

Premessa

Siamo forse giunti al punto dolente, al *clou* di tutto il discorso, insomma al nodo fondamentale di questo manualetto. Se il discorso che segue non verrà recepito e accettato dal lettore, allora è sconsigliabile proseguire ancora a lungo con tale lettura.

Finalmente si affronta la questione aperta del comportamento al quale un vero tecnico del crudo dovrebbe attenersi al fine di sopperire a problemi di:

- degrado irreversibile;
- gravi spanciamenti e sconessioni;
- crolli estesi delle murature.

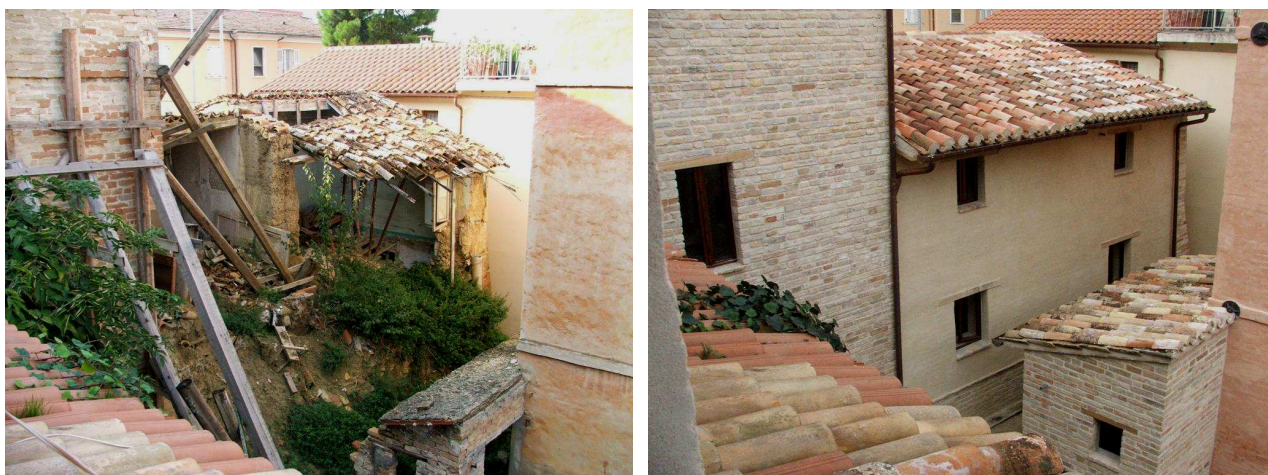
Pur considerando la demolizione della struttura un caso limite, oggi purtroppo notiamo, non trovandoci di fronte ad edifici vincolati come beni tutelabili, che essa è ormai la prassi universalmente accettata, anche se la sostituzione delle strutture in terra cruda con differenti materiali da costruzione, anche nel caso che esse non accusino evidenti problemi statici, produce un inevitabile incremento di spesa per il proprietario dell'edificio; se si volesse, però, tale incremento forse potrebbe anche essere evitato in parte o del tutto. In effetti qualche tecnico alessandrino ha già avuto modo di esporre le proprie rimostranze al riguardo, giungendo persino a denunciare tutto ciò pubblicamente, attraverso articoli molto vibranti apparsi recentemente su qualche giornale; era inevitabile che una tale denuncia non passasse inosservata, innescando un acceso dibattito con scambi di accuse al fulmicotone.

Nonostante posizioni così 'estremiste' e coraggiose, nulla pare mutato. Fatto sta che si continua a demolire indiscriminatamente gli edifici in crudo perché si sente la necessità di rimuovere il crudo per far spazio a qualsiasi altra cosa che non sia terra, proprio come se il problema principale fosse proprio la "terra cruda". Ma se si analizzasse il problema nel suo complesso, emergerebbero senz'altro svariate motivazioni anche condivisibili. Prima di tutto la terra cruda in Frascheta è stata assunta come materiale da costruzione più per necessità che per libera scelta, pertanto ciò ha causato nella popolazione un certo disagio sociale e psicologico ancor oggi avvertibile, proprio perché la terra non viene vista come 'materiale povero', quindi bio-eco-compatibile, ma piuttosto come 'materiale dei poveri', legato a una triste epoca da dimenticare. Oltre a questo motivo di cui si preferisce tacere, c'è l'aspetto pratico del non saper maneggiare questo materiale ancestrale. Risulta pertanto impossibile e controproducente metter mano su una struttura in terra cruda utilizzando lo stesso materiale, perché manca un'idea operativa chiara, che non è stata per ora fornita ancora da nessuno agli operatori del settore. Le scuse sono sempre le stesse: la terra cruda comporta costi troppo elevati e mancanza di manodopera, insorgenza di problemi non preventivati in corso d'opera... E pensare che ci vorrebbe davvero poco per organizzare gli interventi...

Di conseguenza, in una ristrutturazione la consuetudine vuole che la terra scompaia a tutti i costi, sostituendola con rattoppi slegati rispetto ai monconi residui di muratura in crudo occultati al di sotto di cortine murarie di mattoni cotti, tavole o blocchi in cls, pericolosamente addossate a quanto rimane del muro esistente. Questo modo di operare con pedissequo, in nome di una pedestre ideologia fortemente radicata, comporta che gli interventi condotti su edifici in terra cruda — ingiustamente ritenuti 1) *angusti* (in realtà caratterizzati da una linea pulita e regolare di stampo vernacolare, ben integrati allo *skyline* del centro storico paesano), 2) *umidi* (problema facilmente risolvibile con piccoli accorgimenti) e 3) *fragili* (pensate che invece le case ancora esistenti hanno alcuni secoli di vita!) — risultino più costosi e deturpino in maniera irreversibile le murature dell'edificio. Vero è che c'è ancora molto da fare ed è tutto da re-inventare; ma già si avverte nell'aria il cambiamento. Dopo anni e anni di pura teoria potremmo finalmente lasciare spazio alla pratica? Direi proprio di sì! È finalmente tempo di agire, per cambiare stile di vita. All'artificialità dei prodotti petrolchimici e di estrazione d'altoforno perché non proviamo a lasciar spazio alla

naturalità del vivere sano e sereno riappropriandoci nuovamente di un materiale povero sì, ma ricco di caratteristiche vantaggiose capaci di trasmettere al nostro organismo un inatteso concentrato di energie positive?

Prima di proseguire si invita il lettore a prendere visione delle seguenti immagini. Si tratta di uno dei tanti interventi di restauro operato dall'Arch. Anna Paola Conti sugli edifici del borgo di *Villa Ficana* a Macerata. Tutte le parti mancanti delle murature in terra cruda sono state completamente ripristinate con lo stesso identico materiale. Non pare sia stato evidenziato nessun problema circa la fattibilità del lavoro.



Ai problemi legati al degrado della struttura si sommano spesso quelli dovuti a dissesti statici. Per quanto riguarda la *definizione della natura del dissesto statico* è importante determinare l'*iter* secondo il quale si è sviluppato il dissesto statico. A questo fine è utile formulare un quadro della vita passata e attuale della struttura, e del suo contesto che può consistere in:

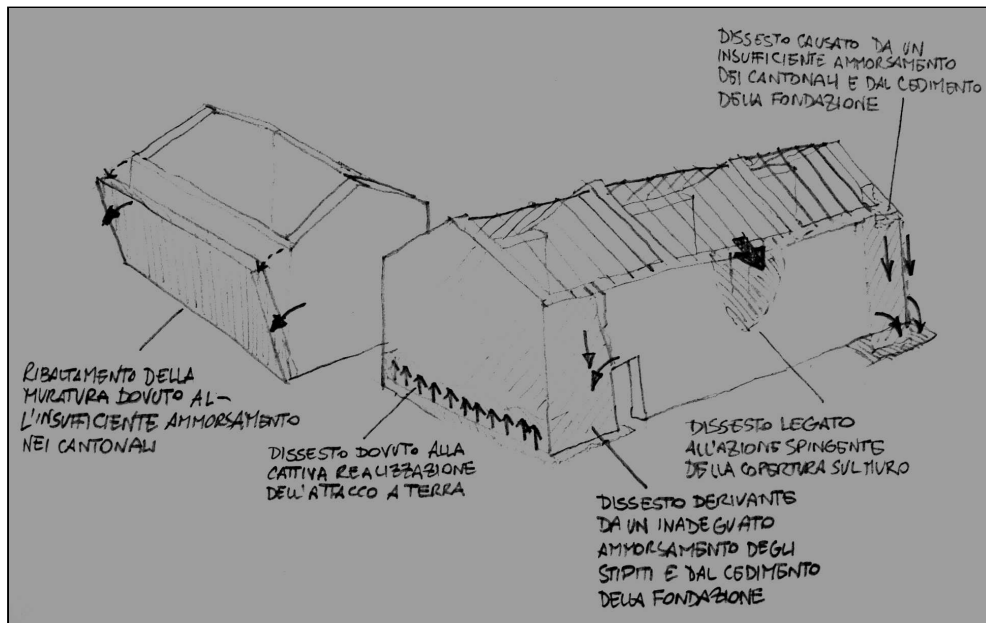
- rilievo architettonico;
- raccolta dei dati sull'epoca di costruzione (nelle diverse fasi), sui metodi costruttivi e sulle aggiunte;
- prove dirette sui materiali impiegati e sul terreno;
- rappresentazione grafica dello stato dell'edificio;
- rappresentazione del quadro fessurativo.

Le cause di dissesto sono schematizzabili nei tipi elementari:

- cedimento delle fondazioni;
- schiacciamento delle strutture murarie in elevazione;
- deformazioni permanenti da pressoflessione;
- cedimento degli archi e delle volte;
- eccessiva inflessione dei solai.

La *diagnosi ovvero la ricerca delle cause perturbatrici risalendo dagli effetti visibili rilevati* è difficile da effettuare perchè non è detto che stesse cause provochino lo stesso tipo di lesione. Generalmente si può dire che le cause risalgono a errori iniziali di calcolo, di costruzione o a modificazioni successive dell'edificio quali le sopraelevazioni o le nuove aperture.

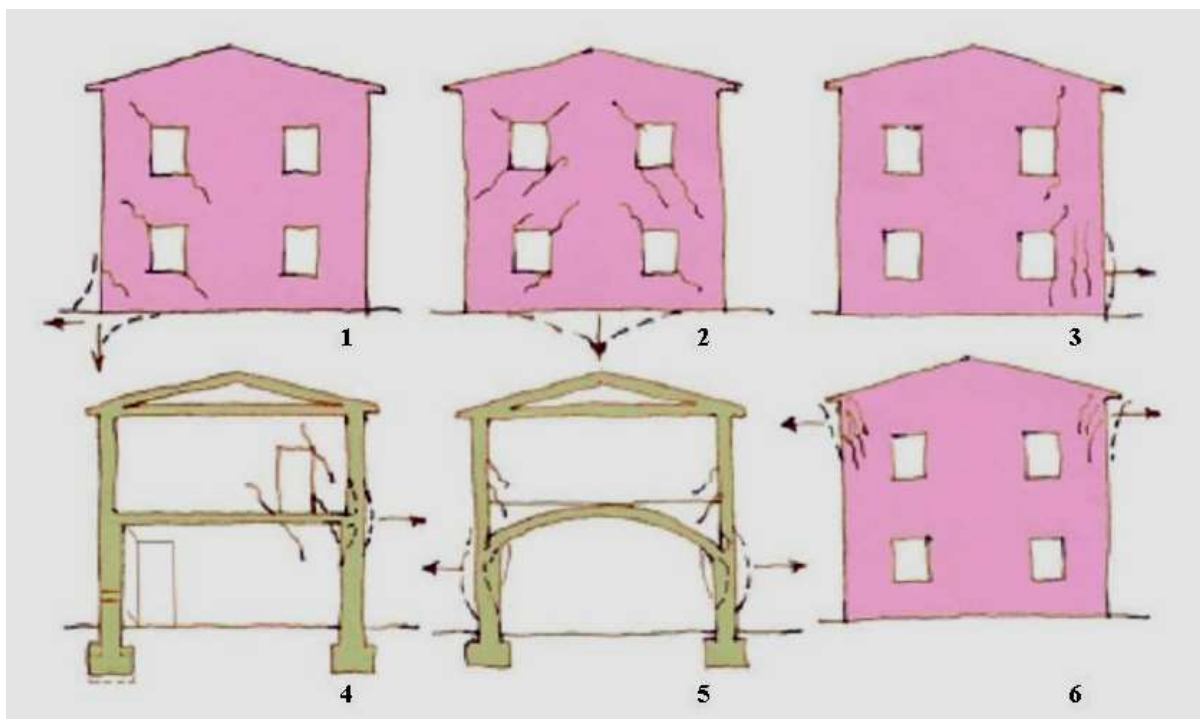
Infine si prescrive una *terapia*. I *rimedi e opere di intervento* possono essere provvisori o definitivi. In ogni caso, è opportuno disporre puntellamenti provvisori e preventivi atti a garantire la stabilità delle strutture durante i lavori di consolidamento.



Per prendere in esame, anche brevemente, ogni caratteristica di dissesto con relativa diagnosi e terapia, probabilmente non basterebbe un libro intero per contenere tutto il discorso. È per questo che si rimanda il lettore interessato al profilo tecnico di questa vasta tematica ad approfondimenti effettuati su alcuni testi specializzati.

■ Lettura consigliata: Mastrodicasa Sisto, *Dissesti statici delle strutture edilizie*, Hoepli.

Nell'immagine seguente sono illustrati i fenomeni di degrado strutturale più frequenti.



Identificazione delle lesioni strutturali da dissesto geometrico. Lesioni tipiche dovute a spostamenti localizzati:
 1 - per spostamento laterale dello spigolo dell'edificio; 2 - per cedimento fondale nella zona intermedia di facciata;
 3 - per schiacciamento della struttura muraria; 4 - per cedimento fondale della parete di facciata e per spinta verso l'esterno delle strutture di solaio; 5 - per effetto di spinta della struttura a volta interna; 6 - per presenza di copertura spingente.



Per quanto riguarda il discorso limitato al crudo è possibile fornire alcune indicazioni riguardanti l'intervento sugli elementi degradati.

Problemi della struttura legati alle caratteristiche proprie del materiale

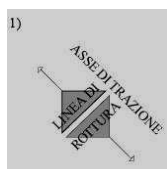
La terra è messa in opera come impasto umido; acqua che viene poi espulsa quasi interamente previa battitura. Però una leggera umidità permane inevitabilmente nella muratura a lavori ultimati.

Tale quantità di liquido viene traspirata in seguito all'essiccazione della terra, variabile secondo vari parametri (terra più o meno argillosa, tasso d'umidità al momento del compattamento e quantità eccedente intrappolata nella muratura dopo le operazioni di battitura, rapidità di essiccazione, temperatura esterna...). Quando le condizioni corrette non si realizzano, più fenomeni concorrono al degrado, apparendo uno a uno:

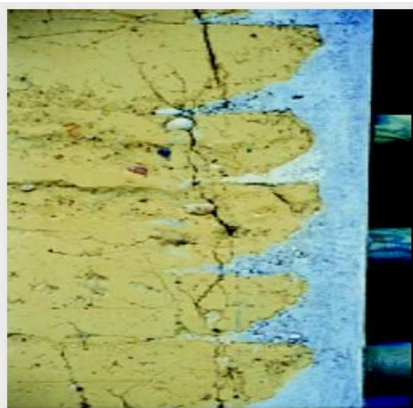
- micro fessure su tutta la superficie della muratura;
- fessure generali nei collegamenti principali;
- fessure verticali.

Il muro come struttura

Il muro in terra lavora essenzialmente a compressione. Per contro esso ha una nulla resistenza alla trazione, gli sforzi devono essere quindi incamerati da altri materiali sostitutivi (p. es. architravi in legno, pietra, laterizio, acciaio, cls). La presenza di questi sforzi indesiderati possono arrecare alla muratura vistosi inarcamenti e spancamenti o, più comunemente, delle lunghe crepe. Le murature in terra, non resistendo a trazione, si spezzano lungo la direttrice perpendicolare all'asse di trazione (asse di compressione)¹.



La causa principale dei problemi legati alla struttura è dovuta agli assestamenti della struttura con cedimenti differenziati del terreno che non possono essere sopperiti dalle fondazioni, di sovente limitate o inesistenti. Questi cedimenti hanno per origine la combinazione tra i pesi importanti della muratura e la reazione del suolo esposto a cicli di umidità, aridità e gelo (condizioni frequenti e pericolose per gli edifici in crudo). Solamente se il cedimento del terreno è uniforme non si deve temere alcun dissesto. Una costruzione in terra può subire dei disordini in seguito ad assestamenti eccezionali della falda freatica, quando questa è vicina alla superficie del terreno. Per prevenire i danni dovuti alla presenza di acqua sorgiva la cosa migliore da fare è tentare di eliminare la causa dei disagi attraverso un intervento mirato di drenaggio delle acque.



Come norma generale, sono da considerarsi più pericolose quelle lesioni, anche non particolarmente vistose, generalizzate a tutto l'edificio, piuttosto che quelle localizzate, provocate per lo più da lievi cedimenti dei muri sottostanti o delle fondazioni. La costruzione di murature in comune, la presenza di ampie aperture e l'assenza di opere di drenaggio o la loro mal esecuzione, possono facilmente provocare questo tipo di disagi. Basti l'esempio delle aperture: una porta di 4 m di luce e 4 m di altezza su un muro di terra spesso 50 cm rappresenta a livello del suolo una mancanza di 14 tonnellate circa².

Fessurazioni dovute al ritiro della terra in un edificio a Lione (Francia).

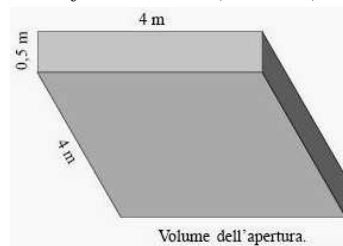
(2) Calcolo

Peso specifico dell'argilla mista a sabbia o ghiaia:

- asciutta = 1700 kg/mc / umida = 1800 kg/mc / bagnata = 2200 kg/mc

Tenuto conto che la terra posata in opera può al massimo, nel peggiore dei casi, presentare nell'impasto una certa percentuale di umidità necessaria per la sua lavorazione, volendo considerare la peggiore delle ipotesi realmente verificabili per compiere la scelta del peso specifico, si può scegliere il secondo valore;

pertanto: $\gamma = 1800 \text{ kg/mc}$; Volume (V) = $4\text{m} \times 4\text{m} \times 0,5 \text{ m} = 8 \text{ mc}$; Peso (P) = $8 \text{ mc} \times 1,8 \text{ t/mc} = 14,4 \text{ t}$.



L'angolo

L'angolo è un elemento fragile in tutte le costruzioni per via delle tensioni perpendicolari provenienti da ciascun muro in caso di cedimento del suolo. In una costruzione in terra che non possiede della catene d'unione inglobate nella parte superiore della muratura, i cedimenti apportano delle fessure rilevanti agli angoli. Per evitare questi disagi, tradizionalmente, le testate d'angolo venivano rinforzate internamente con pali di legno. Ancora oggi gli interventi sono simili a quelli di un tempo: occorre concatenare le murature con elementi lignei o metallici in grado di sopportare gli sforzi di flessione e taglio che comunemente la muratura non è in grado di accollarsi. Per quanto riguarda gli interventi con catene, consultare i prossimi paragrafi.

Le aperture e gli infissi

Il degrado delle aperture può essere dovuto a:

- dissesti e deterioramenti legati a difetti intrinseci (uso di materiali scadenti e sottodimensionamento degli elementi strutturali);
- dissesti dovuti a cause esterne (cedimenti e lesioni);
- dissesti e deterioramenti dovuti a cattiva manutenzione, difetti degli infissi e delle strutture legate all'apertura (davanzali, architravi, ...) con infiltrazioni e cattivo smaltimento di acqua, obsolescenza fisiologica dei materiali utilizzati.

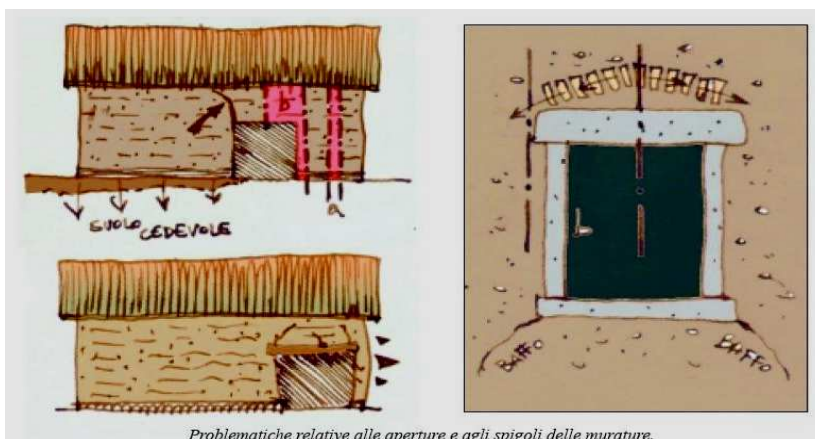
Durante un cedimento, il muro si fessura nel suo punto più vulnerabile, generalmente dov'è più rimarcata l'assenza di materiale: sulle aperture.

Nelle aperture con grandi luci, gli architravi o gli archi possono anche inflettersi, soprattutto se scarsamente ancorati, per cui la fessurazione assume la tipica forma di un arco di scarico (rappresentante dal lato pratico la linea dividente la zona di trazione e di compressione - vedere cubetto rappresentativo della nota 1 alla pagina precedente).

Il rischio di punzonamento della muratura si può spiegare attraverso un esempio. Assunto il porticato raffigurato nel disegno sottostante, notiamo che per una delle "fette" di muratura corrispondenti alla sezione della porzione continua "a", il suolo non sopporta che la parte superiore del muro (se consideriamo solo il contributo della muratura escludendo per comodità il peso della copertura).

Per la sezione della muratura contrassegnata con "b", bisogna aggiungere ai vari pesi verticali la metà dei carichi ripartiti sull'architrave. Se per esempio troviamo un'apertura larga 4 m in una muratura di 0,5 m di spessore, con 2 m di terra al di sopra dell'architrave, il sovraccarico è di circa 4 tonnellate per appoggio, secondo il calcolo: $[2 \text{ t/mc} \times (4 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 0,5 \text{ m})] / 2 = 4 \text{ t}$. Lo stesso fenomeno si applica al livello delle finestre in cui le fessure dovute al punzonamento degli appoggi prendono il nome di "baffi".

Esempio di portico con murature soggette a punzonamento in prossimità delle aperture.



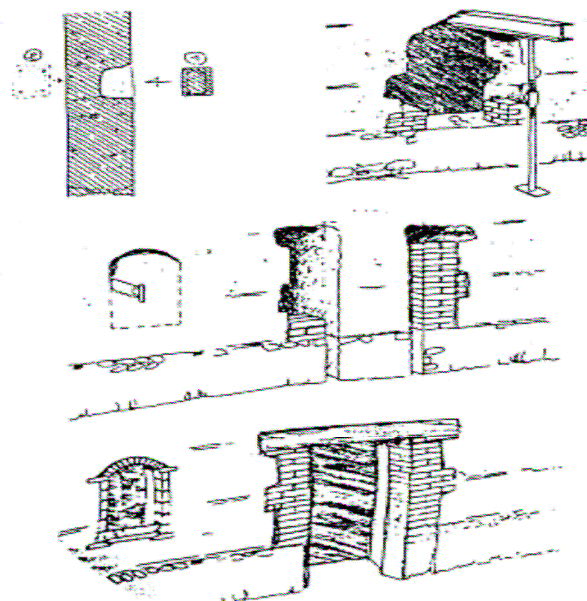
Un intervento spesso necessario per le aperture (e qui si raccomanda possibilmente di conservare almeno il carattere *costruttivo, tecnologico e linguistico* delle stesse, possibilmente utilizzando materiali compatibili con la terra e risparmiando possibilmente inserti di calcestruzzo cementizio...), è quello di ampliare la loro dimensione per adeguarle al nostro moderno modo di abitare. Spesso però si esagera eccedendo nelle dimensioni delle aperture, prodotte in murature che potrebbero soffrire con l'andare del tempo di problemi statici dovuti alla mancanza dei grandi maschi murari demoliti per incuria. Per adattare tali aperture al nostro tipo di vita, è giusto ampliare le vecchie aperture, conservando possibilmente un giusto equilibrio tra valore storico e valore d'uso contemporaneo. Tali aperture il più delle volte si presentano alquanto strette e basse; pertanto, per ottenere la giusta illuminazione e per poter adottare nuovi adeguati serramenti, assumendo forme ed elementi estetici di finitura più vicini ai nostri gusti oltre che a particolari sistemazioni, come p. es. l'adozione di serre esterne vetrate, occorre intervenire sulla muratura. Il buon senso costruttivo consente di creare delle nuove aperture ma ne limita però il numero e soprattutto le dimensioni; l'attenzione va soprattutto posta alle fessure, alla debolezza di certi tipi di terra, al posizionamento delle aperture (da eseguirsi possibilmente lontano dagli angoli del fabbricato). Il pratica occorre accertarsi preliminarmente che la sottrazione di un setto murario resistente non costringa le porzioni residue di muratura a lavorare in condizioni critiche.

Sino a 100 ÷ 120 cm di luce, l'apertura potrebbe essere eseguita senza sostenere la muratura durante l'esecuzione ed è possibile posizionare al di sopra di essa un bell'arco formato con mattoni. L'architrave è comunque preferibile.

L'uso del laterizio, della pietra e del legno come materiali per i sostegni laterali delle aperture, non alterano assolutamente l'estetica dell'edificio. Al massimo, durante la fase di demolizione, può essere inserita una stampella di rinforzo per sicurezza. Al contrario, tutte le aperture di ampie luci necessitano di molte precauzioni e dell'utilizzo di puntellatura con cavalletti (prima fase, da eseguire con la massima cura). Gli architravi, dato il forte spessore del muro, vanno posizionati progressivamente. Il realizzo di archi di scarico in mattoni sovrastanti l'architrave alleggerisce i pesi su quest'ultimo favorendo anche l'estetica globale della facciata.

Le aperture non vanno mai realizzate troppo vicine fra loro perché si verrebbero a creare disagi statici nel maschio murario lasciato troppo esile; l'ideale sarebbe lasciare almeno un setto largo quanto l'apertura, se non di più. Se realizzate, le spalle d'appoggio in muratura devono ospitare almeno 20 cm di architrave da ambo le parti, aumentando tale luce d'appoggio in caso di aperture con grande luce. Infine è necessario proteggere gli appoggi con materiale coibente in modo da evitare il ristagno dell'acqua facilitandone l'allontanamento dalle parti esposte alla pioggia.

Per la nuova apertura occorre:



Processo di formazione delle aperture: mettere in sicurezza il muro con puntelli e operare con una progressiva demolizione previa allocazione di architrave ed eventuali spalle di contenimento.

- puntellare e sostenere la porzione di parete interessata per consentire l'asportazione di una porzione di muro sufficientemente ampia per rendere possibile l'alloggiamento dell'architrave;
- rendere operativo l'architrave;
- rimuovere lateralmente all'apertura la muratura per formare delle spallette in mattoni cotti ammorsati nella muratura di pisé o mattoni crudi;
- creazione del vano;
- rifinitura del vano.

In caso di intervento di ripristino di un'apertura, se gli orizzontamenti (piattabande o archi) e gli stipiti sono costituiti da laterizi, cotti o crudi, si dovrà operare nel seguente modo:

- individuazione e messa a nudo delle parti ammalorate;
- rimozione e conservazione in luogo protetto di eventuali decorazioni (stucchi, ecc.);
- puntellatura;
- scarnitura dei giunti con malte decoese ed eventuale asportazione di laterizi danneggiati;
- risanamento ed eventuale sostituzione dei laterizi ammalorati con altri elementi di fattura simile;
- ripristino dei giunti con malte di calce compatibili con il materiale originario;
- rimozione delle puntellature;
- rifinitura del vano.

Per architravi lignei, dovrà essere accertata l'assenza di lesioni del legno (lesioni, sfibramento, marcescenza), per decidere se optare per una riparazione dell'elemento, integrandolo con inserzioni metalliche o lignee, ovvero decretare la completa rimozione e la sostituzione di tale elemento strutturale.

Vanno comunque del tutto esclusi durante le fasi dell'intervento malte o elementi cementizi.

Per sostituire un architrave si provvederà secondo la seguente sequenza di operazioni:

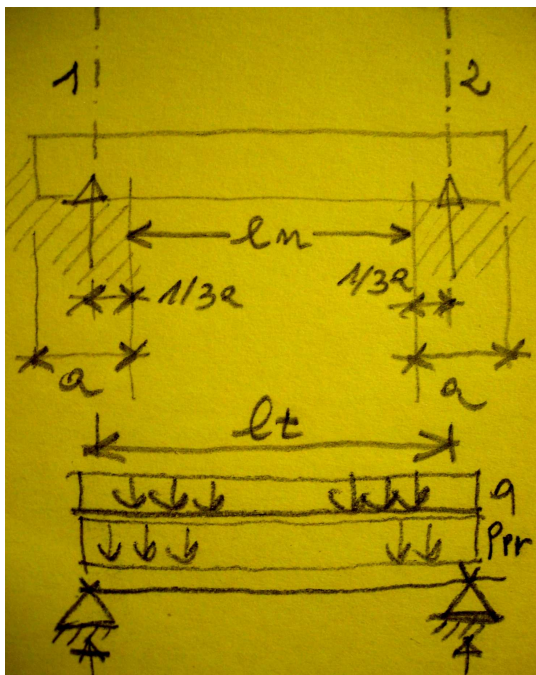
- puntellamento del setto murario sopra l'apertura e degli elementi murari sovrastanti l'architrave;
- rimozione dell'architrave o della porzione deteriorata;
- verifica e riqualificazione dell'appoggio murario;
- posizionamento del nuovo architrave con rintuzzamento degli appoggi con malta appropriata;
- graduale rimozione dei puntelli e rifinitura del vano.

Per quanto riguarda gli infissi ammalorati, essi andrebbero possibilmente recuperati e ripristinati. Nel caso in cui l'infisso fosse deteriorato o inadatto alle nuove esigenze abitative, esso dovrebbe essere sostituito con un nuovo infisso evitando il più possibile telai in PVC, acciaio zincato o alluminio anodizzato. Per una questione di estetica e per riproporre le caratteristiche storiche dell'infisso, nei centri abitati sarebbe opportuno riprodurre finestre e porte simili a quelle rimosse, facendo uso di persiane anziché di tapparelle avvolgibili.

Esempio di calcolo: l'architrave

Innanzitutto, per i poco avvezzi della materia, occorre prendere coscienza del concetto astratto di luce teorica (l_t). La luce teorica è la distanza compresa fra le due rette d'azione (1 e 2 nella figura sottostante) delle reazioni vincolari (in una struttura – in questo caso specifico una trave vincolata su semplici appoggi, dove gli appoggi sono le spalle del muro che sorregge l'architrave – queste reazioni sono forze contrarie con risultante (la somma delle forze) pari a quelle prodotte dai carichi sulla struttura. È cosa ovvia che i carichi soprastanti all'architrave agiscono su di essa con forze

che gravano dall'alto verso il basso per via della forza di gravità; quindi le reazioni vincolari agli appoggi saranno dirette, per contrasto, cioè per conservare l'equilibrio generale, dal basso verso l'altro). Le reazioni vincolari sono fisicamente individuate in un punto ben preciso all'interno della



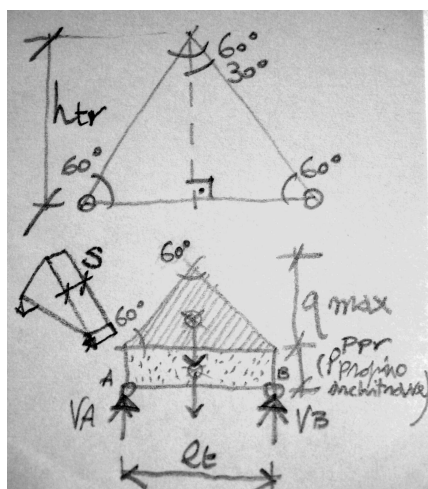
muratura perché le pressioni dell'architrave sull'appoggio forma un diagramma a forma di triangolo rettangolo e dato che il baricentro di questo triangolo è posto a 1/3 della base, risulta che la luce teorica, essendo come già detto la distanza tra le due rette d'azione delle reazioni vincolari, è pari a: luce netta (cioè la distanza tra le due spalle corrispondente pertanto all'apertura reale, l_n) aumentata da ambo le parti di una distanza pari a 1/3 della superficie di appoggio dell'architrave sulla spalla muraria (Lo si vede bene nella figura in alto a sinistra di pagina 92), quindi:

$$l_t = l_n + (2 \times 1/3a) = l_n \times 1,05$$

dove 1,05 è un numero fisso.

Quando si apre una breccia nella muratura le forze che scendono dall'alto cercano di incanalarsi lungo altri percorsi alternativi e quindi, proprio come un torrente in piena, puntando sulle spalle della nuova apertura, secondo un arco di scarico. È un concetto semplice da comprendere, dato che, dopotutto, sulla Terra tutto ha un peso e questo peso è, per l'appunto, causato dalla forza di gravità. Dove viene a mancare un appoggio, perché si viene a creare un vuoto al di sotto, la materia soprastante tenta di restare in equilibrio reggendosi ai lati del foro secondo un arco di scarico, sino a quando non interviene il crollo per via della progressiva perdita di equilibrio dovuto all'ampliarsi del vuoto sottostante.

Pertanto se non proteggiamo la parte soprastante di un'apertura notiamo che, in assenza di architrave, si staccherà una parte di muratura avente forma di triangolo equilatero. Così diremo che il peso che graverà sull'architrave sarà pari al peso di questo triangolo di muratura.



$$h_{\text{triangolo}} = l_t \times \cos 30^\circ = l_t \times \sin 60^\circ = l_t \times \sqrt{3}/2 = l_t \times 0,867$$

Dall'analisi dei carichi si ricava:

$$\begin{aligned} &1800 \text{ Kg/mc (peso specifico terra argillosa)} \times s \text{ (spessore} \\ &\text{muro)} = \dots \text{ Kg/mq} + \\ &30 \text{ Kg/mq (peso dell'intonaco)} \\ \hline &\dots \text{ totale (1)} \end{aligned}$$

s = spessore del muro (serve moltiplicare il peso a metri cubi per lo spessore del muro per trasformare tale quantità in metri quadrati).

Un ulteriore passaggio "dimensionale" ci permette di condensare il carico linearmente sull'asse della trave:

$q = \text{totale (1)} \times h_{tr} = \text{Kg / ml}$ (peso distribuito linearmente su un ipotetico teorico architrave lineare mono-dimensionale di calcolo).

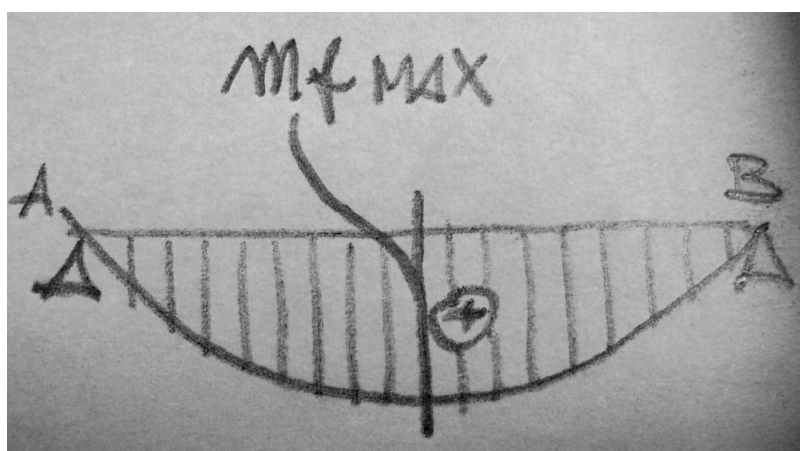
Se voglio utilizzare, per esempio, un profilato in acciaio, scelgo il tipo di IPE o HE da prontuario e, tenuto conto del peso proprio dell'elemento, anche questo tabulato, da sommarsi ai carichi sovrastanti. Qualora scegliessi di affiancare nello spessore del muro due profili, allora devo dimezzare q nel calcolo perché gli elementi diventano due.

Dopodiché si procede a ricavare le reazioni vincolari, V_a e V_b , uguali fra loro:

$$V_a = V_b = [(q \times lt)/2 + P_{pr} \times lt] / 2 \quad (\text{Kg})$$

Parliamo ora di sollecitazioni sulla trave.

La trave sotto l'effetto del peso che le grava in cima tende a inflettersi, in modo minore sugli appoggi e con la massima inflessione nella mezzeria. Il materiale scelto per realizzare l'architrave deve essere in grado di assicurare un'ottima resistenza al momento flettente, riducendo al minimo gli eventuali cedimenti.



Il momento flettente che si crea sulla trave per azione delle forze presenti nel sistema è pari a:

$$V_a \times lt/2 - [(q \times lt/4) \times (lt/2)/3] - [P_{pr} \times lt/2 \times (lt/2)/2] \quad (\text{Kgm})$$

Per ultimo si conduce la verifica per accertarsi che le sollecitazioni interne alla trave e le sollecitazioni della muratura siano minori di quelle consentite per legge, evitando quindi deformazioni superiori a quelle elastiche. Le sollecitazioni a flessione prendono la lettera greca di sigma (σ).

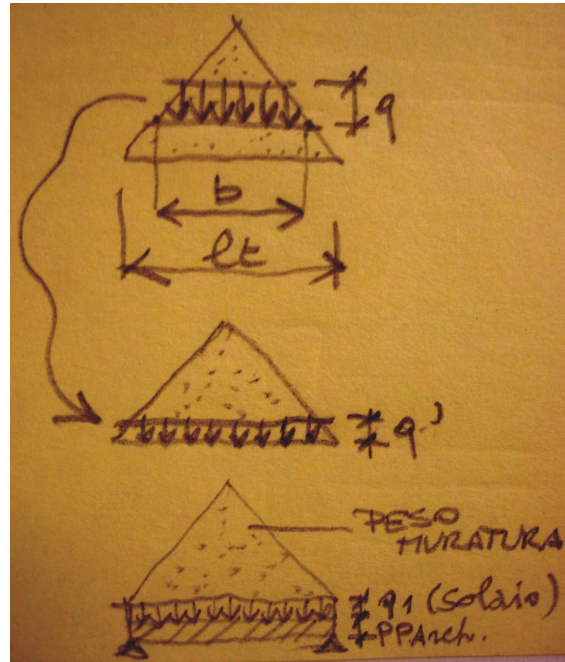
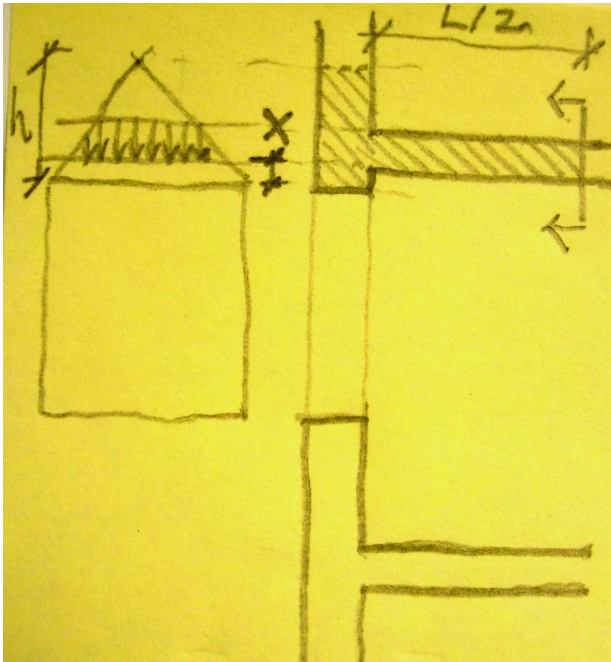
$$\sigma_{\max} = M_{\max}/W \leq \sigma_{\text{materiale}} \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

[Ovviamente avrò prima trasformato il valore del M_{\max} da Kgm a Kgcmq...].

$$\sigma_{\max \text{ appoggio}} = 2 \times (\text{Peso concentrato}/\text{Area}) = 2 \times [V_a / (y \times a)]$$

$$\leq \sigma_{\text{materiale}} \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

Qualora nel carico che grava sull'architrave intervenisse anche un solaio, che rientra nel famoso triangolo equilatero, si dovrà aggiungere il peso di metà luce del solaio. Questo perché aggrava il carico sull'architrave.



Dopo aver effettuato l'analisi dei carichi del solaio e ricavato il carico uniformemente ripartito (q^* in kg/mq), calcolo:

$$P_{portato} = q^* \times L/2_{solaio} \quad (\text{Kg/m})$$

Con la proporzione seguente:

$$b : lt = (h - x) : h$$

ricavo:

$$b = [lt \times (h - x)] / h$$

Non rimane altro che concentrare il carico del solaio (q), distribuendolo sulla lt e ricavando q' :

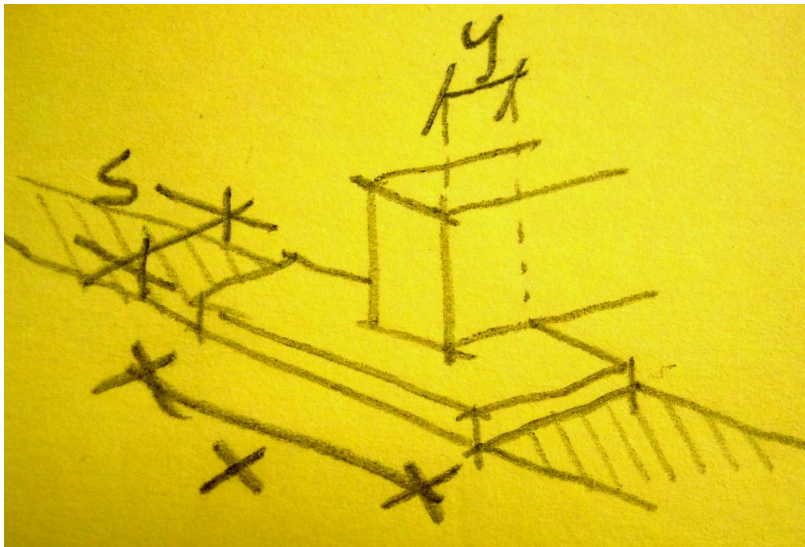
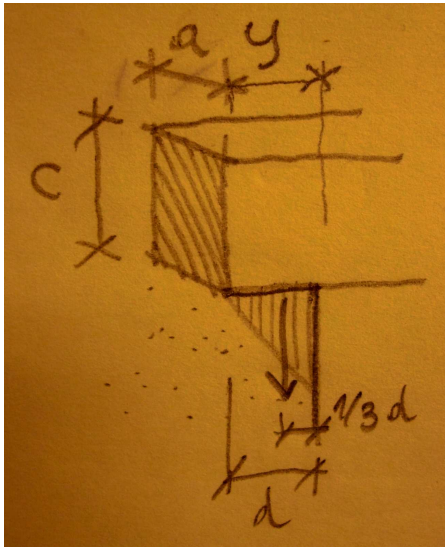
$$(P_{portato} \times b) / lt \quad (\text{Kg/m}).$$

Se volessi stabilire delle dimensioni dell'architrave di base e altezza posso dapprima calcolare il peso concentrato della muratura, così:

$$1800 \text{ Kg/mc} \times s \times h \times \frac{1}{2}$$

e il peso proprio della trave (stabilendo le dimensioni a , c).

$$\sigma_{max} = - [(2 \times Va) / (a \times d)]$$



Se applico un dormiente dovrò ricavare una lunghezza di questi (X) adeguata:

$$X = (2 \times Va) / (S \times \sigma_{max})$$

Si calcolano poi le reazioni vincolari, il momento massimo e si effettua la verifica delle σ_{max} .

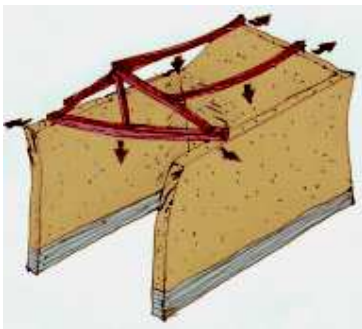
Nota sui porticati

Nell'edilizia vernacolare dei sobborghi alessandrini, il porticato è una conquista recente.

Nel passato anziché usare il porticato, che rende buie le stanze che vi si affacciano, si preferiva la "tópia", cioè il pergolato sul quale veniva fatta rampicare la vite o la vite vergine. Questa scelta permetteva di avere una penombra (e non un'ombra inquietante come quella prodotta dal porticato) nelle stanze durante il periodo estivo e una luce piena durante il periodo invernale, a seguito della caduta del fogliame.

Difficile riprodurre una simile variazione di luminosità con una struttura in legno o, peggio, con una soletta in latero-cemento.

Un'alternativa possibile può essere una copertura vetrata, oscurabile quando necessario tramite tendaggi.



Deformazione della muratura causata dalla carpenteria del tetto.

Danni causati alla muratura dalla carpenteria del tetto

Le spinte trasversali hanno per origine i carichi del tetto, i sovraccarichi climatici (neve e vento), la dilatazione termica, il degrado del legno e le modalità d'assemblaggio. Le discese del carico provocano pressione puntiforme che crea fessure e punzonamento soprattutto nei punti deboli della struttura.

Occorre dunque ripartire questi dannosi carichi per diminuire i rischi. Per contro, un'apertura sotto gli sforzi li accentua ancor più.

Un muro molto lungo può, sotto il peso della carpenteria, deformarsi verso l'esterno formando un ventre. Per cedimento esso si può inflettere verso l'interno formando così delle crepe.

L'irrigidimento della muratura con lesene e con l'uso di catene paiono soluzioni ottimali.