una lastra in pietra o marmo sorretta da mensole in pietra o ferro, in caso di degrado dei suoi componenti o di rotture delle lastre e (meno di frequente) delle mensole, può essere in generale riparato in situ, con puntuali sostituzioni di elementi quali le lastre. In linea generale si possono enunciare i seguenti criteri guida:

- è assolutamente da evitare qualunque nuovo inserimento di balconi e aggetti sulle facciate storiche;
- è necessario effettuare un restauro accurato dei manufatti dei quali è tecnicamente possibile un recupero diretto; in alternativa, la sostituzione dovrà essere effettuata con materiali, tipologie di sporto e tecnologie omologhe o compatibili, evitando del tutto l'utilizzo del calcestruzzo armato, e rispettando la concezione strutturale originaria.

I parapetti degli edifici storici sono ormai non più lignei, e sistematicamente realizzati in ferro verniciato, con sagome leggere ed un effetto generale di trasparenza. Perciò sarà opportuno in caso di degrado e sostituzione necessaria dei parapetti e delle strutture di protezione dei balconi:

- evitare qualunque nuovo parapetto in muratura e comunque a superficie piena; si rende invece necessario intervenire con parapetti metallici che confermino l'effetto di trasparenza connaturato alle strutture storiche.



*Fig. 4.30.
Esempio di balcone ad Ales, in Marmilla.*

4.3. LE COPERTURE E I NODI DI GRONDA. GENERALITA'.

Nella pagina affianco, dall'alto verso il basso e da sinistra verso destra:

Fig. 4.31, Fig.4.32.

Manto di copertura in coppi laterizi a Pauli Arbarei e a Tuili, nella bassa Marmilla.

Fig. 4.33.

Particolare del colmo in una csa tradizionale a Villa-verde, in Marmilla.

Le coperture delle case della collina sono generalmente costituite da sistemi a struttura lignea a falda semplice o doppia. L'intero paesaggio regionale della pietra è fatto dai volumi parallelepipedi delle cellule murarie sormontate dalla semplice disposizione ad unico spiovente o a capanna delle coperture rivestite di coppi laterizi, con una pendenza delle falde sempre inferiore ai 20°. Solo in pochissimi esempi di edilizia "civile" dei palazzotti tra '800 e '900 si ritrova una copertura a padiglione.

La struttura è soggetta a differenti forme di degrado, connesse per lo più a manutenzione carente o addirittura assente.

Il nodo di gronda, ovvero l'attacco tra le strutture di copertura e l'involucro verticale esterno, costituisce uno degli elementi strutturalmente e funzionalmente determinanti, e qualificanti linguisticamente e formalmente, dell'intero sistema edilizio storico. La varietà dei nodi di gronda è correlata sia al contesto urbano ed al tipo edilizio (schiere, palazzi, cellule isolate), sia a particolari tecnologie costruttive ed a diversificate soluzioni dello smaltimento dell'acqua piovana. Un ulteriore elemento che incide fortemente su questo elemento di fabbrica è il "carattere" più o meno rappresentativo degli edifici interessati. E' documentato infatti un vasto campionario di soluzioni per allontanare le acque dalla facciata, fatte di tegole laterizie, mattoni e conci lapidei incassati nelle murature e fatti sporgere su più strati, anche alternati, ai quali infine si sovrappone il rivestimento in tegole della copertura. Nell'edilizia di "tono" più elevato questi sistemi vengono via via trasformati in cornicioni, e spesso questi finiscono per contenere al loro interno una gronda che convoglia le acque nei pluviali.

In tempi più recenti le esigenze dettate dai nuovi regolamenti urbani hanno progressivamente introdotto i canali di gronda in lamiera (di rame o di ferro zincato) che sono stati giustapposti alle cornici ed hanno modificato alcuni aspetti dei paesaggi urbani storici. Ulteriori elementi critici sono stati introdotti nel nodo di gronda tradizionale dalle solette laterocementizie che hanno recentemente sostituito in alcuni casi le storiche strutture lignee delle armature di copertura.



4.3.1. Le coperture e i nodi di gronda. Il degrado.

E' evidente che la copertura e il nodo di gronda costituiscono elementi particolarmente esposti al degrado, ed inoltre capaci di creare dissesti cumulativi per le patologie che inducono negli elementi di fabbrica sottostanti a causa delle infiltrazioni d'acqua.

La casistica dei dissesti può essere descritta nel modo seguente:

- a. per le patologie intrinseche e costruttive:
 - a.1 patologie derivanti dall'insufficiente dimensionamento o dalla qualità non buona delle essenze delle strutture lignee di copertura;
 - a.2 i dissesti derivanti dalla presenza di spinte orizzontali non equilibrate dovute al cattivo funzionamento dei tiranti delle capriate, o alla presenza di incavallature lignee arcaiche (tronchi sagomati ad arco) prive di tirante, o ancora di falsi puntoni non opportunamente vincolati e quindi spingenti;
 - a.3 sistemi di smaltimento delle acque meteoriche carenti e sottodimensionati;
- b. Per le patologie connesse alle modificazioni successive:
 - b.1 sostituzione delle strutture lignee con solai laterocentizi incompatibili con le scatole murarie in pietra per il comportamento meccanico rigido e le conseguenti tensioni incontrollate che inducono nel corpo murario;
 - b.2 sostituzione degli impalcati lignei con lastre ondulate di tipo "Eternit", inquinanti e incompatibili;
 - b.3 introduzione casuale e incontrollata di gronde metalliche per semplice giustapposizione in contesti nei quali la configurazione originaria prevedeva altri sistemi di smaltimento delle acque meteoriche;
- c. Per le patologie dovute a manutenzione cattiva o assente:
 - c.1 si segnalano in questa categoria soprattutto le conseguenze delle "patologie umide", quali il deterioramento delle strutture lignee (specialmente delle teste delle travature infisse nelle murature) con fenomeni di marcescenza e di aggressione degli insetti xilofagi;
 - c.2 rotture o sconnessioni al sistema di smaltimento delle acque meteoriche, con distacchi e infiltrazioni dai canali di gronda e dai pluviali;
 - c.3 inflessione delle travi di colmo, e in generale perdita di planarità delle falde per cedimenti e imbarcamenti del colmareccio e degli arcarecci;
 - c.4 deterioramento dell'impalcato in canne, con crolli localizzati del rivestimento in tegole, infiltrazioni e dissesti.

Fig. 4.34: *Le Coperture.*
Scorcio di una copertura storica a Villanovatulo, nel Sarcidano.



Scheda M. LA RIQUALIFICAZIONE DEL SISTEMA STRUTTURALE
Scheda N. IL RISANAMENTO DEL SISTEMA STRUTTURALE
Scheda O. GLI IMPALCATI
Scheda P. IL TETTO VENTILATO
Scheda Q. RIQUALIFICAZIONE DEL NODO DI GRONDA

Scheda M La riqualificazione del sistema strutturale.

Nei casi di dissesto strutturale alle coperture, occorre preliminarmente valutare se ripristinare in situ le strutture stesse ovvero procedere al loro smontaggio, recupero e/o rifacimento. Nel primo caso si può anche procedere ad un affiancamento alla struttura vetusta di un elemento strutturale nuovo, che ne sostiene e incrementa la funzione portante e in parte la sostituisce se quella originaria è venuta meno. In entrambi i casi, comunque, il principio della massima conservazione richiede che venga preliminarmente valutata l'adeguatezza dei componenti le strutture ed il loro stato di conservazione. In tutti i casi, devono essere rispettate le seguenti linee guida:

- privilegiare la manutenzione delle strutture di copertura esistenti;
- nel caso in cui se ne renda necessaria la sostituzione, utilizzare tecnologie e materiali locali e tradizionali o comunque con essi compatibili
- conservare in caso di sostituzione e rifacimento le configurazioni originarie, compresi spessori e dimensioni degli elementi, nonché quote, pendenze e profili.

In particolare, nel caso di smontaggio e/o sostituzione degli elementi strutturali si raccomanda di conservare nella maggior misura possibile gli alloggiamenti delle travi nelle murature, eventualmente ristrutturandone e migliorandone l'assetto. Ciò anche allo scopo di non alterare l'assetto statico strutturale della scatola muraria, e le distribuzioni dei carichi così come previste all'origine, purché compatibili con le condizioni ottimali di esercizio. Si raccomanda inoltre l'utilizzo di legname della stessa specie delle travi originarie, o di tipo compatibile; in alternativa può anche essere considerato l'uso del legno lamellare e dell'acciaio, soprattutto per particolari giunzioni o tiranti; in nessun caso potranno essere utilizzati materiali cementizi.

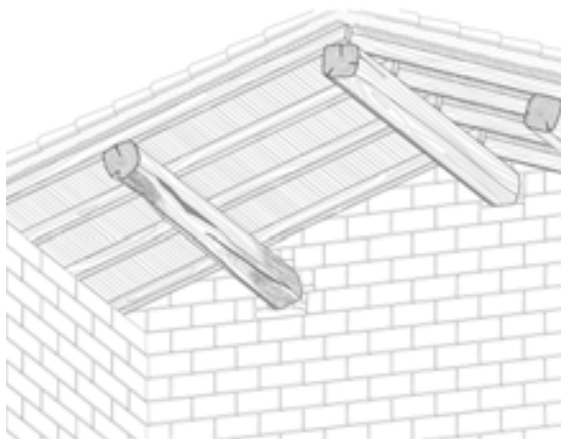
L'intervento di consolidamento con smontaggio, riparazione e/o sostituzione comprende la seguente sequenza di operazioni:

- rimozione degli elementi strutturali ammalorati,
- riassetto (o, se necessario, rifacimento) degli alloggiamenti delle teste delle travi o delle capriate nella muratura, con predisposizione di adeguati piani di posa e di sistemi di alloggiamento adeguatamente aerati, con eventuali dormienti,
- approntamento degli elementi strutturali nuovi con i caratteri sopra identificati,
- posa in opera di tali elementi e sigillatura degli alloggiamenti.

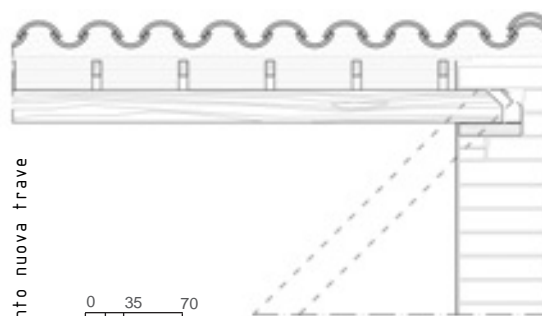
Particolare cura occorrerà prestare a quelle "false capriate" arcaiche di cui si è già detto: incavallature fatte con travi naturalmente inflesse, di esenze per lo più molto resistenti quali il ginepro, l'olivastro e simili, utilizzate in edifici di luci ridotte per sorreggere il colmo e dare al tetto la sua sagoma anche in assenza di setti murari intermedi. Si tratta naturalmente di strutture almeno parzialmente spingenti, delle quali occorre valutare la compatibilità strutturale con la scatola muraria. Qualunque intervento su di esse, comunque, che non sia una semplice manutenzione e comporti eventualmente l'inserimento di tiranti metallici dovrà essere valutato accuratamente, tenendo conto del valore storico-documentario e linguistico espressivo incorporato in tali strutture.

M_1 INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO CON SOSTITUZIONE DELLA TRAVE

1_ Sostegno mediante puntellatura



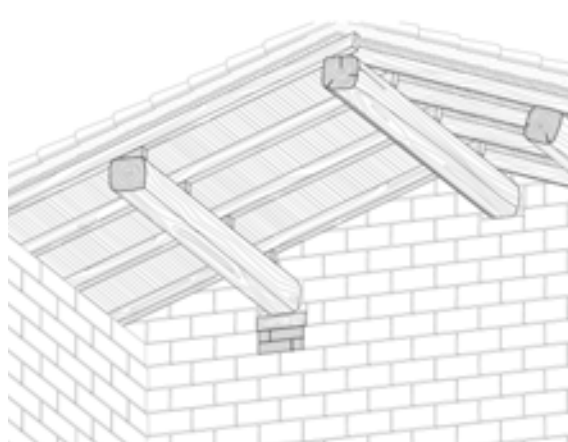
2_ Rimozione trave ammalorata. Rimodellamento alloggiamento testa con inserimento di un dormiente



Manovra di posizionamento nuova trave

- a_** inserimento nell'appoggio in assetto obliquo
- b_** messa in piano con sollevamento dell'estremità opposta
- c_** posizionamento finale mediante traslazione orizzontale
- d_** ricucitura muratura mediante mattoni cotti e posizionamento del dormiente

3_ Collocamento in opera della nuova trave. Rimozione puntellamento



Scheda N Il risanamento del sistema strutturale.

Soprattutto nei casi in cui le patologie umide hanno avuto nel tempo una presenza duratura, è assai probabile che l'azione degli insetti xilofagi o comunque la marcescenza delle parti lignee abbia generato un degrado diffuso degli orizzontamenti di copertura, specie nelle teste delle travi e delle capriate che, inserite nei loro alloggiamenti, hanno particolarmente sofferto di tali condizioni ambientali. E' questo uno dei fattori primari del degrado delle strutture di copertura, che può essere contrastato con provvedimenti diversi:

- mensole metalliche di alloggiamento, staffe o “cuffie” sempre metalliche che ingabbiano la testa delle travi o delle capriate; in questo caso, le “cuffie” possono essere collegate con piatti metallici che affiancano la catena; ancora piatti metallici chiodati sui fianchi di una trave possono contribuire a ricostituire una sezione parzialmente ridotta dal degrado;
- “protesi” in legno, previo puntellamento, rimozione della parte non più affidabile, inserimento dell'elemento di sostituzione in legno ben stagionato (meglio se in legno “vecchio”) connesso alla parte esistente con innesto a “dardo di Giove”;
- “protesi” in resine e malte epossidiche; resine e malte ricostruiscono le parti ammalorate e asportate, mentre nei nodi più delicati (soprattutto nell'attacco alla muratura) si può provvedere con chiodature con barre metalliche o di resina e ricostruzioni delle parti mancanti sempre in resina;
- rinforzi in legno e metallo: si possono praticare incisioni nell'asse di una trave lignea per inserire un'anima di rinforzo in acciaio o una piastra di sostegno; l'intervento consente di risolvere problemi quali lesioni da schiacciamento, fratture, deterioramento causato da agenti patogeni, etc.;
- in uno schema strutturale di copertura a “falsi puntoni” eccessivamente spingente, si possono inserire tiranti intermedi in legno o acciaio per contrastare le spinte orizzontali.

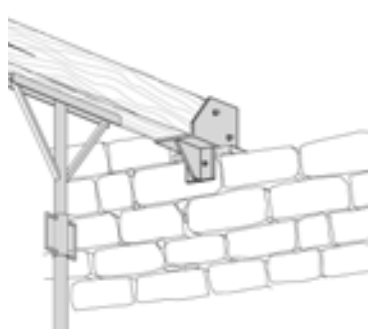
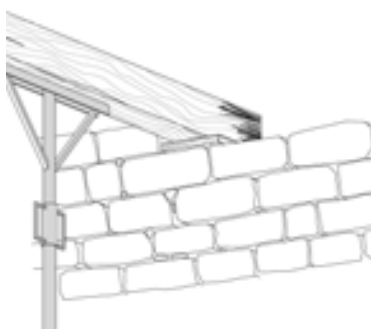
N_1 DIVERSE SOLUZIONI DI RISANAMENTO DELLA TESTA DELLA TRAVE

Individuazione elementi
ammalorati



0 25 50

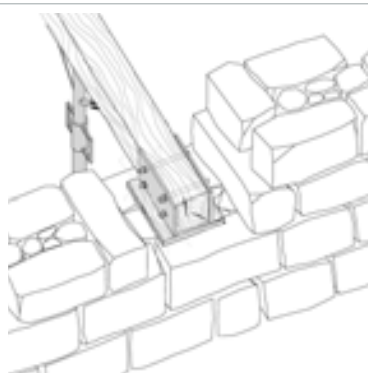
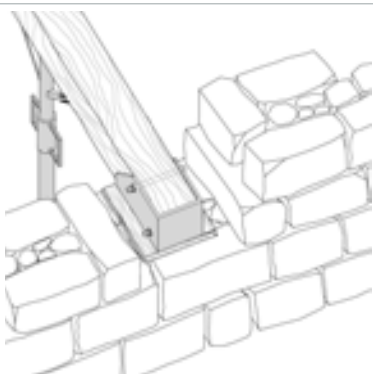
a_Soluzione con rinforzi in
metallo



1_Taglio della parte ammalorata.

2_Inserimento di una cuffia metallica con mensola.

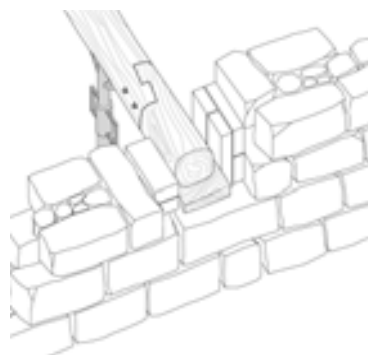
b_Soluzione con cuffie o
staffe



c_Inserimento di rinforzi in
metallo



d_Soluzione con innesto a
"Dardo di Giove"



1_Taglio della parte ammalorata, con sagomatura a "dardo di Giove".

2_Inserimento dell'elemento di sostituzione, con successiva bullonatura.

e_Soluzioni con resine e malte
epossidiche



1_Taglio della parte ammalorata, inserimento del dormiente e delle barre in vetroresina.

2_Costruzione della cassaforma, getto della resina e ripristino della continuità della trave

Scheda 0 Gli impalcati.



Il sistema di rivestimento originario delle coperture delle case delle colline è sistematicamente costituito da un impalcato fatto da una stuoia di canne, ben legate tra di loro e, ad intervalli regolari, con una “canna maestra” ortogonale all’orditura principale. Su questo impalcato, i coppi curvi “alla sarda” in cotto sono allettati con un massetto magro in terra e calce, di piccolo spessore. Il sistema si presta allo scambio gassoso, pur essendo ragionevolmente impermeabile all’acqua, se adeguatamente mantenuto; tuttavia, l’incanniccio è naturalmente soggetto a forme di deterioramento che ne richiedono periodici rinnovi, anche se una buona esecuzione di tale elemento lo rende comunque piuttosto durevole. Esso, in caso di marcescenza per infiltrazioni d’acqua dal manto di tegole o di naturale degrado nel tempo non è riparabile, e la sua sostituzione impone lo smontaggio del manto delle tegole ed il suo rifacimento integrale. In questo caso, si pone sempre più di frequente l’ipotesi di una sostituzione dell’incanniccio con un tavolato ligneo, con l’avvertenza che questa sostituzione, spesso integrata con l’uso di manti impermeabilizzanti, riduce la traspirazione dell’impalcato originario.

*Fig. 4.35. Degrado impalcato.
Interno di una casa tradizionale ad Assolo, nell’alta
Marmilla.*



1 sistema di rivestimento degradato

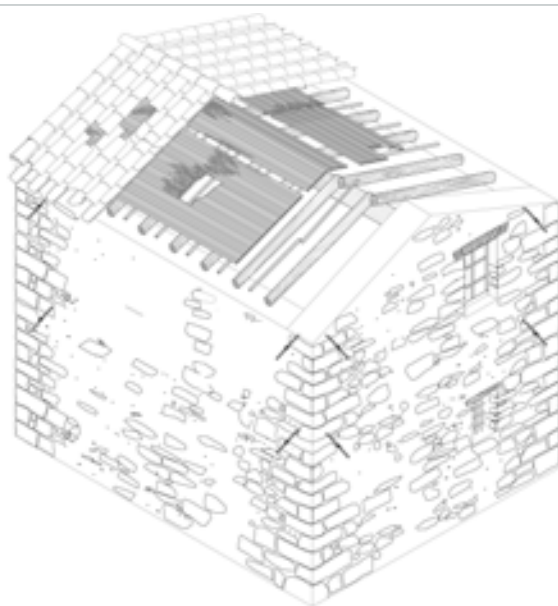
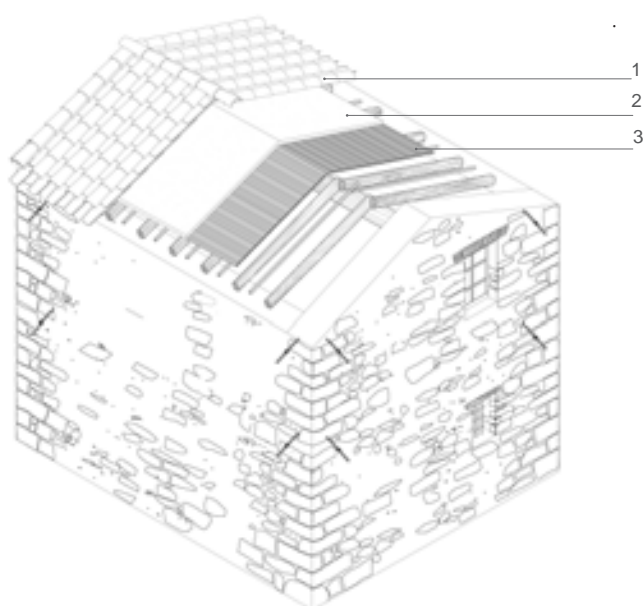


Fig. 4.36. Degrado dell'impalcato. Simala, in Marmilla.

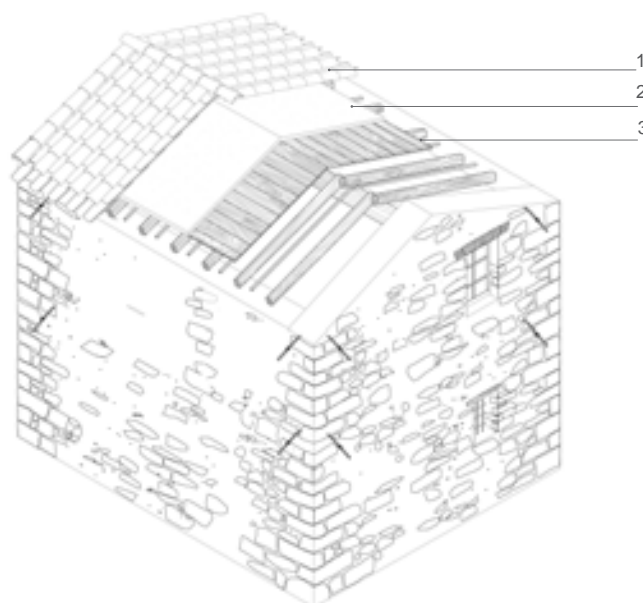
2a_ soluzione mediante nuovo incanniccio



Legenda

- 1_Manto di copertura in coppi
- 2_Massetto in terra e calce
- 3_Incanniccio

2b_ soluzione mediante tavolato ligneo



Legenda

- 1_Manto di copertura in coppi
- 2_Massetto in terra e calce
- 3_Tavolato

Scheda P Il tetto ventilato.

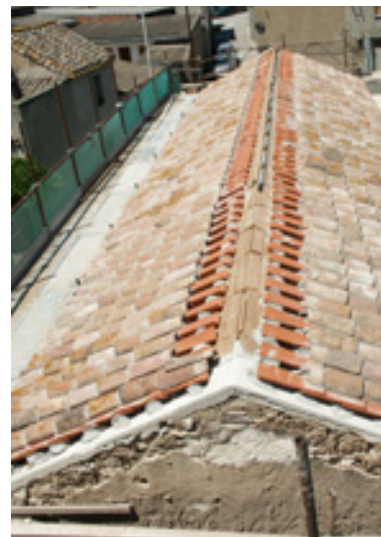
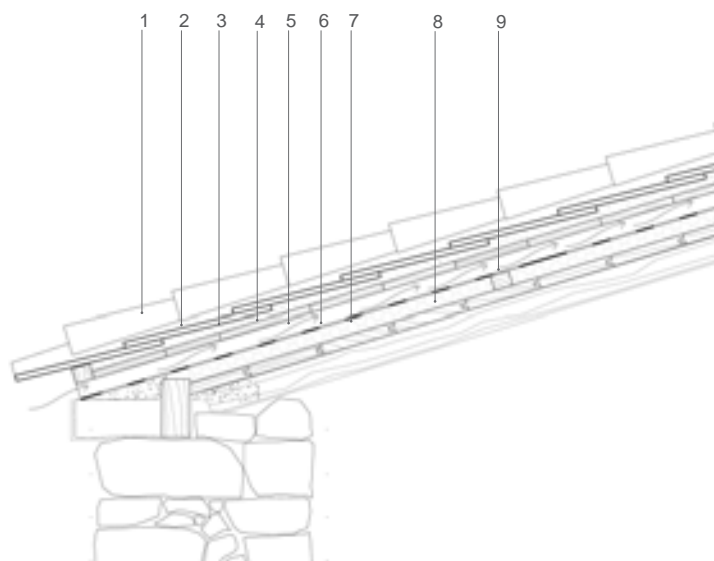
*Interventi di ricostruzione delle coperture.**Recupero di una casa storico-tradizionale, fasi di realizzazione di una copertura ventilata:**Fig. 4.37. Realizzazione del sistema di ventilazione a canali verticali delimitati da listelli per il supporto del tavolato superiore. La coibentazione, già montata, è protetta da un tessuto impermeabile traspirante.**Fig. 4.38. Rifacimento del manto di copertura con riutilizzo dei coppi recuperati come coppi convessi.**Fig. 4.39. Particolare della bocca dello strato di ventilazione che verrà protetta da una rete parapasseri.*

Il tetto ventilato rappresenta per l'edilizia storico tradizionale una delle soluzioni di copertura più appropriate. Infatti, oltre a risolvere il problema più immediato riguardante la protezione dagli agenti atmosferici e la capacità di protezione termica e acustica, questo tipo di copertura garantisce, con un contenuto aumento dei costi di realizzazione, una adeguata traspirabilità, un controllo termico efficace all'interno dell'edificio, favorendo un clima costante.

Il tetto ventilato si realizza creando una lama d'aria tra il manto di copertura in tegole e l'isolamento sottostante, così da consentire che il surriscaldamento della superficie esterna della tegola possa innescare un moto ascendente dell'aria nell'intercapedine che salirà verso il colmo aspirando aria dalla gronda. In Sardegna la temperatura esterna del manto di laterizio può raggiungere infatti valori dai 70 ai 100°C in estate, temperatura che normalmente le strutture monolitiche in cemento armato trasmettono direttamente al vano sottostante. L'intercapedine d'aria consente invece di diminuire la quantità di calore trasmesso dalle tegole alla sottostante struttura, sia per effetto della ventilazione, sia per il fatto che la tegola non si trova a diretto contatto con la coibentazione. La struttura è realizzata preferibilmente in legno, materiale che garantisce una buona coesistenza, per le sue capacità intrinseche di dilatazione, con la pietra ed i materiali "naturali". La coibentazione, necessaria a controllare il comfort all'interno dell'edificio anche nei mesi invernali, verrà opportunamente scelta in modo da non contrastare con il carattere naturale degli altri materiali utilizzati. Pannelli di sughero, sughero granulare, cellulosa, fibra di legno, di cocco, terra-paglia ecc. sono alcune dei prodotti consigliati.

La struttura verrà realizzata con successivi strati, come indicato di seguito:

- Struttura portante in legno
- Tavolato (2-3 cm.)
- Protezione antipolvere/vento (guaina, carta di pura cellulosa impregnata di resine o altri materiali resistenti all'acqua ma permeabili all'aria)
- Listoni legno (spessore 5-12 cm), corrispondenti allo spessore dello strato isolante
- Coibentazione (pannelli di sughero, sughero granulare, cellulosa, fibra di legno, di cocco, terra-paglia....)
- Tavolato (2 cm)
- Filettatura distanziatrice (listelli posizionati a distanza dipendente dall'inclinazione e dalla lunghezza della falda)
- Tavolato (2 cm)
- Allettamento (malta di calce)
- Coppo



Legenda

1_Coppi in laterizio

2_Malata di allettamento in calce

3_Tavolato in legno di abete

4_Listelli per la ventilazione sotto tegola

5_Protezione impermeabile traspirante

6_Coibentazione termica

7_Freno al vapore

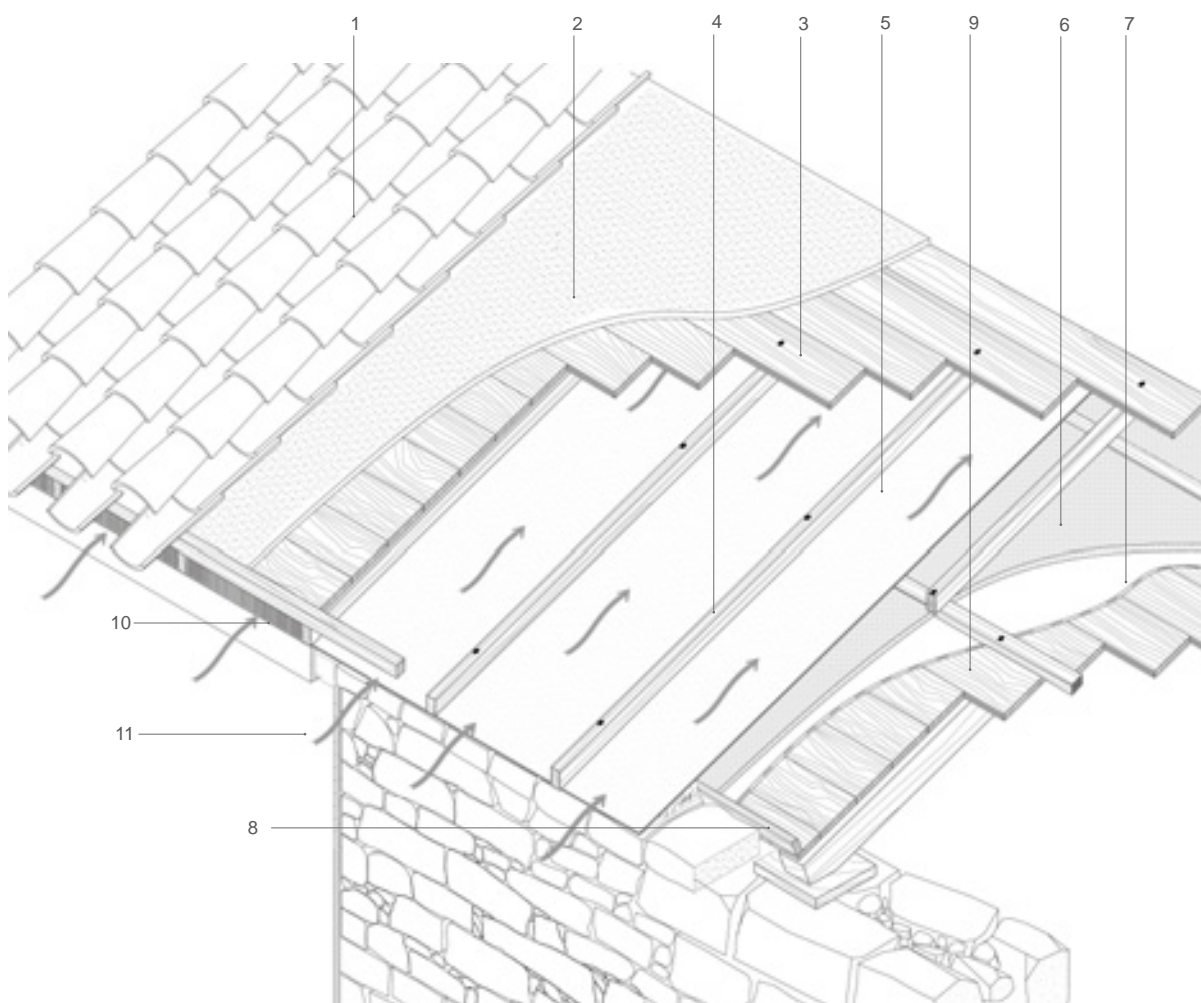
8_Tavolato

9_Listelli paralleli alla linea di gronda con funzione di supporto

10_Griglia parapasseri

11_Intonaco di calce, argilla e sabbia fine

0 20 50 100



Scheda Q Riqualificazione del nodo di gronda.

In relazione al recupero degli elementi di fabbrica relativi al nodo di gronda si possono formulare le seguenti linee-guida:

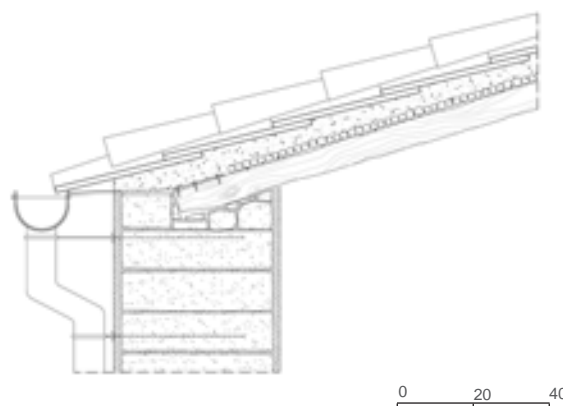
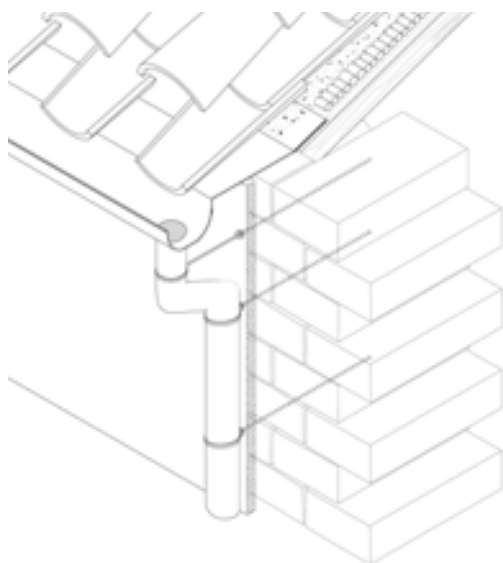
- dovrebbe essere anzitutto prescritta la conservazione ed il ripristino delle soluzioni storiche, con l'esclusione degli elementi cementizi, nonché il ripristino, in caso di rifacimenti, delle quote e dei dettagli originali; la complessità delle tecnologie adottate comporta una particolare cura e approfondimento nella fase di intervento, con un rilievo accurato della sequenza di montaggio e dei differenti materiali adottati;
- l'unico adeguamento ammesso, comportante la trasformazione della struttura e delle sagome tradizionali del nodo di gronda, dovrebbe essere quello costituito dall'introduzione del canale metallico, la cui conformazione e posa in opera potrebbe preferibilmente seguire la tipologia delle migliori soluzioni integrative escogitate tra l'800 ed il '900 per convogliare le acque meteoriche negli edifici storici, meglio se con soluzioni contenute all'interno di cornici murarie, per quanto semplificate.

In generale, poiché i nodi di gronda sono stati realizzati con elementi connotati da grande essenzialità di fattura e messa in opera, dovrebbe sempre risultare possibile un filologico ripristino delle configurazioni storiche. Anche i cornicioni con muretti d'attico dei palazzetti storici, risultano suscettibili di una ripresa delle sagome che consente anche in quei casi la stessa modalità di ripristino.

*Nella pagina affianco:
Fig. 4.40. Particolare del nodo di gronda.
Armungia, nel Gerrei.*

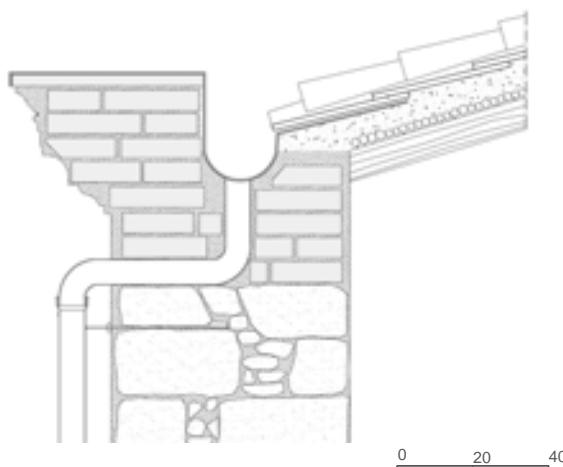
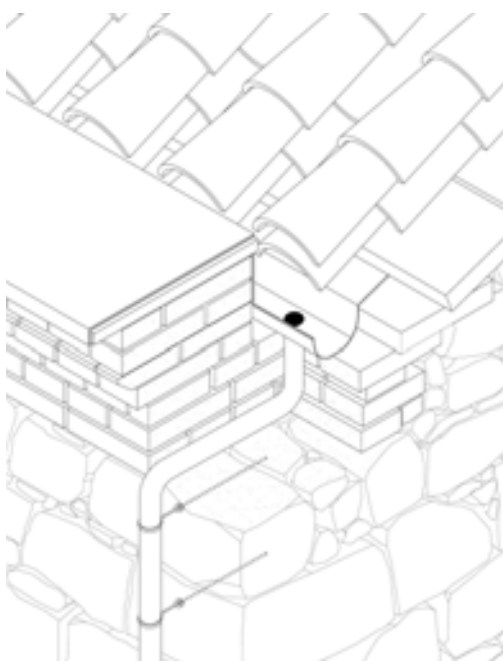
Q_1 INSERIMENTO DEL CANALE DI GRONDA

a_ Intervento nelle strutture con aggetto semplice



- 1_ Chiodatura dell'asola di ancoraggio della gronda agli elementi lignei del tetto
- 2_ Disposizione delle staffe di ancoraggio del pluviale nella muratura
- 3_ Inserimento del canale di gronda
- 4_ Inserimento del pluviale

b_ Intervento nelle strutture con muretto d'attico



- 1_ Chiodatura delle strutture di ancoraggio della gronda alle strutture lignee del tetto
- 2_ Disposizione delle staffe di ancoraggio del pluviale nella muratura
- 3_ Inserimento del canale di gronda
- 4_ Inserimento del pluviale



4.4. I SOLAI. GENERALITA'.

Nella pagina affianco:

Fig. 4.41, Fig. 4.42. Solai lignei a orditura semplice.

Nella pagina affianco, dall'alto verso il basso:

Ales, in Marmilla e Laconi, nell'alto Sarcidano.

I solai della casa rurale storico tradizionale sono in generale strutture di grande essenzialità, originariamente quasi sempre in legno. Di recente si è invece dato luogo ad una diffusa e capillare sostituzione dei solai lignei con i loro omologhi laterocementizi.

Il solaio in legno, come già visto, è prevalentemente a semplice orditura, con travi ordite per lo più in direzione normale rispetto ai muri di facciata, con un passo attorno agli 80 cm e con una sezione che raramente supera i 20 cm, per coprire le luci moderate degli ambienti della casa che ben raramente superano i 4 – 5 m. Talvolta si incontra l'orditura doppia, con travi principali a distanze variabili tra gli 1,5 e i 2 m, e travicelli più sottili e fitti; una variante di questo modulo è costituita dall'inserzione di un'unica grossa trave rompitratta per ciascun ambiente.

Le essenze possono essere assai differenti, e variano dalle sottili, irregolari, robustissime e immarcescibili travi di ginepro al più regolare castagno (che è però anche più aggredibile dagli insetti xilofagi) sino alle essenze resinose del pino e dell'abete. Le lavorazioni variano anch'esse da quella invariabilmente minima e semi naturale del ginepro alla grossolana squadratura del castagno, sino ai morali in pino o in abete, legni che possono essere utilizzati anche in tavole alte e sottili. L'attacco alla muratura del solaio ligneo è un nodo estremamente importante e delicato sotto molti aspetti:

- l'efficienza della ripartizione dei carichi che, se troppo concentrati, possono dare effetti di punzonamento sulle murature e produrre conseguenti lesioni e sconnessioni: sono assai rari i dormienti lignei, mentre molto più di frequente l'appoggio è assestato con mattoni cotti o elementi lapidei atti a ricevere efficacemente il carico ed a ripartirlo sulla muratura sottostante;
- il buon assestamento e la corretta aerazione dell'alloggiamento della testa della trave, che è un punto di potenziale assorbimento dell'umidità delle murature e di conseguente marcescenza delle teste, che costituisce una delle cause più frequenti di dissesto;
- il grado di vincolo tra i due elementi di fabbrica, che ne condiziona reciprocamente la stabilità e l'efficienza

Di grande importanza in questo senso è il contributo che il solaio ligneo offre alla scatola muraria per l'effetto di incatenamento prodotto dai travi che "legano" pareti distanti e ne ostacolano l'eventuale rotazione. Questo effetto può essere incrementato con l'uso (frequente) di capochiavi e bolzoni che, contrastando il potenziale "sfilamento" della trave ne esaltano la funzione di incatenamento.

Il solaio è completato da un impalcato o assito in tavole sottili, regolari ma non necessariamente modulari, chiodate alle travi o travetti; il tavolato, lasciato in vista, costituisce spesso intradosso e estradosso del solaio stesso, soprattutto quando la casa a piano terreno viene sopraelevata con un solaio intermedio utilizzato per le derrate agricole.



4.4.1. I solai. Il degrado.

La casistica dei dissesti può essere descritta nel modo seguente:

a. per le patologie intrinseche e costruttive:

a.1 dissesti e patologie derivanti dall'insufficiente dimensionamento o dalla qualità non buona delle essenze delle strutture lignee portanti;

a.2 patologie e dissesti derivanti da cattiva realizzazione degli alloggiamenti delle teste dei travi nelle murature;

b. Per le patologie connesse alle modificazioni successive:

b.1 sostituzione delle strutture lignee con solai laterocentizi incompatibili con le scatole murarie per il comportamento meccanico rigido e le conseguenti tensioni incontrollate che inducono nel corpo murario;

b.2 introduzione casuale e incontrollata di massetti cementizi di eccessiva rigidità sovrapposti agli impalcati lignei;

c. Per le patologie dovute a manutenzione cattiva o assente:

c.1 si segnalano in questa categoria soprattutto le conseguenze delle "patologie umide", quali il deterioramento delle strutture lignee (specialmente delle teste delle travature infisse nelle murature) con fenomeni di marcescenza e di aggressione degli insetti xilofagi;

c.2 deterioramento dell'impalcato in tavole, a causa di infiltrazioni e dissesti, specialmente dovuti al deterioramento delle coperture con conseguenti infiltrazioni di acque meteoriche.

Il degrado delle strutture lignee può non risultare evidente all'analisi esterna. È quindi necessario effettuare accertamenti che potranno riguardare:

- la consistenza delle fibre del materiale nelle strutture in opera, valutata con metodi avanzati quali la strumentazione ultrasonica o la termografia, oppure attraverso prove empiriche quali l'infissione di un chiodo o la percussione degli elementi lignei;
- in generale, lo stato di conservazione deve essere valutato, anzitutto attraverso l'osservazione diretta, in relazione a possibili aggressioni biologiche, lesioni e deformazioni;
- la portanza dei solai mediante opportune prove di carico, particolarmente necessarie quando il riuso delle strutture comporti speciali attenzioni.

In tutti i casi, il complesso muratura-solaio dovrà essere considerato in termini di sistema ed analizzato per mettere a fuoco i comportamenti reciproci e l'eventuale presenza di potenziali fattori di danno, quali tensioni parassite, o comunque scarsa efficienza dei nodi.

I solai, anche se sono un elemento di fabbrica puramente interno all'edificio, costituiscono una parte essenziale del suo carattere storico e la loro integrità ne è un fattore decisivo. Pertanto negli interventi di recupero:

- *si dovranno rispettare le caratteristiche costruttive storico-tradizionali ed i loro principi strutturali;*
- *in particolare, si dovranno effettuare le eventuali sostituzioni di materiali ed elementi di fabbrica ammalorati in continuità con le tecniche storiche; ad esempio, sono da escludere le sostituzioni di solai lignei con solai laterocementizi, a causa del comportamento statico rigido di questi ultimi, suscettibile di conseguenze molto negative sull'elasticità del corpo murario;*
- *eventuali interventi comportanti l'introduzione nella fabbrica storica di materiali e tecniche estranee dovranno essere attentamente valutate in funzione di requisiti di accertata necessità, quali la coibentazione termoacustica o l'incremento della portanza strutturale e della sicurezza statica.*

Scheda R. SOSTITUZIONE DI UNA TRAVE AMMALORATA
Scheda S. INSERIMENTO DI TRAVE ROMPIRATTA
Scheda T. IRRIGIDIMENTO DEI SOLAI

Scheda R Sostituzione di una trave ammalorata.

L'intervento si rende necessario nei casi in cui il singolo elemento ligneo, in generale una trave, sia ritenuto non recuperabile in conseguenza di uno dei fattori di degrado sopra elencati, dalla marcescenza della testa allo sfibramento, per cause in generale riconducibili all'effetto delle patologie umide unite all'aggressione degli insetti xilofagi. Esso comporta un'operazione che può essere eseguita all'intradosso, mediante le necessarie puntellature della struttura, con lo smontaggio della trave ammalorata e l'infissione di un altro elemento sostitutivo, con un generale incremento della resistenza e della sicurezza del solaio. Questa metodologia presenta il vantaggio di una minore invasività, in quanto evita interventi distruttivi o comunque di smontaggio delle finiture all'estradosso, spesso costituite da pavimenti di pregio o comunque meritevoli di conservazione.

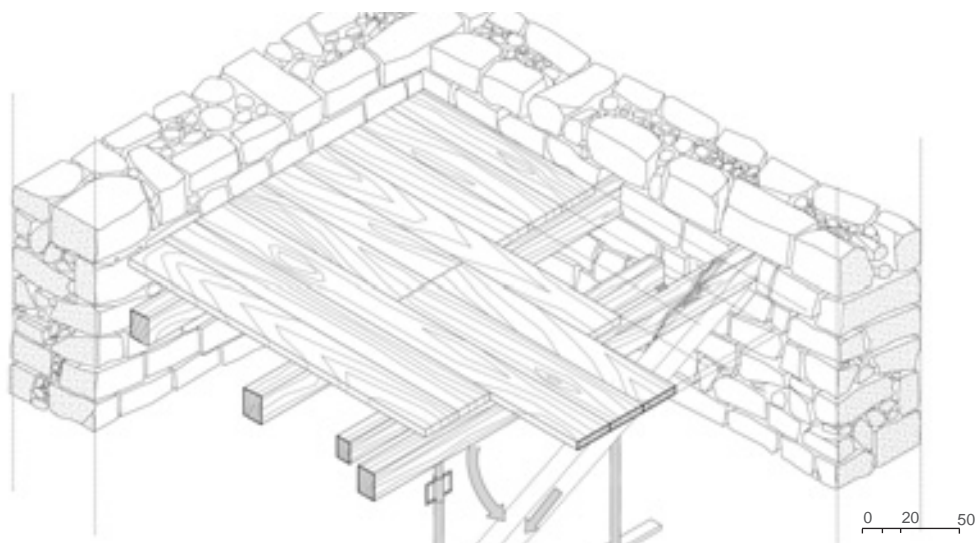
Possono essere utilizzati elementi che abbiano caratteristiche analoghe, per comportamento elastico, resistenza e consistenza, alla trave originaria, quindi in linea generale, travi in legno di essenza uguale o confrontabile; non è esclusa la sostituzione con putrelle in acciaio, la cui opportunità e compatibilità deve essere opportunamente valutata. È escluso l'utilizzo del cemento armato nelle sue differenti forme. Le nuove travi dovranno essere opportunamente protette, mediante i necessari trattamenti, dai possibili fattori patogeni sopra elencati.

L'intervento avverrà secondo le seguenti fasi:

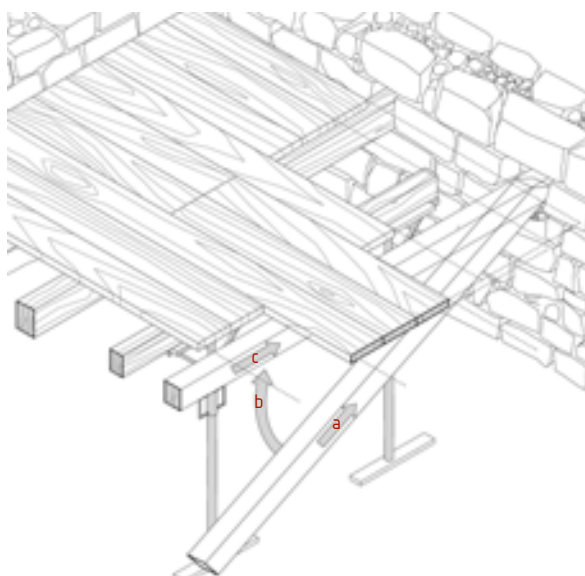
- progettazione ed esecuzione delle opere di puntellamento. Si tratta di un'operazione estremamente delicata, che va progettata tenendo conto della minima invasività dell'intervento, in generale affiancando alla trave da sostituire due travi sostenute mediante puntelli che reggano adeguatamente il carico sovrastante e sostengano a loro volta tutti gli elementi dell'impalcato;
- sezionamento e rimozione della trave ammalorata. Questa dovrà essere preventivamente sostenuta e imbracata, sezionata nella parte centrale, che verrà asportata per permettere poi la rimozione delle teste dai loro alloggiamenti;
- ampliamento e rimodellamento degli alloggiamenti delle teste. Si tratta di un'operazione di miglioramento e risanamento in generale necessaria, che comporterà l'inserimento di laterizi o piani lapidei o dormienti in legno di appoggio della trave e di ottimale ripartizione dei carichi; inoltre, è probabile che occorra ampliare i vani per permettere la rotazione della nuova trave, che altrimenti non avrebbe spazio per essere collocata in situ;
- collocata in opera la trave, si provvede a sigillare l'alloggio murario consentendo al contempo l'aerazione delle teste;
- si provvede poi a forzare la nuova trave contro la struttura dei travicelli o dell'impalcato con appositi cunei. Si tratta di un'operazione da eseguire valutando preventivamente eventuali deformazioni permanenti della struttura originaria, che andranno assecondate per evitare lesioni alle pavimentazioni all'estradosso, anche eventualmente pre-caricando la nuova trave;
- infine, si provvede a rimuovere le opere di puntellamento.

R_1 INSERIMENTO DI UNA NUOVA TRAVE IN SOSTITUZIONE DI UN ELEMENTO AMMALORATO
CON CONSERVAZIONE INTEGRALE DEL IMPALCATO SUPERIORE

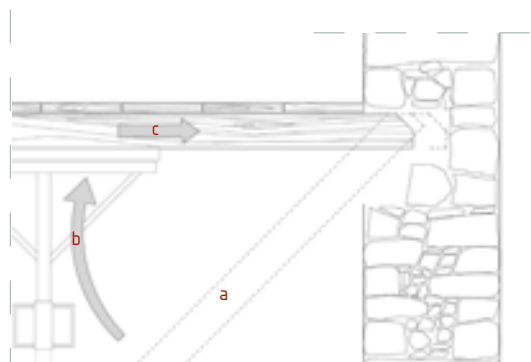
1_ Sostegno mediante puntellatura e rimozione elemento ammalorato



2_ Inserimento del nuovo elemento

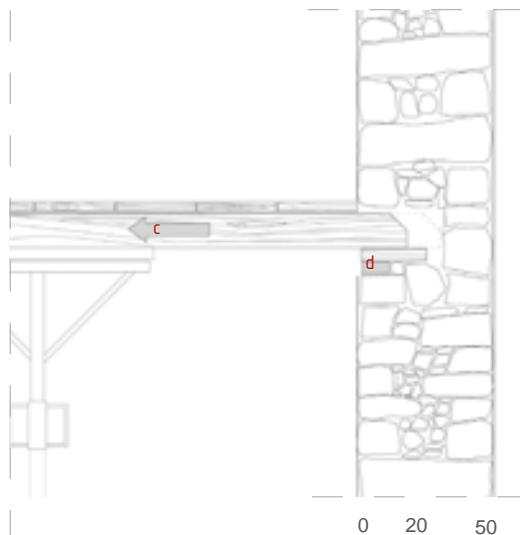
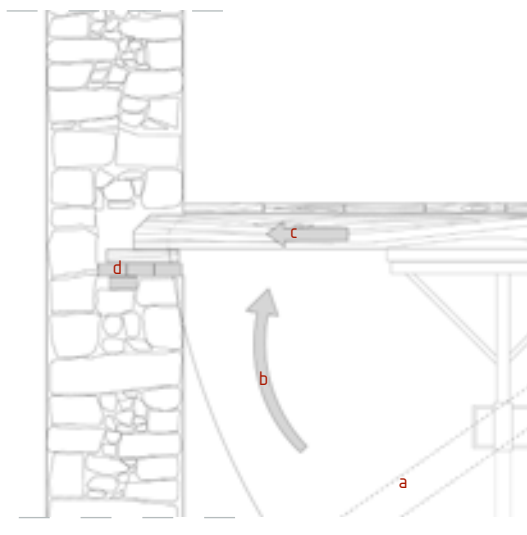


2a_ Ampliamento verso il basso del vano d'appoggio per consentire le operazioni di inserimento della trave



a_ inserimento nell'appoggio in assetto obliquo
b_ allineamento orizzontale con sollevamento dell'estremità opposta
c_ posizionamento mediante traslazione orizzontale
d_ ricucitura muratura mediante mattoni cotti, elementi lapidei e posizionamento del dormiente

2b_ Ricucitura mediante elementi lapidei, mattoni cotti e posizionamento del dormiente



0 20 50

Scheda R Rinforzo di una trave ammalorata.

L'intervento si rende necessario nei casi in cui per il singolo elemento ligneo, in generale una trave, debba essere mantenuto in situ pur in uno stato a causa del quale non si valuta di poter fare completo affidamento sull'elemento stesso. Esso comporta un'operazione che può essere eseguita all'intradosso, mediante le necessarie puntellature della struttura, con l'accostamento e l'infissione di un elemento aggiuntivo o di due travi "ascellari", con un generale incremento della resistenza e della sicurezza del solaio.

Possono essere utilizzati elementi che abbiano caratteristiche analoghe, per comportamento elastico, resistenza e consistenza, alla trave originaria, quindi in linea generale, travi in legno di essenza uguale o confrontabile; non è esclusa l'utilizzo di putrelle in acciaio, la cui opportunità e compatibilità deve essere opportunamente valutata. È escluso l'uso del cemento armato nelle sue differenti forme. Le nuove travi dovranno essere opportunamente protette, mediante i necessari trattamenti, dai possibili fattori patogeni sopra elencati.

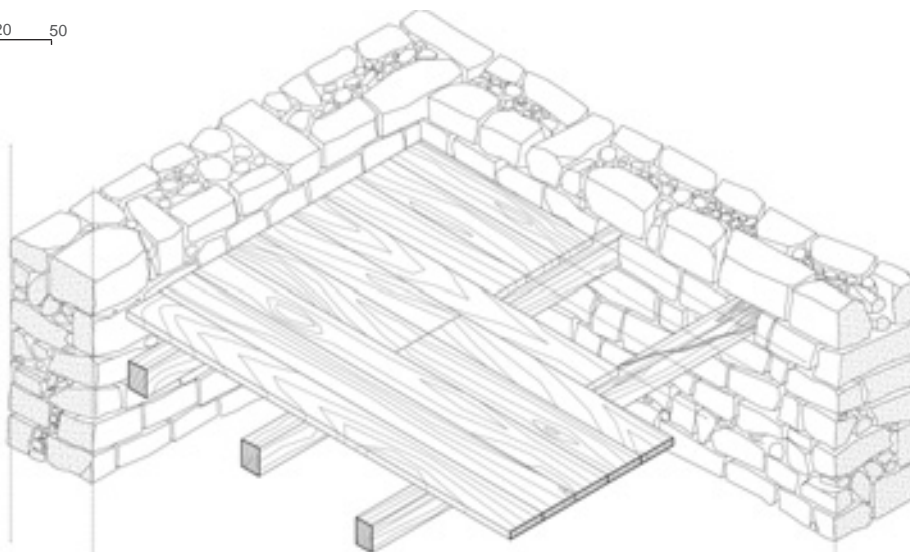
L'intervento avverrà secondo le seguenti fasi:

- progettazione ed esecuzione delle opere di puntellamento della trave da rinforzare;
- ampliamento e rimodellamento degli alloggiamenti delle teste per accogliere le travi di rinforzo. Si tratta di un'operazione tesa ad ospitare le nuove travi, ma anche al miglioramento e al risanamento degli appoggi esistenti, che comporterà l'inserimento di laterizi o piani lapidei o dormienti in legno di appoggio della trave e di ottimale ripartizione dei carichi;
- inserimento del o degli elementi di rinforzo. Collocati in opera i rinforzi, sia che si tratti di una singola nuova trave, sia che si tratti di due travi "ascellari" affiancate, si provvede a sigillare l'alloggio murario consentendo al contempo l'aerazione delle teste;
- opportuna connessione tra la trave esistente ed i rinforzi. La connessione sarà ottenuta mediante opportune fasce, chiodature, barre metalliche filettate, fibre di carbonio, etc.;
- si provvede poi a forzare la nuova trave contro la struttura dei travicelli o dell'impalcato con appositi cunei,
- infine, si provvede a rimuovere le opere di puntellamento

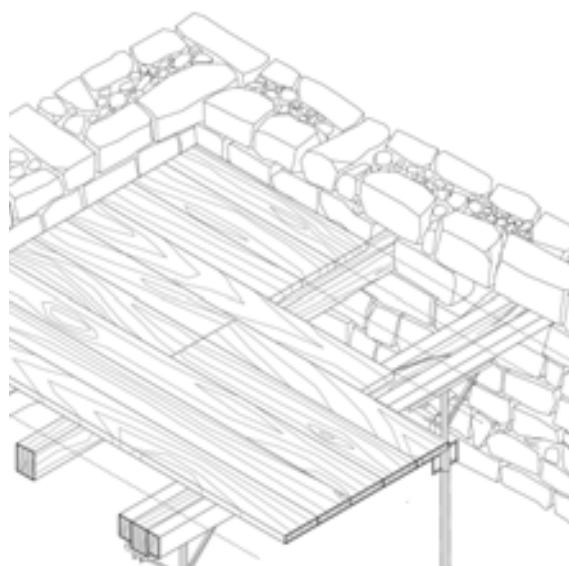
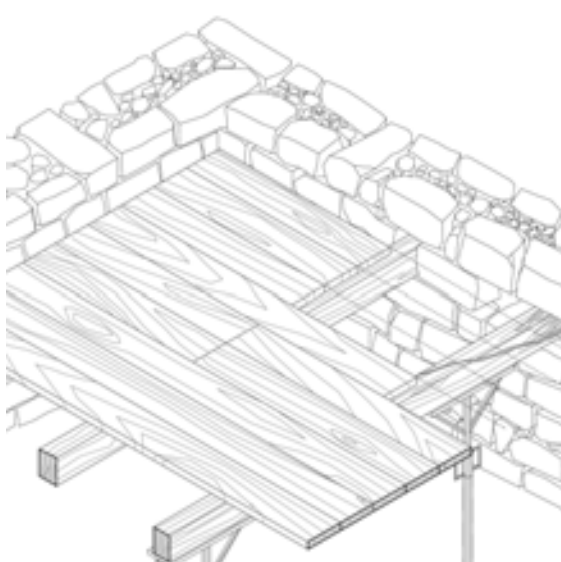
R_2 RINFORZO TRAVE AMMALORATA MEDIANTE L'INSERIMENTO DI TRAVI "ASCELLARI"

1_ Solaio con elemento ammalorato

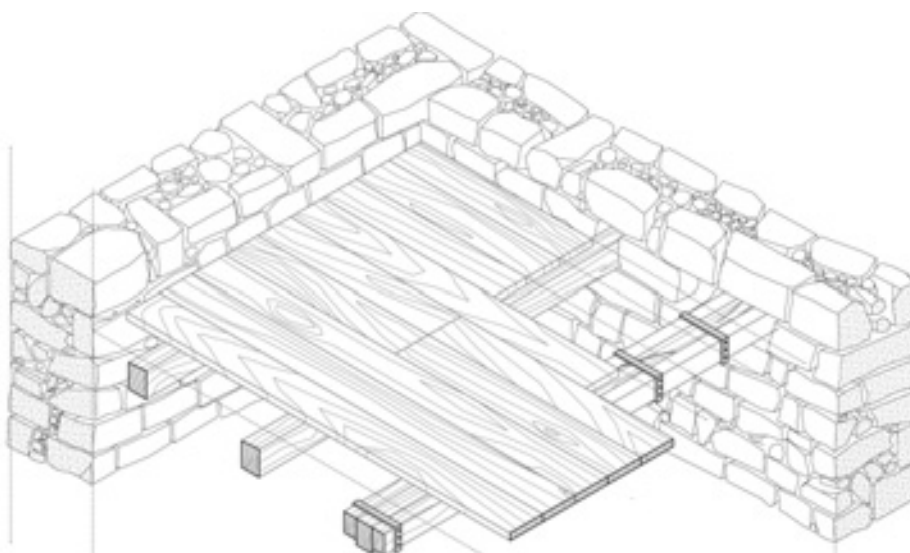
0 20 50



2_ Puntellatura e messa a nudo parte ammalorata, sezionamento e rimozione con eventuale trattamento



3_ Collocamento in opera dell'elemento di rinforzo con collegamento mediante staffe e biette alla trave



Scheda R Riparazione di una trave ammalorata sull'appoggio.

L'intervento si rende necessario nei casi in cui il singolo elemento ligneo, in generale una trave, sia ritenuto recuperabile in tutto il suo sviluppo, ma in condizioni di marcescenza avanzata della testa, per cause in generale riconducibili all'effetto delle patologie umide unite all'aggressione degli insetti xilofagi. Esso comporta un'operazione che può essere eseguita all'intradosso, mediante le necessarie puntellature della struttura, sostenendo e sospendendo la trave ammalorata. In generale, si tratta di sostituire alle teste ammalorate opportune "protesi", anche lignee: si dovranno quindi asportare le teste, inserire nuovi elementi e riconnetterli opportunamente al resto della trave conservata in situ.

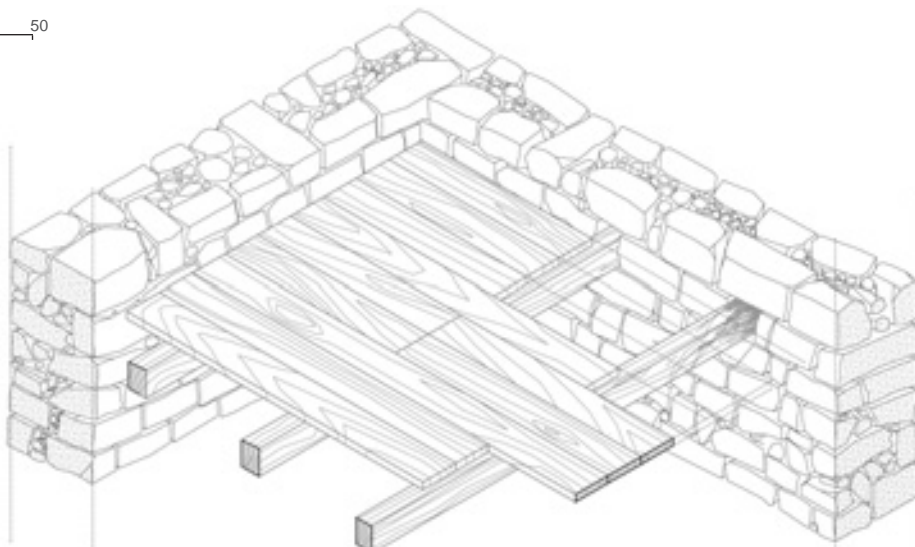
In dettaglio, l'intervento avverrà secondo le seguenti fasi:

- progettazione ed esecuzione delle opere di puntellamento. Si tratta di un'operazione estremamente delicata, che va progettata tenendo conto della minima invasività dell'intervento, in generale affiancando alla trave oggetto dell'intervento due travi sostenute mediante puntelli che reggano adeguatamente il carico sovrastante e sostengano a loro volta tutti gli elementi dell'impalcato;
- sezionamento e rimozione della trave ammalorata in corrispondenza delle teste, in modo da asportare tutta la porzione deteriorata; il taglio dovrà essere effettuato con la massima cura, per facilitare la solidarizzazione del vecchio e dei nuovi elementi, con eventuale applicazione di resine sintetiche sulle superfici, tenendo conto che i piani di contatto dovranno essere congruenti con le sollecitazioni prevalenti in prossimità dell'appoggio – quelle di taglio;
- ampliamento e rimodellamento degli alloggiamenti delle teste. Si tratta di un'operazione di miglioramento e risanamento in generale necessaria, che potrà comportare l'inserimento di laterizi o piani lapidei o dormienti in legno di appoggio della trave e di ottimale ripartizione dei carichi;
- inserimento dei nuovi elementi, eventualmente in legno massello della stessa essenza e dimensione dell'originale, con l'ausilio di staffe passanti e di biette;
- ricostituzione e sigillatura dell'appoggio murario consentendo l'aerazione delle teste;
- si provvede poi a forzare la nuova trave contro la struttura dei travicelli o dell'impalcato con appositi cunei. Si tratta di un'operazione da eseguire valutando preventivamente eventuali deformazioni permanenti della struttura originaria, che andranno assecondate per evitare lesioni alle pavimentazioni all'estradosso, anche eventualmente pre-caricando la nuova trave;
- infine, si provvede a rimuovere le opere di puntellamento.

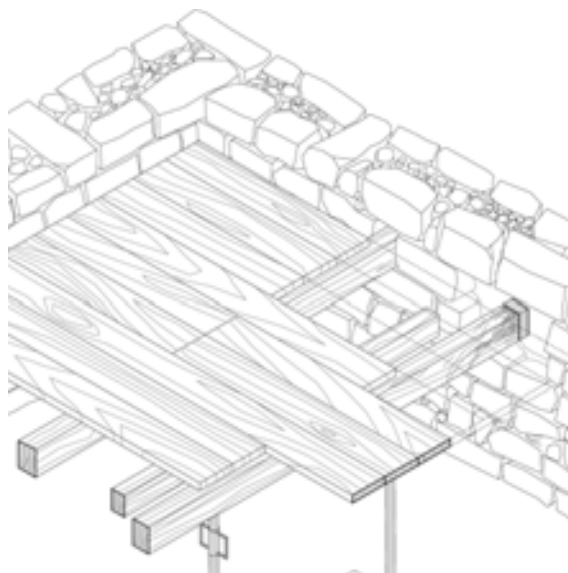
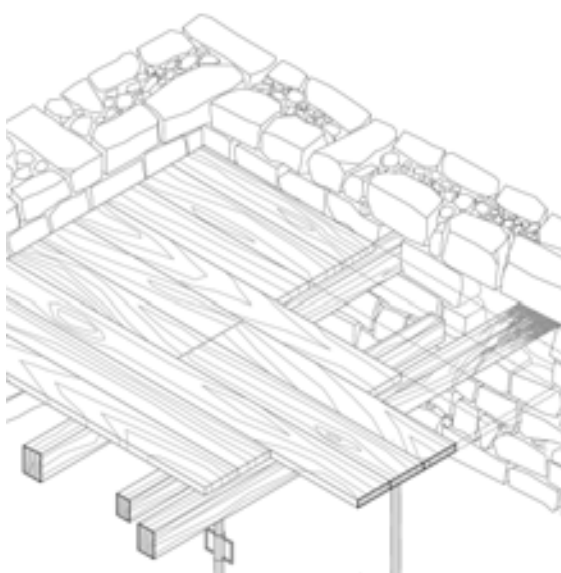
R_3 RIPARAZIONE TRAVE AMMALORATA SULL'APPOGGIO

1_ Solai con elemento ammalorato

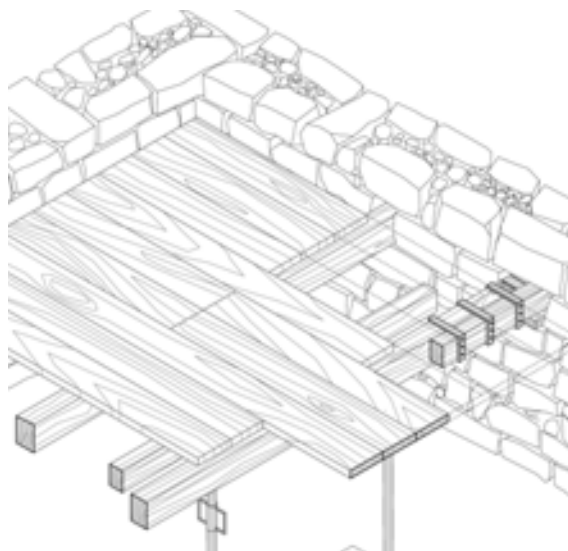
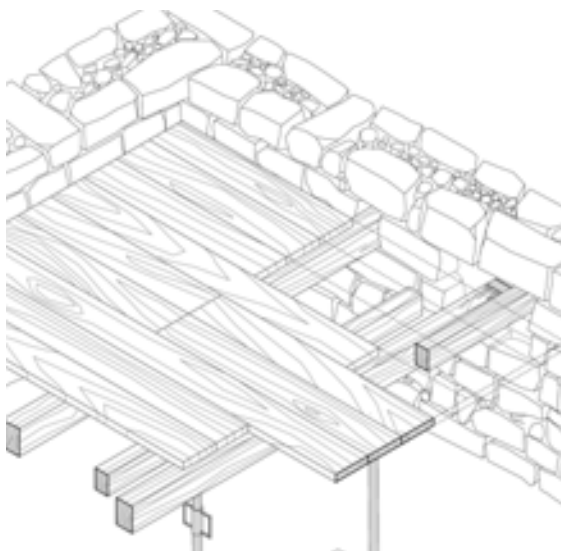
0 20 50



2_ Puntellatura e messa a nudo parte ammalorata, sezionamento e rimozione con eventuale trattamento



3_ Collocamento in opera dell'elemento di rinforzo con collegamento mediante staffe e biette alla trave



Scheda R Integrazione orditura portante lignea di solai intermedi.

Si ricorre all'integrazione dell'orditura portante quando la struttura del solaio (travi e tavolato), in buone condizioni di conservazione, appare sottodimensionata e, di conseguenza, presenta un livello di deformazione non accettabile (frecce eccessive), specie se in riferimento ai carichi di esercizio previsti dalla vigente normativa. Questa problematica è abbastanza frequente soprattutto nelle abitazioni di epoca precedente al '900 nelle quali il sottotetto aveva prevalentemente funzioni di sgombero e rimessaggio delle derrate alimentari e, di norma non era abitabile.

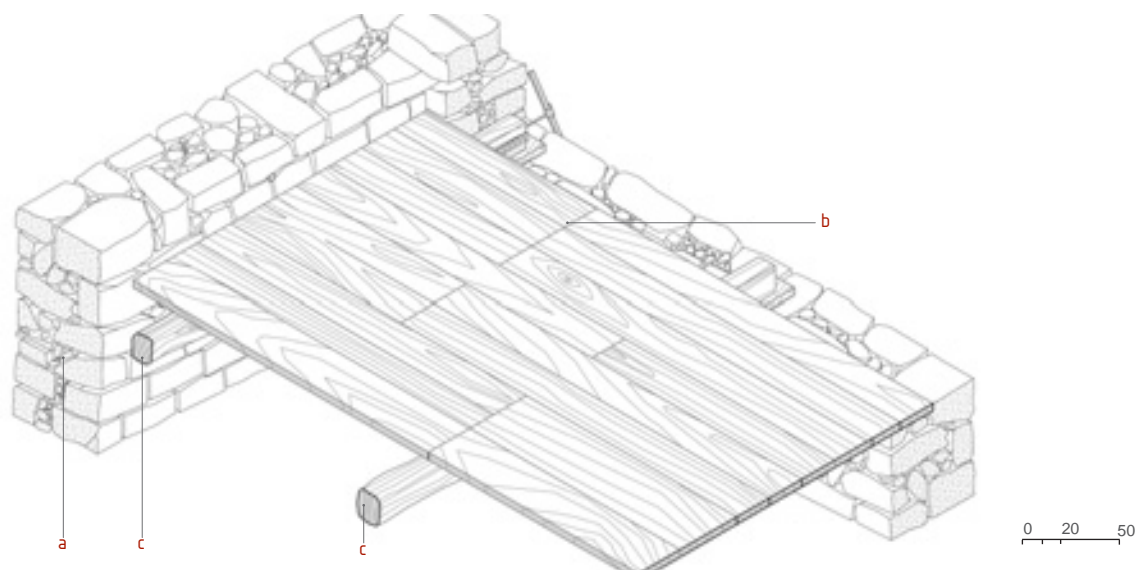
In questi casi, se la destinazione d'uso dell'immobile rimane quella residenziale, cioè con sovraccarichi d'esercizio abbastanza contenuti, in generale non è necessario rimuovere la struttura esistente ma occorre, più semplicemente, limitarne il livello di sollecitazione riducendo gli interassi fra le travi in opera con l'integrazione di nuove ad esse parallele.

L'intervento avverrà secondo le seguenti fasi:

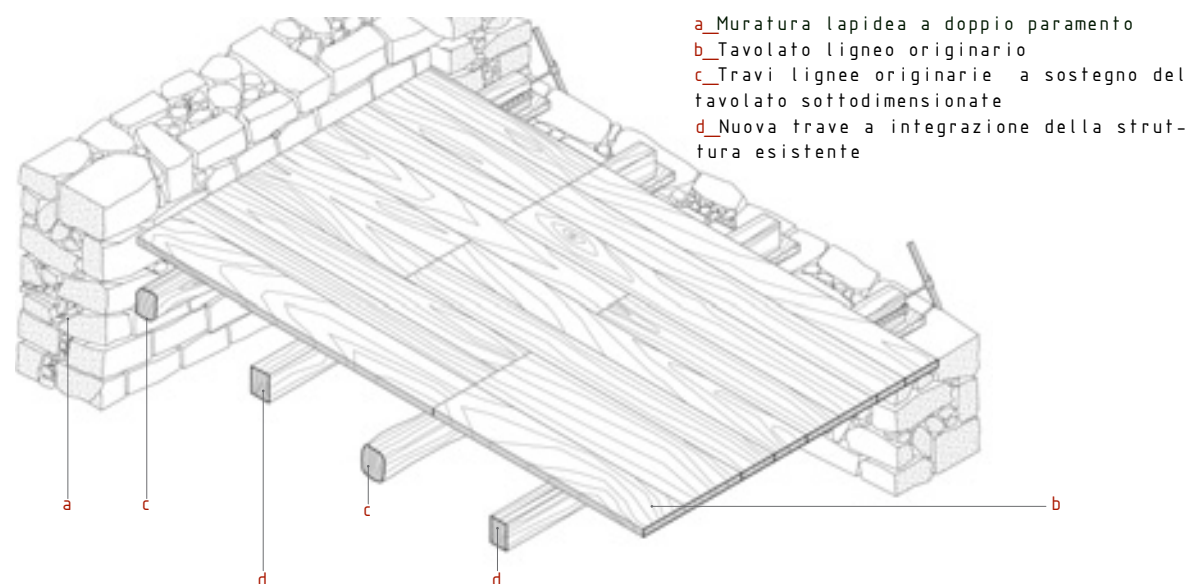
- rimozione di tutti i carichi permanenti e accidentali che agiscono sul tavolato, (eventuali massetti di allettamento in terra o calce, eventuali pavimentazioni, mobili o accessori);
- scarico delle travi esistenti mediante puntellatura in due o più punti, avendo cura di attribuire loro una leggera monta;
- apertura nella muratura esistente dei vani appoggio per le nuove travi; la profondità minima dell'appoggio sulla muratura dovrà risultare non inferiore a 15-20cm e, di conseguenza, uno degli alloggiamenti dovrà avere una profondità di circa 40 cm in maniera da consentire l'inserimento delle nuove travi senza smantellare la struttura esistente, secondo lo schema descritto nelle precedenti schede;
- posa delle nuove travi lignee (essenza di abete, pino, castagno), trattate con impregnanti a base naturale e protezione delle teste con guaina di pura cellulosa;;
- muratura degli appoggi, avendo cura di assicurare l'areazione della testa della trave, per prevenire fenomeni di marcescenza;
- puntellatura delle nuove travi sulle quali si dovrà indurre una monta pari a quella delle travi preesistenti in maniera da garantire la solidarietà fra le parti strutturali in opera e quelle inserite;
- chiodatura del tavolato alle nuove travi, preferibilmente con l'utilizzo di viti tirafondo, ottimizzare la collaborazione strutturale del sistema travi-tavolato;
- fase di scarico della struttura complessiva attraverso la rimozione dei puntelli;
- pulitura delle superfici lignee eventualmente macchiate dall'impiego di malte;

R_4 INTEGRAZIONE ORDITURA PORTANTE LIGNEA DI SOLAI INTERMEDI

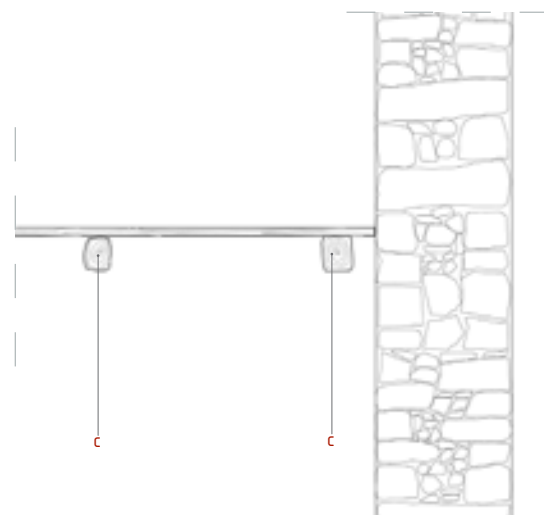
1 Situazione pre intervento



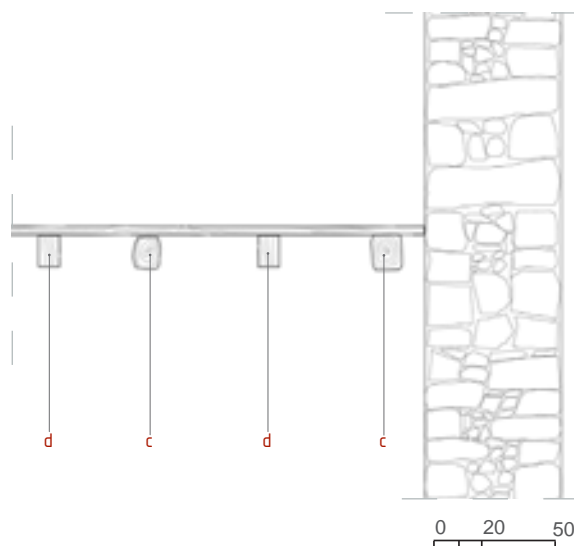
2 Situazione post intervento



a Situazione pre intervento
sezione longitudinale



b Situazione pre intervento
sezione longitudinale



Scheda S Inserimento di trave rompitratta.

L'intervento si rende necessario nei casi in cui l'intero solaio sia ritenuto troppo snello e instabile, quindi soggetto ad inflessione eccessiva o comunque non in grado di reggere i carichi per i quali è destinato. L'operazione di inserimento del trave rompitratta deve essere eseguita all'intradosso, mediante l'infissione di un trave in direzione normale all'orditura delle travi esistenti, per ridurne la luce libera d'inflessione, oltrechè per evitare cedimenti e rotture. In generale, l'inserimento di un trave rompitratta ottiene la sua massima efficacia in corrispondenza della mezzeria del solaio.

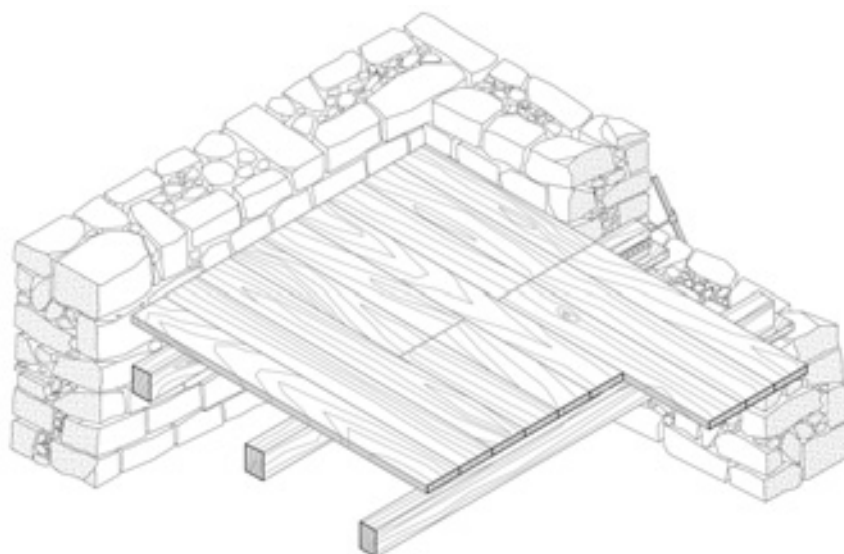
Possono essere utilizzati elementi che abbiano caratteristiche analoghe, per comportamento elastico, resistenza e consistenza, alla trave originaria, quindi in linea generale, travi in legno di essenza uguale o confrontabile; non è esclusa la sostituzione con putrelle in acciaio, la cui maggior resistenza consente minori spessori, quanto mai necessari in un intervento che comporta la riduzione delle altezze utili dei vani. È escluso l'utilizzo del cemento armato nelle sue differenti forme. Le nuove travi dovranno essere opportunamente protette, mediante i necessari trattamenti, dai possibili fattori patogeni sopra elencati.

L'intervento avverrà secondo le seguenti fasi:

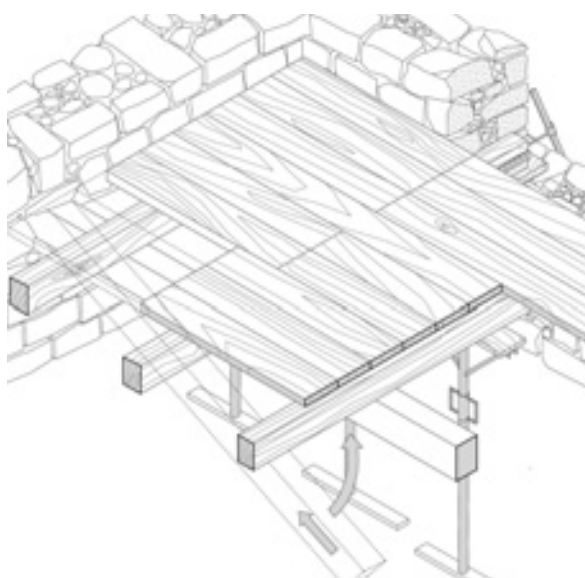
- progettazione ed esecuzione delle opere di puntellamento, anche con effetto di contrasto della inflessione eccessiva già presente nel solaio;
- formazione dei nuovi alloggiamenti della trave rompitratta nel muro. Si tratta di un'operazione che potrà comportare l'inserimento di laterizi o piani lapidei o dormienti in legno di appoggio della trave e di ottimale ripartizione dei carichi;
- collocamento in opera della trave, forzandola contro la struttura esistente per realizzare un efficace contrasto;
- sigillamento dell'alloggio murario consentendo al contempo l'aerazione delle teste;
- infine, si provvede a rimuovere le opere di puntellamento.

S_1 INSERIMENTO DI TRAVE ROMPITRATTA

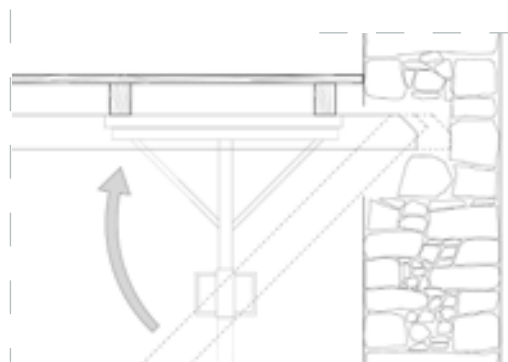
1_ Sostegno mediante puntellatura e rimozione elemento ammalorato



2_ Inserimento del nuovo elemento

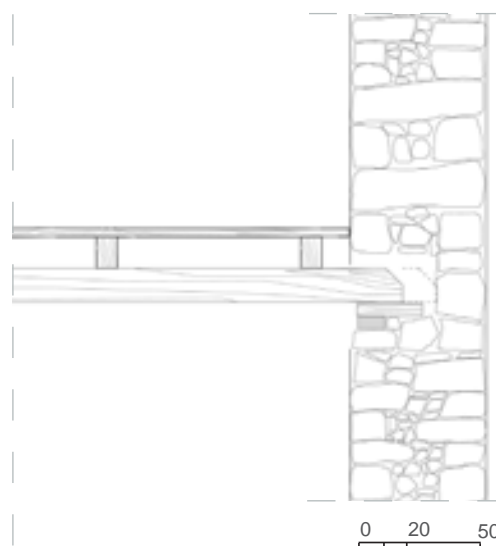
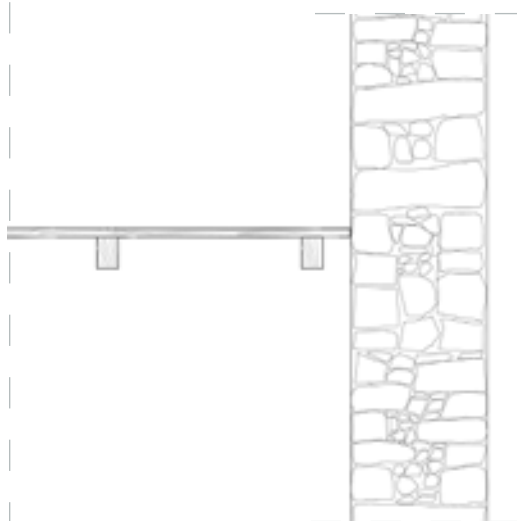


2a_ Ampliamento verso il basso del vano d'appoggio per consentire le operazioni di inserimento della trave



a_ inserimento nell'appoggio in assetto obliquo
b_ allineamento orizzontale con sollevamento dell'estremità opposta
c_ posizionamento mediante traslazione orizzontale
d_ ricucitura muratura mediante mattoni cotti, elementi lapidei e posizionamento del dormiente

2b_ Ricucitura mediante elementi lapidei, mattoni cotti e posizionamento del dormiente



Scheda T Irrigidimento dei solai.

Si ricorre al raddoppio del tavolato quando la struttura del solaio (travi e tavolato) presenta buone condizioni di conservazione ma, a causa dell'interasse eccessivo fra le parti portanti, il tavolato esistente non garantisce la sufficiente rigidità rispetto alle deformazioni dovute ai carichi di esercizio, originando frecce consistenti.

La sovrapposizione di un nuovo tavolato, avendo cura di disporre le tavole ortogonalmente rispetto a quelle esistenti, raddoppia lo spessore della sezione resistente e contribuisce ad incrementare la rigidità complessiva dell'impalcato.

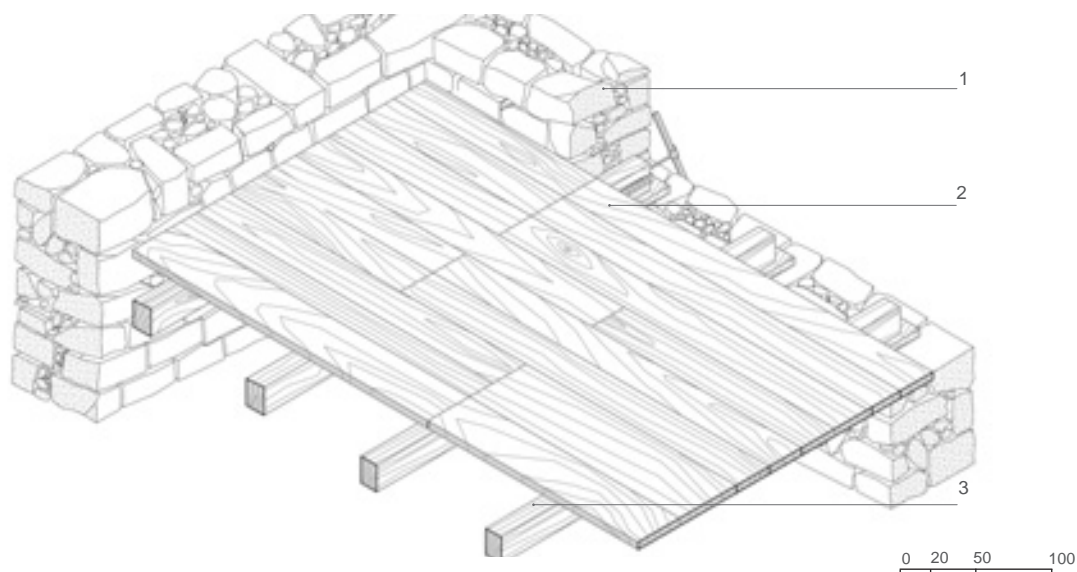
L'operazione di irrigidimento del solaio può eseguirsi secondo le seguenti fasi:

- rimozione di tutti i carichi permanenti e accidentali che agiscono sul tavolato, (eventuali massetti di allettamento in terra o calce, eventuali pavimentazioni, mobili e accessori);
- scarico delle travi esistenti mediante puntellatura in due o più punti, avendo cura di attribuire loro una leggera monta;
- manutenzione della struttura lignea esistente che comprende: pulizia delle superfici lignee degli elementi in opera, sostituzione, se necessario, degli elementi lignei deteriorati, eventuale rinforzo della connessione fra travi e tavolato esistente con l'uso di viti tirafondo, trattamento con fungicidi e tarlicidi in presenza di degrado biologico;
- disposizione del nuovo tavolato di irrigidimento con spessore di 20-30 mm, ed essenze possibilmente meno deformabili di quelle in opera; ancoraggio al tavolato e alle travi esistenti con viti tirafondo;
- fase di scarico della struttura complessiva attraverso la rimozione dei puntelli.

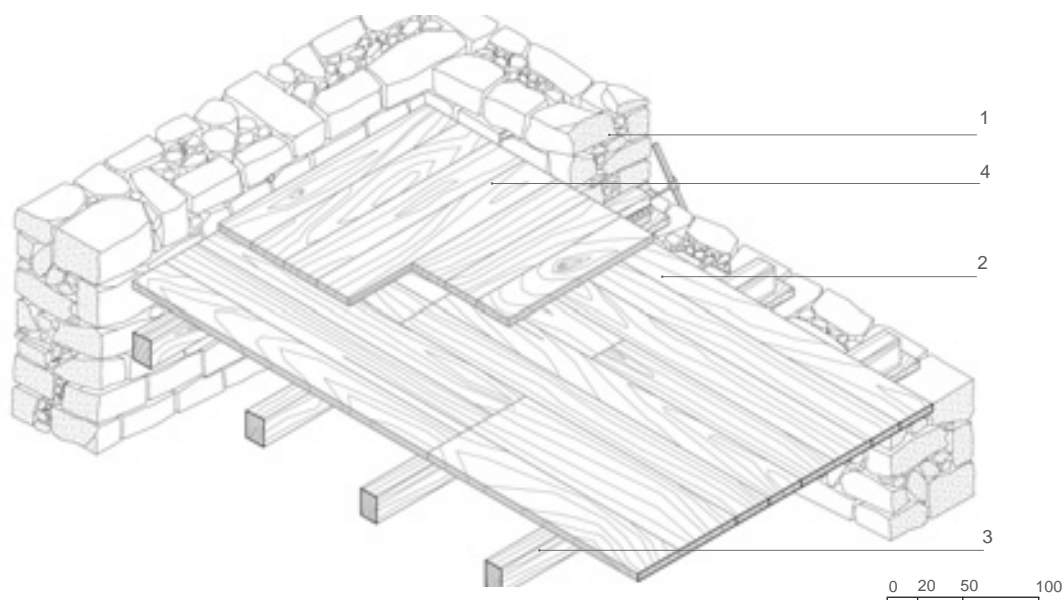
Il nuovo tavolato sarà realizzato con giunti a battente o a mutuo incastro (giunto maschio femmina).

T_1 IRRIGIDIMENTO DEL SOLAIO CON INSERIMENTO DI DOPPIO TAVOLATO

1_Rimozione dei rivestimenti superiori
sino alla messa a nudo dell'impalcato di tavole



2_Posizionamento del nuovo tavolato ortogonale
all'esistente, solidarizzato con opportune chiodature

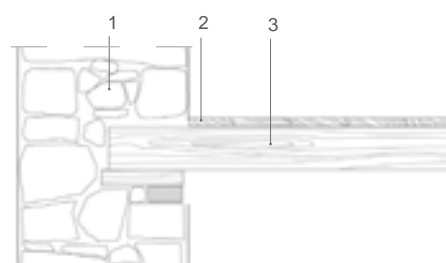


3_Sezioni longitudinali prima e dopo l'intervento

a_sezione longitudinale prima dell'intervento

Legenda

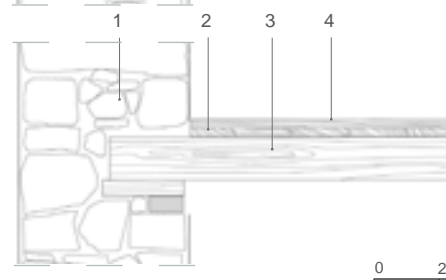
- 1_Muratura in pietra
- 2_Tavolato ligneo originario sottodimensionato
- 3_Trave lignee originarie di sostegno del tavolato



b_sezione longitudinale dopo l'intervento

Legenda

- 1_Muratura in pietra
- 2_Tavolato ligneo originario sottodimensionato
- 3_Trave lignee originarie di sostegno del tavolato
- 4_Nuovo tavolato con disposizione ortogonale rispetto all'originario e ad esso vincolato tramite chiodatura - spessore 20-30 mm



0 20 40

Scheda T Irrigidimento dei solai. Con aumento della sezione resistente.

L'intervento si rende necessario nei casi in cui l'insieme del solaio sia ritenuto in buono stato di conservazione ma necessiti di un irrigidimento per contrastarne l'eccessiva flessibilità e comunque per rispondere in modo più efficiente ai nuovi carichi imposti dal riuso della struttura. Esso comporta un'operazione che deve essere eseguita all'estradosso, mediante la rimozione degli elementi sovrapposti al tavolato. Il nuovo tavolato, che verrà solidarizzato con l'esistente, ha il compito di aumentare le sezioni resistenti, trasformando la configurazione rettangolare della trave portante in una nuova configurazione a "T".

Il nuovo tavolato sovrapposto, con i nuovi spessori derivanti dal calcolo dell'incremento di resistenza necessario, sarà costituito da elementi che abbiano caratteristiche analoghe agli elementi originari, quindi in linea generale in legno di essenza uguale o confrontabile. Non è esclusa la sovrapposizione di un massetto armato con rete elettrosaldata, per ottenere un risultato di irrigidimento; tuttavia, l'eccessiva rigidità che questo sistema introduce nel solaio elastico contrasta con il suo comportamento strutturale, e quindi si ritiene necessario circoscrivere questo tipo di intervento ai casi in cui si vogliano ottenere rigidità, finiture e tenute all'acqua particolari e specifiche.

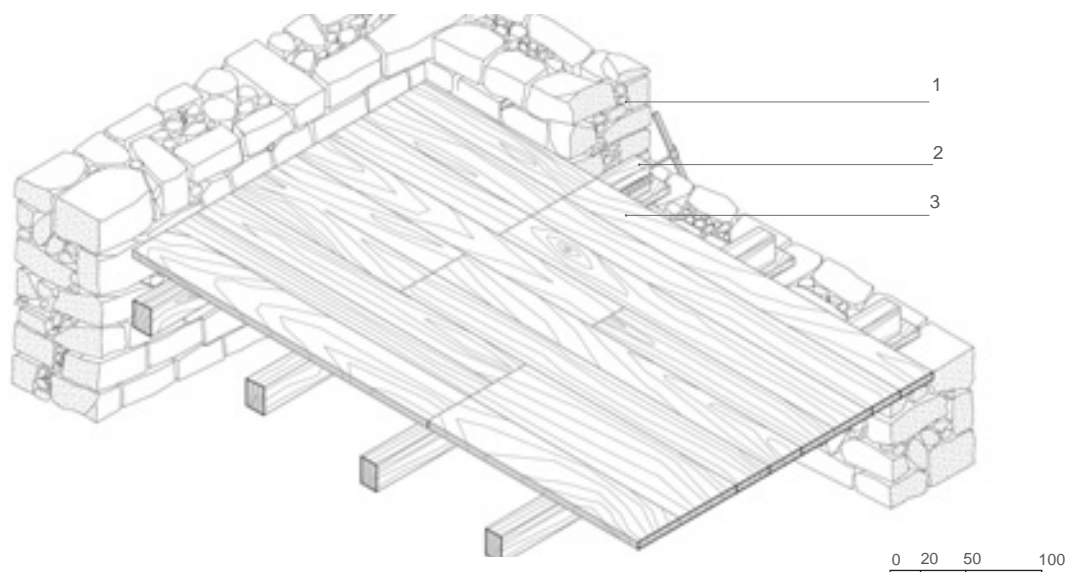
L'intervento avverrà secondo le seguenti fasi:

- rimozione dei rivestimenti superiori sino alla messa a nudo dell'impalcato di tavole esistente, che dovrà essere accuratamente ripulito ed eventualmente riparato;
- interposizione di fogli di materiale isolante e traspirante;
- posizionamento del nuovo tavolato sovrapposto all'esistente, solidarizzato con opportune chiodature e connettori per renderlo collaborante alla resistenza del solaio alle sollecitazioni di flessione;
- nel caso dell'utilizzo del massetto di irrigidimento con rete elettrosaldata, questo dovrà essere gettato su un telo di protezione del sottostante tavolato.

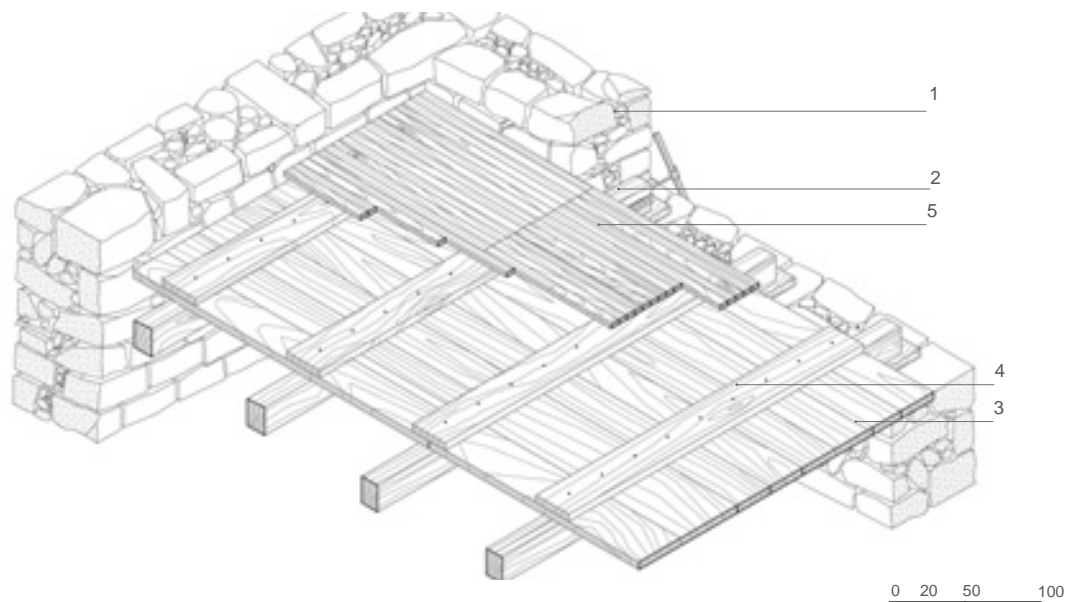


T_2 IRRIGIDIMENTO DEL SOLAIO CON AUMENTO DELLA SEZIONE RESISTENTE

1_Rimozione dei rivestimenti superiori sino alla messa a nudo dell'impalcato di tavole



2_Posizionamento di travi piatte sovrapposte a quelle esistenti, solidarizzazioni con connettori lignei e realizzazione nuovo tavolato



3_Sezioni resistenti prima e dopo l'intervento



a sezione resistente prima dell'intervento



b sezione resistente con configurazione a "T" dopo l'intervento

Legenda

- 1_Muratura in pietra
- 2_Travi esistenti di sezione insufficiente
- 3_Tavolato esistente
- 4_Travi piatte solidarizzate con quelle esistenti e calcolate come sezione a "T"
- 5_Tavolato di finitura

0 20 50

4.5. PAVIMENTAZIONI ESTERNE. GENERALITA'.

Il sistema delle pavimentazioni contribuisce a caratterizzare i centri storici delle colline non meno degli elementi di fabbrica già esaminati. Si tratta sempre di pavimentazioni lapidee: i litotipi corrispondono in genere al materiale reperibile e utilizzabile localmente, oppure possono appartenere anche a cave che tra l'800 ed il '900 producevano serialmente lastre e lapidei per pavimentazioni di tutta l'isola, mentre la posa in opera varia dai selciati agli acciottolati, con o senza cordone di contenimento, sino ai meno frequenti lastronati regolari o sub-regolari. Il materiale veniva sempre prescelto per le sue caratteristiche di resistenza all'usura ed agli urti, di compattezza e di ridotta porosità e gelività. Inoltre, la maggior parte dei casi analizzati, e comunque quelli che presentano le caratteristiche migliori, sono riconducibili all'uso di elementi regolarizzati o scelti in modo da presentare forme e dimensioni simili, onde ridurre al massimo i giunti e consentire la tenuta complessiva del manufatto stradale per mutuo contrasto tra gli elementi del rivestimento. Al contrario, giunti eccessivamente larghi e irregolari favoriscono il ruscellamento e l'asportazione della sabbia tra le pietre, e l'attecchimento di vegetazione infestante. Pezzature e materiali diversi, conformati in modo specifico, sono certamente previsti nelle gradinate, o anche per il convogliamento delle acque meteoriche, con canalette centrali o laterali.



Fig. 4.43 Fig.4.44. Pavimentazioni esterne storiche.
Dall'alto verso il basso: Masullas, in Marmilla e Vil-
lanovatulo, nel Sarcidano.



4.5.1. PAVIMENTAZIONI ESTERNE. IL DEGRADO ED IL RECUPERO

Le pavimentazioni ed in generale tutte le superfici pubbliche sono state oggetto, negli ultimi decenni, di diffusi interventi di sostituzione o comunque sono state ricoperte con manti di asfalto o cementizi. Solo di recente si è dato luogo a forme di ripristino, che hanno di volta in volta sistemato spazi urbani impropriamente coperti da manti d'asfalto o comunque si sono recuperate pavimentazioni lapidee soggette a dissesti a causa della mancata manutenzione, o per la difficoltà in alcuni casi di resistere adeguatamente al traffico gommato. Inoltre, particolarmente rilevante nel caso delle pavimentazioni sono stati gli interventi di messa in opera ex novo, soprattutto nei casi in cui i nuovi manti avevano completamente rimosso i rivestimenti storici, che risultavano dunque non più recuperabili.

In linea di principio, si possono enunciare alcune linee guida per la corretta conservazione dell'esistente ed il rifacimento ex novo delle superfici pubbliche:

- gli interventi sulle pavimentazioni storiche dovranno rispettare le tessiture esistenti, sostituendo gli elementi lapidei ammalorati con altri dello stesso materiale e lavorazione, e riparando eventuali cedimenti con tecnologie conformi alla costruzione storica;
- tali interventi di recupero e restauro dovranno altresì risolvere i problemi dei giunti tra elementi o lastre evitando il ricorso alle malte cementizie;
- le nuove pavimentazioni dovranno far ricorso prevalentemente ai materiali locali, progettando trattamenti, tagli e tecniche di messa in opera del materiale lapideo improntati a grande essenzialità, che evitino disegni della superficie pubblica o l'introduzione di geometrie estranee alle culture ed alle forme del contesto storico. Tutti i nuovi interventi dovranno comunque essere preceduti da un attento studio delle preesistenze locali e delle caratteristiche del materiale e delle messe in opera esistenti e da adottarsi:
- gli interventi sulle pavimentazioni pubbliche e private esterne dovranno comunque favorire la permeabilità alle acque meteoriche, ricorrendo a procedimenti che comportino la creazione di superfici impermeabili solo nelle situazioni nelle quali si possa documentatamente dimostrare la necessità della canalizzazione delle acque meteoriche e la costituzione di un sottofondo più rigido.



*Il degrado delle pavimentazioni storiche.
Fig. 4.45, Fig. 4.46. Sardara, nella bassa Marmilla.
Il passaggio dei sottoservizi, il cui ripristino viene effettuato con il cemento, è una delle cause di degrado più comuni delle pavimentazioni storiche.*





*Esempi di nuove pavimentazioni.
Fig. 4.47, Fig. 4.48, dall'alto verso il basso:
Sardara, nella bassa Marmilla e Orroli, nel basso
Sarcidano.*



Scheda U. IL RIPRISTINO DELLE PAVIMENTAZIONI STORICHE
Scheda V. NUOVE PAVIMENTAZIONI NEI CONTESTI STORICI

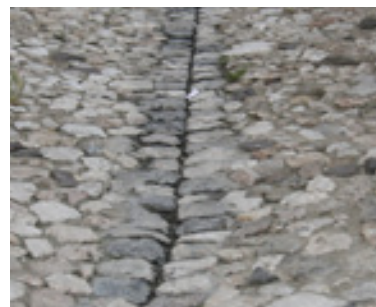
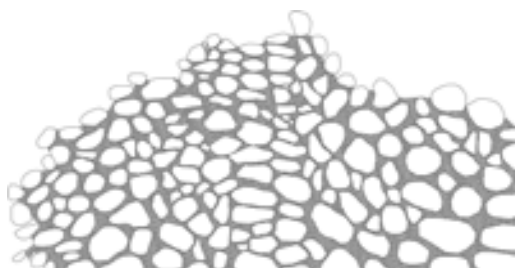
Il ripristino delle pavimentazioni storiche

L'intervento si rende necessario nel caso in cui le pavimentazioni storiche mostrino punti di cedimento della fondazione, o anche nel caso di asportazione di porzioni di rivestimento. In entrambi i casi si tratta di intervenire consolidando il sottofondo e ripristinando la superficie con gli stessi elementi lapidei o, in caso di asportazione, con elementi dello stesso materiale e forma, o assimilabili.

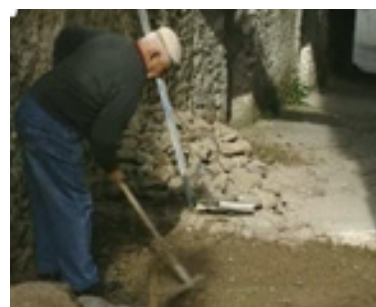
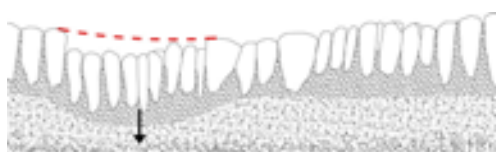
L'intervento potrà avvenire secondo le seguenti fasi:

- o asportazione e accantonamento degli elementi di pavimentazione originaria smossi ed eventualmente danneggiati, con pulitura accurata dei medesimi
- o rimozione del sottofondo per la profondità necessaria a ricostituire un piano di posa stabile e affidabile;
- o reperimento e selezione dell'eventuale materiale di sostituzione/integrazione degli elementi ammalorati o mancanti, avendo cura di scegliere per gli acciottolati ciottoli di dimensione simile, da disporre con l'asse maggiore in verticale, e per i selciati elementi prodotti spaccando e sbazzando massi di materiale e dimensione simile;
- o ripristino della fondazione e del sottofondo mediante pietrame di granulometria opportuna e ghiaia di media grandezza, da compattarsi adeguatamente con i mezzi opportuni, avendo cura di valutare il successivo assestamento e quindi di sistemare il sottofondo ad un livello più alto di alcuni centimetri rispetto al preesistente;
- o stesura dello strato di sabbia – vagliata in modo da risultare priva di ghiaia e di sostanze terrose - per l'allettamento della pavimentazione;
- o posa in opera della pavimentazione, mediante battitura con mazzeranga o strumento simile, della pavimentazione, avendo cura di riempire i giunti con sabbia, da spargere mediante spazzole sino a livellamento dei giunti stessi.

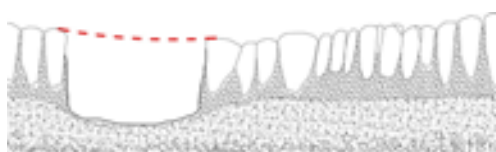
1_Tipo di pavimentazione:
acciottolato



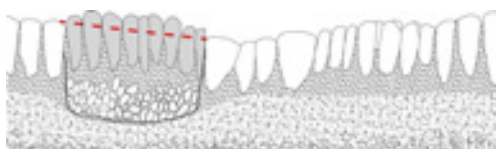
2_Configurazione iniziale



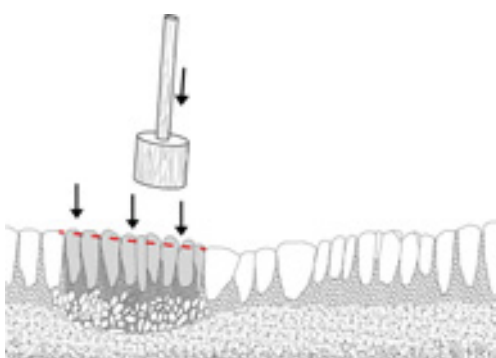
3_Rimozione dei pezzi
danneggiati



4_Rimozione dei pezzi
danneggiati



3_Battitura mediante
mazzeranga



Nuove pavimentazioni nei contesti storici

L'intervento si effettua nel caso in cui i centri storici abbiano subito trasformazioni improprie delle pavimentazioni storiche, sia che si trattasse di percorsi sterrati, sia che esistesse una precedente pavimentazione lapidea, sulla quale sono avvenute stesure di manti cementizi o di asfalto. In questi casi, è sempre più frequente la domanda di ripristinare la qualità dello spazio pubblico mediante interventi di nuova concezione ma assimilabili alle pavimentazioni storiche del luogo.

L'intervento sarà preceduto da un'attenta analisi che comprenda almeno:

- o la ricerca di tracce storiche, iconografiche o materiali, come porzioni di pavimentazioni preesistenti rintracciabili sotto il nuovo asfalto;
- o l'indagine sui materiali locali più idonei – anche per analogia con quelli storici – rispetto al problema di ricostituire una pavimentazione di qualità;
- o la pezzatura ed il tipo di messa in opera degli elementi lapidei.

In questo caso, fatto salvo l'eventuale ritrovamento di parti di pavimentazione storica così ben conservata da meritare un restauro di cui alla scheda precedente, si tratterà di intervenire in maniera organica e integrale

- o ricostituendo il piano di fondazione mediante uno scavo di profondità pari in media a circa 40 cm

e scegliendo se

- a. mettere in opera una pavimentazione permeabile su sottofondo elastico e quindi
 - o effettuare la ricostituzione del sottofondo mediante opportuna granulometria di pietrame e ghiaia
 - o compattare accuratamente il sottofondo
 - o stendere uno strato di sabbia, con successiva battitura con mazzeranga (o rullo compressore)
 - o stendere un ulteriore strato di sabbia di circa 4 cm (previa bagnatura)
 - o posare a secco gli elementi della pavimentazione (ciottoli, pietrini, elementi di selciato, lastre regolari) con successiva battitura mediante mazzeranga;
 - o riempimento a livello mediante sabbia fine del giunto tra le pietre, che devono essere comunque poste a contrasto rendendo minimo lo spessore del giunto stesso.

- b. mettere in opera una pavimentazione non permeabile (con sottostante canalizzazione per le acque meteoriche) su sottofondo rigido, e quindi

- o effettuare la ricostituzione del sottofondo mediante getto di una fondazione in calcestruzzo dello spessore di circa 20 cm, con calce idraulica e granulometria a pezzatura ridotta

- o stendere un sottile strato di malta per lo spianamento del calcestruzzo;

- o stendere uno strato di ghiaia, per migliorare la stabilità degli elementi della pavimentazione

- o stendere un ulteriore letto di sabbia additivata con cemento a basso dosaggio, su cui posare la pavimentazione;

o posare gli elementi della pavimentazione (ciottoli, pietrini, elementi di selciato, lastre regolari) con successiva battitura mediante mazze-ranga;

sigillare il giunto tra le pietre, che devono essere comunque poste a contrasto rendendo minimo lo spessore del giunto stesso, mediante malta fluida.

V_1 NUOVE PAVIMENTAZIONI

1_Pavimentazione permeabile



Sottofondo elastico realizzato con pietrame e ghiaia di opportuna granulometria, posa a secco degli elementi lapidei.

2_Pavimentazione non permeabile



Sottofondo realizzato mediante getto di una fondazione in calcestruzzo di circa 20 cm, successivo strato di malta per lo spianamento e uno strato di sabbia per migliorare la stabilità della pavimentazione

3_Selciato



Variante dell'acciottolato (impredau) realizzato con elementi lapidei sbozzati di dimensione varia.

4_Selciato non permeabile



Sezione tipo di un selciato con sottofondo impermeabile in calcestruzzo

4.6. GLI IMPIANTI. GENERALITA'.

Tutta l'impiantistica pubblica e privata si è rivelata sinora un rilevante fattore di degrado dei contesti storici. In particolare gli impianti elettrici e telefonici fanno correre fasci di cavi lungo le facciate che sono fonte di inquinamento visivo, ma anche di ammaloramenti localizzati nei punti di inserzione dei sostegni; l'illuminazione è spesso invasiva e non adeguatamente progettata, sia quando introduce elementi tecnologicamente non ben calibrati, sia quando tenta attraverso punti luce conformati ad imitazione dei materiali tra '800 e '900 di ricreare un'aura d'epoca, pensata e progettata per i grandi centri urbani ma del tutto impropria nei nostri nuclei storici; le canalizzazioni per le acque generano chiusini e pozzetti disordinatamente disseminati sulle superfici pubbliche; gli apparati esterni per il condizionamento degli ambienti vengono collocati casualmente sui prospetti pubblici, causando anche in questo caso inquinamento visivo e abbassando la vivibilità dello spazio pubblico.

In ordine a questi elementi possono essere definite le seguenti raccomandazioni:

- negli interventi di riqualificazione dello spazio pubblico dovranno essere progettati anche la razionalizzazione e possibilmente l'interramento in appositi condotti delle infrastrutture aeree, nonché apparati di illuminazione e, in generale, di "arredo urbano" coordinati e non casuali, coerenti per essenzialità di linee e di materiali con le preesistenze;
- dovrà essere esercitato un controllo sulla qualità dell'impiantistica privata (comprese le insegne dei negozi e degli esercizi pubblici) evitando accuratamente l'inserimento negli affacci pubblici delle macchine per il condizionamento dei locali.

Fig. 4.49, Fig. 4.50. Degradi determinati dal posizionamento errato degli impianti.
Da sinistra verso destra:
Sardara e Mogorella, in Marmilla.





Fig. 4.51, Fig. 4.52. Degradi determinati dal posizionamento errato degli impianti..

Dall'alto verso il basso:

Gonnosnò, in Marmilla e Armungia, nel Gerrei.



4.7. LE SUPERFETAZIONI E LE MODIFICAZIONI INCONGRUE.

Nei contesti storici della Sardegna è stato inserito un vero e proprio campionario di elementi incongrui e comunque di superfetazioni, più o meno permanenti o provvisorie, che sono una delle principali fonti del degrado complessivo dei nuclei antichi e dell'abbassamento della qualità culturale e della vivibilità.

Prescindendo dalla sostituzione più “dura” (realizzata per lo più per via di demolizione e ricostruzione di interi edifici o di parti preponderanti di essi) i casi più diffusi possono interessare:

- o l'apposizione in facciata di “volumi tecnici” (in genere servizi igienici) spesso mediante gabbiotti in aggetto;
- o la realizzazione di terrazze o ancora in aggetto o come elementi di copertura, evidentemente previa sostituzione delle coperture a falde inclinate con terrazze piane;
- o l'addossamento di pensiline e coperture più o meno leggere in corrispondenza di ingressi, ballatoi, pianerottoli, verande etc.;
- o la realizzazione di abbaini per l'aeroilluminazione dei sottotetti;
- o la realizzazione di scale esterne per l'accesso diretto ai piani superiori.

In tutti questi casi:

- dovranno essere posti in essere tutti i provvedimenti possibili per l'eliminazione delle superfetazioni “dure”, quali volumi tecnici chiusi, dalle facciate principali, anche mediante traslazione sugli affacci non accessibili e visibili dallo spazio pubblico;
- in ogni passaggio autorizzativo dovrà essere promossa l'eliminazione degli elementi incongrui e delle relative modificazioni mediante il ripristino delle configurazioni originarie, o di configurazioni con esse compatibili, con particolare riferimento a ringhiere, pensiline, aggetti, scale, ballatoi.

Superfetazioni e modificazioni incongrue.

Fig. 4.53, Fig. 4.54, in basso da sinistra verso destra:

Ussaramanna e Baressa, in Marmilla.

Fig.4.55, Fig. 4.56, nella pagina affianco dall'alto verso il basso:

Sardara e Assolo, in Marmilla..



