

Interventi sulla fondazione

La fondazione dell'edificio, soprattutto se le murature soprastanti sono realizzate in terra cruda, è un elemento particolarmente delicato.

Tutti conoscono la funzione di una fondazione nell'ambito edilizio; principalmente essa assolve al compito elementare ma fondamentale di scaricare i carichi dell'edificio sul terreno in maniera più o meno distribuita, in base alla natura del terreno e quindi della sua portanza, evitando che l'edificio sprofondi nel sottosuolo.

Abbiamo già visto nelle pagine precedenti le tradizionali tipologie di fondazione negli edifici in terra cruda dell'alessandrino e i materiali costituenti (ciottoli di pietra, mattoni cotti), nonché il loro dimensionamento. Spesso queste fondazioni risultano insufficienti o quasi inesistenti e poco sviluppate fuori terra (20-30 cm). Un tale tipo di fondazione risulta piuttosto limitante circa lo sbarramento all'umidità di risalita; quindi la sottomurazione (la cosiddetta 'rifondazione', come viene comunemente definito il rifacimento della fondazione) è spesso necessaria per eliminare questa fastidiosa insidia, tenuto conto che rispetto ai tempi passati, quando l'aspetto economico era preponderante durante le fasi di costruzione della propria casa, oggi la tecnologia moderna ha apportato soluzioni ottimali senza spese gravose.

La procedura da seguire per effettuare una sottomurazione di consolidamento è la seguente:

- 1- immaginare di suddividere una muratura in settori per intervenire su piccoli cantieri discontinui (cioè non consecutivi) di circa 60-80 cm;
- 2- procedere agli scavi alternati, previo puntellamento per la messa in sicurezza della sovrastruttura e:

- a) rimuovere la vecchia fondazione sino a liberare il piede della muratura per metà spessore del muro in terra soprastante (qualora si possa intervenire da ambo i lati) ovvero per l'intero spessore se l'accesso da un lato risulta precluso, sino al raggiungimento della nuova quota prefissata provvedendo, se necessario, all'allargamento della sezione di scavo ampliando pertanto la sezione della fondazione;

ovvero

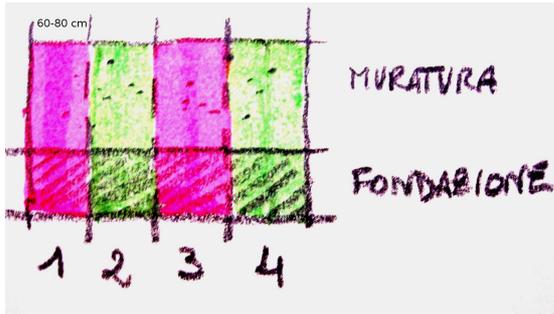
- b) senza rimuovere la vecchia fondazione, optare per il getto di un massetto supplementare in calcestruzzo, fasciante e, quindi, integrante la fondazione esistente, nel quale vengono annegati micropali passanti in legno che si andranno poi a conficcare nel terreno sottostante. Tale tecnica risulta più complessa da attuare e viene utilizzata solo in casi particolari ed estremi, sotto il diretto controllo di un tecnico esperto;

- 3- infine, tenuto conto che lo scavo stesso fungerà da cassaforma, nel caso 2-a) provvedere a:

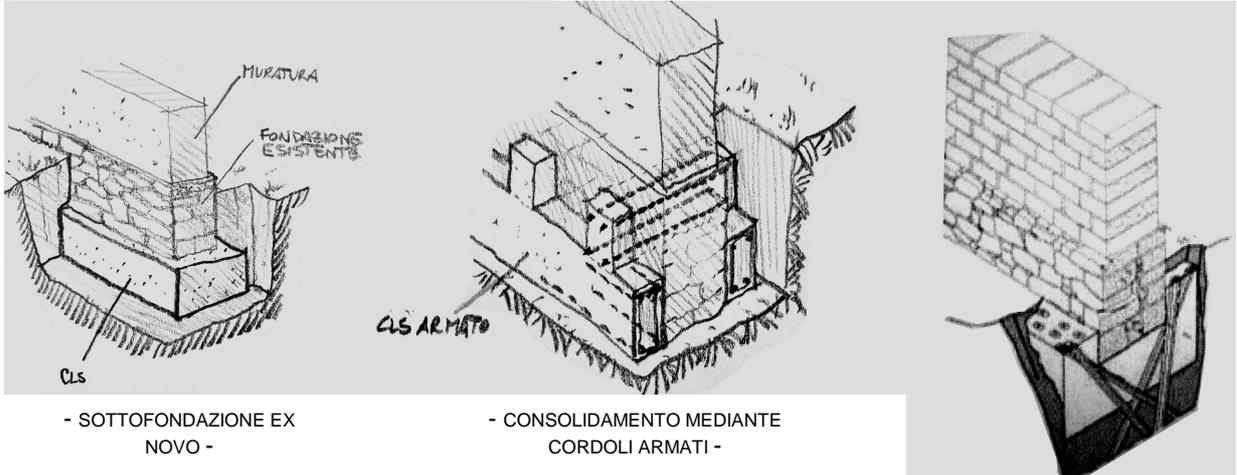
- a) ricostruire con cura la nuova fondazione utilizzando calcestruzzo debolmente armato o armato previa apposizione di una gabbia metallica nella buca oppure, qualora venga deciso di mantenere uno stretto legame con la tradizione, utilizzando mattoni cotti o materiali lapidei uniti con malta, provvedendo a lasciare i necessari ammorsamenti per il tratto contiguo;

ovvero

- b) posare due cordoli in calcestruzzo armato, contenenti ferri filanti uniti con staffe, in fregio ai fili esterno / interno della muratura, collegandoli uno all'altro attraverso cordoli di ammorsamento provvisti anch'essi di almeno quattro ferri posti negli spigoli, passanti per l'intero spessore della muratura e aventi fra loro un interasse rapportato alla dimensione del settore discontinuo sul quale si sta operando.



Suddivisione di una muratura in settori per intervenire su piccoli cantieri discontinui (cioè non consecutivi) di circa 60-80 cm.



- SOTTOFONDAZIONE EX NOVO -

- CONSOLIDAMENTO MEDIANTE CORDOLI ARMATI -

- CONSOLIDAMENTO CON MICROPALI -

Come si opera invece oggi...

È possibile compiere una visita presso un cantiere per verificare cosa accade.



Fondazioni di un muro in terra prima dell'intervento di restauro.



Prima fase: rimozione dei ciottoli di fondazione attraverso scavi alterni di 100 cm lungo tutta la muratura.



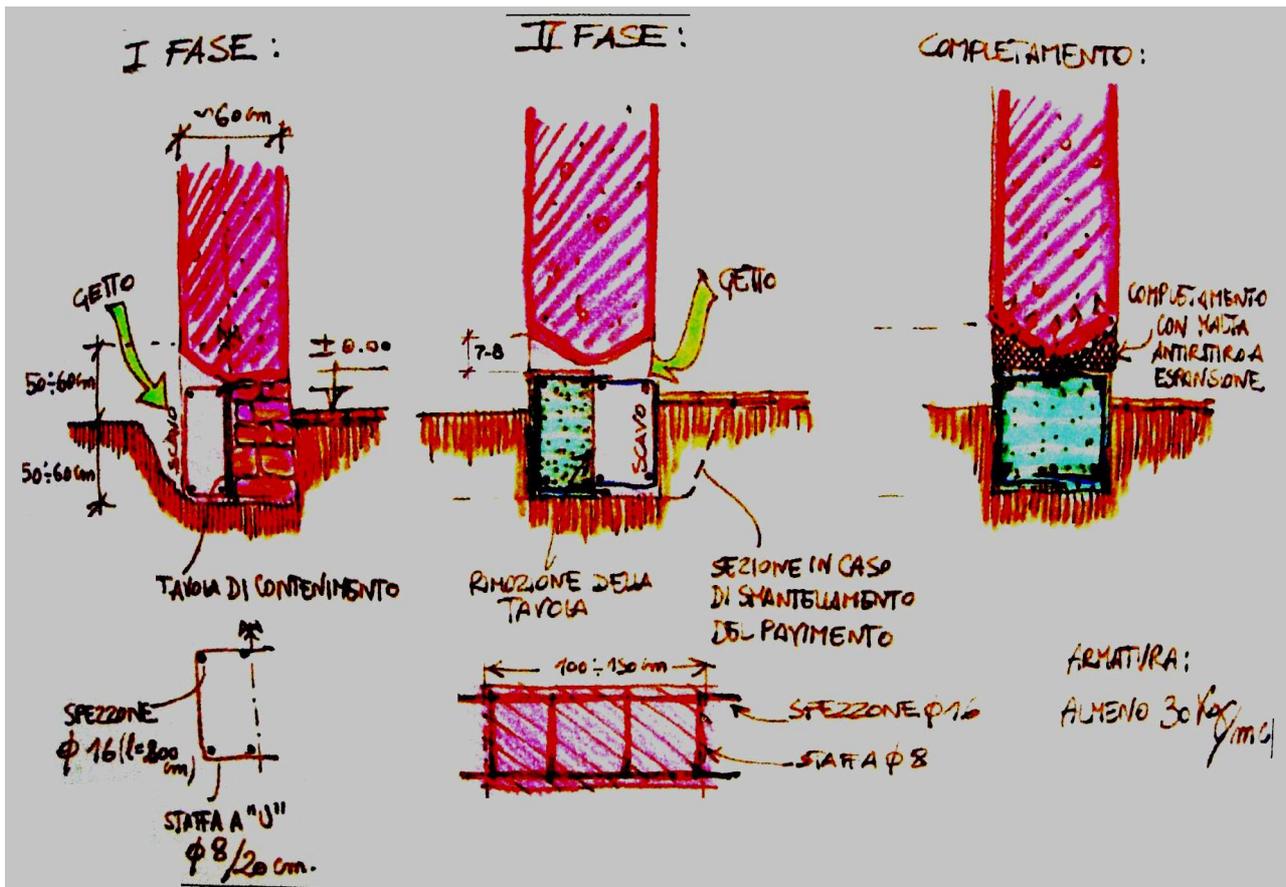
Seconda fase: getto di calcestruzzo, se necessario debolmente armato. Si compie la stessa operazione sui tratti di fondazione non ancora rimossi.



Terza fase: taglio su misura di una guaina impermeabilizzante e successiva posa in opera.

A questo punto può essere posato il discutibile muro di mattoni forati per rivestire il muro preesistente in pisé.

(Si ringrazia l'Impresa Lo Vetere di Mandrogne (AL) per la cortese disponibilità.)



In pratica si rimuove la vecchia fondazione in pietrame, operando in spessore su metà muratura alla volta e la si sostituisce con uno zoccolo in calcestruzzo armato. Quattro ferri filanti percorreranno in lungo negli spigoli il getto, mentre i ferri di ripresa delle staffe lasciati sporgere dal getto della prima metà si andranno a collegare con quelli della seconda metà.

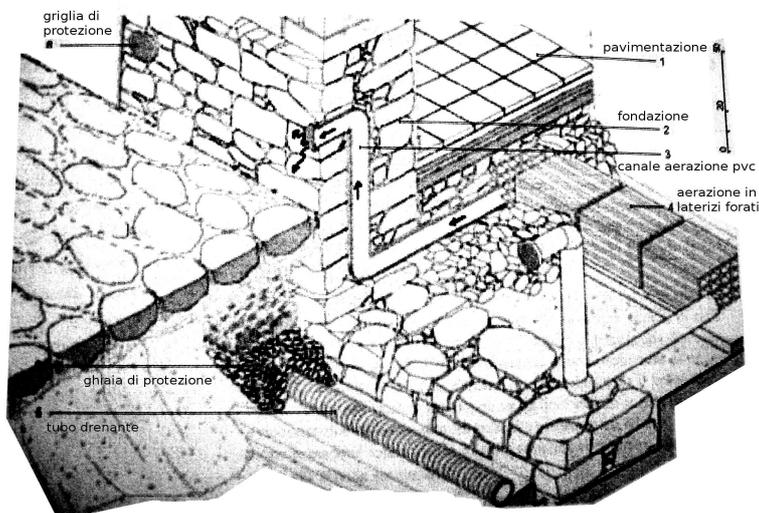
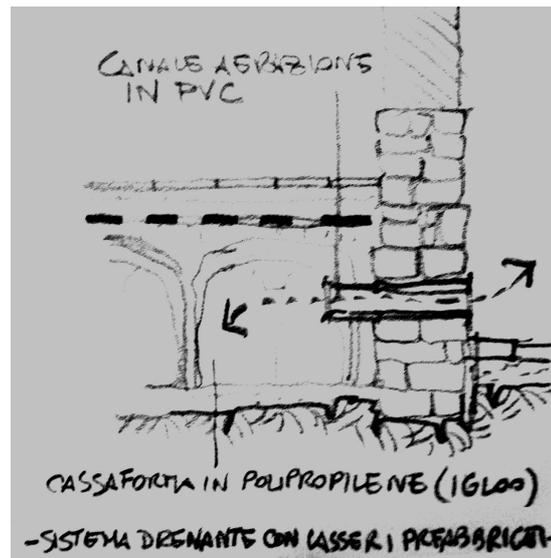
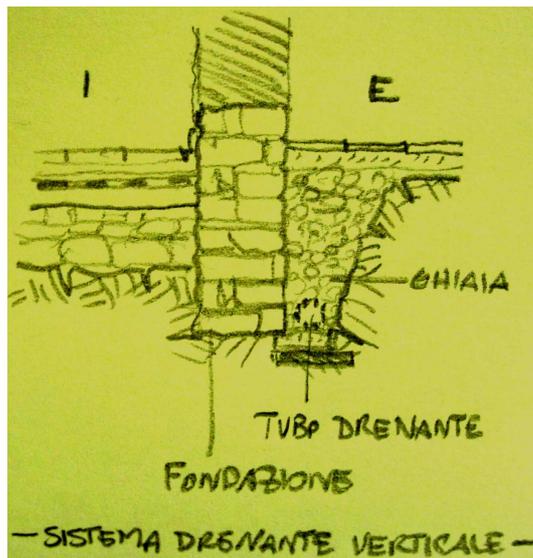
Sistemi di drenaggio, aerazione e vespai

Un intervento consigliato, da attuare unitamente all'intervento sulla fondazione ammalorata a seguito dell'umidità di risalita, consiste nel prendere in esame il sistema di drenaggio/aerazione dell'intero edificio, provvedendo al suo rifacimento.

La creazione di una intercapedine esterna ("scannafosso") dotata di canaletta di scolo oppure di tubo drenante forato, con o senza muro di contenimento a monte, rappresenta una soluzione ottimale per favorire l'allontanamento delle acque meteoriche dalla base della muratura.

Laddove necessario, la realizzazione di un vespaio comporterà:

1. la rimozione del pavimento;
2. lo scavo manuale per rimuovere eventuali riempimenti e costituire il vano per il vespaio;
3. la messa a nudo delle fondazioni procedendo al loro eventuale risanamento;
4. la posa del vespaio del tipo:
 - a) non aerato in ciottolame;
 - b) aerato in pietrame, con canali in laterizi forati realizzati a mano o con appositi tubi drenanti;
 - c) aerato con elementi prefabbricati in pvc (p. es.: cassaforma in polipropilene a igloo), con realizzazione di fori di aerazione nello zoccolo di basamento;
5. spianamento del livello di posa, con massetto in calce e terra.



6. IL DEGRADO E IL RIPRISTINO DEGLI INTONACI

Operazioni di rilievo. Lettura delle alterazioni della superficie muraria

La terra si comporta come un materiale pietroso mediamente poroso, caratterizzato da una omogeneità più o meno grande che, però, non può assimilarsi a quella del materiale “pietra” propriamente detto. Comunque le seguenti indicazioni possono adattarsi al discorso sul crudo.

Il testo di riferimento adottato per esprimere in maniera univoca e comprensibile le alterazioni delle facciate costruite in terra cruda, adottato non solo per la descrizione fenomenologica delle alterazioni ma anche per la metodologia grafica di restituzione su carta, è la *Raccomandazione NORMAL 1/88*, diffusa in Italia dall’Istituto Centrale del Restauro, che ne cura anche la pubblicazione. Si tratta di un fascicolo che ha come oggetto il *Lessico per la descrizione delle alterazioni e degrado macroscopico dei materiali pietrosi*, che è frutto di un lavoro comune di tre gruppi (Biologico, Chimico, Petrografico).

Qui di seguito è riportata la lista delle alterazioni che si manifestano sulla facciata degli edifici, in rispetto alle indicazioni fornite nella pubblicazione citata, con indicazione del numero di retini

Letraset (UNI), trame di spessore 0,2 mm di colore nero, utilizzati per la restituzione grafica della facciata.



Alterazione cromatica (329) - alterazione che si manifesta per la variazione di uno o più parametri che definiscono il colore: tinta, chiarezza, saturazione. Essa può manifestarsi con delle morfologie differenti a seconda delle condizioni e può interessare zone vaste o localizzate.

Alveolizzazione (130) - degrado che si manifesta attraverso la formazione di cavità di forma e dimensioni variabili.

Concrezione (115) - depositi compatti generalmente formati da elementi di estensione limitata, sviluppati di sovente verso una sola direzione, non coincidente con la superficie del materiale. Può prendere talvolta la forma di stalattite o stalagmite.



Crosta (915) - strato superficiale di alterazione del materiale o dei prodotti utilizzati per eventuali trattamenti. Di spessore variabile, è dura o fragile e si distingue dalle parti situate al di sotto di essa per delle caratteristiche morfologiche, di sovente per il suo colore. Essa può staccarsi spontaneamente dal substrato che, in generale, si presenta disaggregato e/o polverulento.

Deformazione (924) - variazione del profilo che concerne tutto lo spessore del materiale e che si manifesta soprattutto sugli elementi in forma di placche.

Degrado differenziale (330) - degrado da mettere in rapporto con l'eterogeneità della composizione o della struttura del materiale.

Deposito superficiale (122) - accumulazione di materiali estranei di natura variabile, come, per esempio, polvere, humus, guano, ...

Disaggregazione (132) - decoesione caratterizzata dal distacco di granuli o cristalli alla minima sollecitazione meccanica.



Scollamento o distacco (121) - soluzione di continuità entro gli strati superiori del materiale, in rapporto al loro sostrato, che annuncia in generale la caduta degli strati intaccati.

Efflorescenze (963) - formazione di sostanze generalmente biancastre (sali) sulla superficie del materiale.

Erosione (122) - perdita di materia della superficie per delle ragioni meccaniche (per abrasione o corrosione), chimiche (per corrosione) o antropiche - relative all'attività umana - (per usura).

Sfogliatura (995) - degrado che si manifesta per il distacco, spesso seguito dalla caduta di uno o più strati superficiali subparalleli tra loro (fogli).

Frattura o fessurazione (punta del pennino: 0,5 mm) - degrado che si manifesta tramite la formazione di soluzioni di continuità nel materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

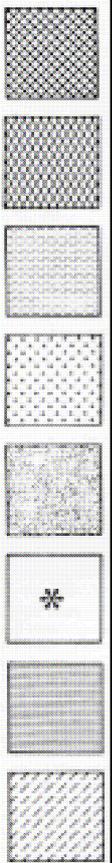


Incrostazione (913) - deposito stratiforme, compatto e generalmente aderente al sostrato, composto da sostanze inorganiche o da strutture di natura biologica.

Lacuna (923) - caduta e perdita di una parte della pittura muraria, con messa in vista di strati di intonaco più profondi o del supporto.

Mancanza (idem 923) - caduta o perdita di parti. Questo termine, generico, si adopera quando questa forma di degrado non può essere descritta dagli altri termini del lessico.

Macchia (923) - alterazione che si manifesta attraverso una pigmentazione accidentale e localizzata, in correlazione con la presenza di materiali estranei al sostrato (per esempio la ruggine, sali di rame, sostanze organiche, pitture).



Patina (928) - alterazione strettamente limitata a modificazioni naturali della superficie non associabili a fenomeni manifesti di degrado e percettibili come una variazione del colore originale del materiale.

Patina biologica (225) - strato fine, molle e omogeneo, aderente alla superficie e di natura biologica evidente, di colore variabile e solitamente verde.

Pellicola (121) - strato superficiale di sostanze coerenti tra loro ed estranee al materiale pietroso. Essa ha uno spessore molto ridotto e può staccarsi dal sostrato che generalmente si presenta intatto.

Pitting (970) - degrado puntiforme che si manifesta con la formazione "astucci ciechi" numerosi e ravvicinati. Queste formazioni hanno una forma fondamentale cilindrica.

Polverizzazione (968) - decoesione che si manifesta con la caduta spontanea di materiali sotto forma di polvere o granuli.

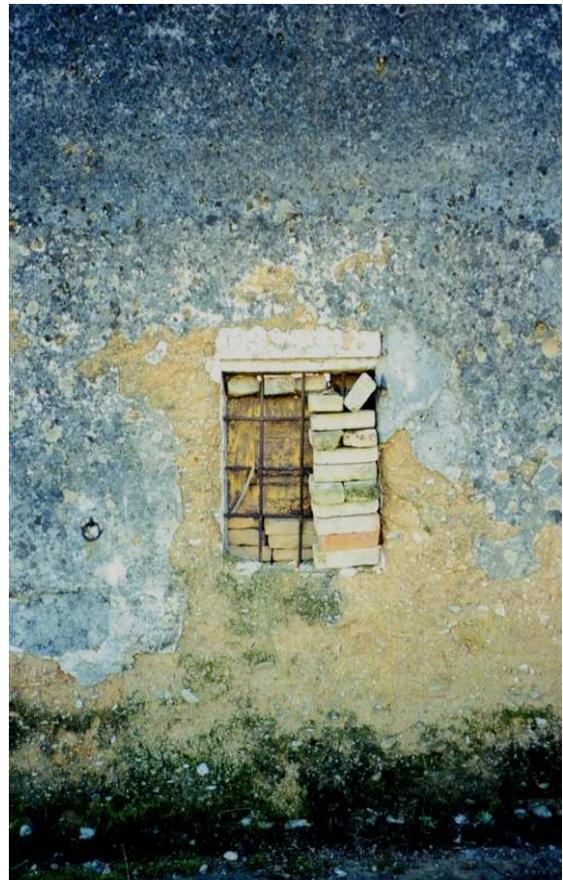
Vegetazione (presenza di -) (R41 - G823) - locuzione impiegata quando ci sono dei licheni, dei muschi e delle piante.

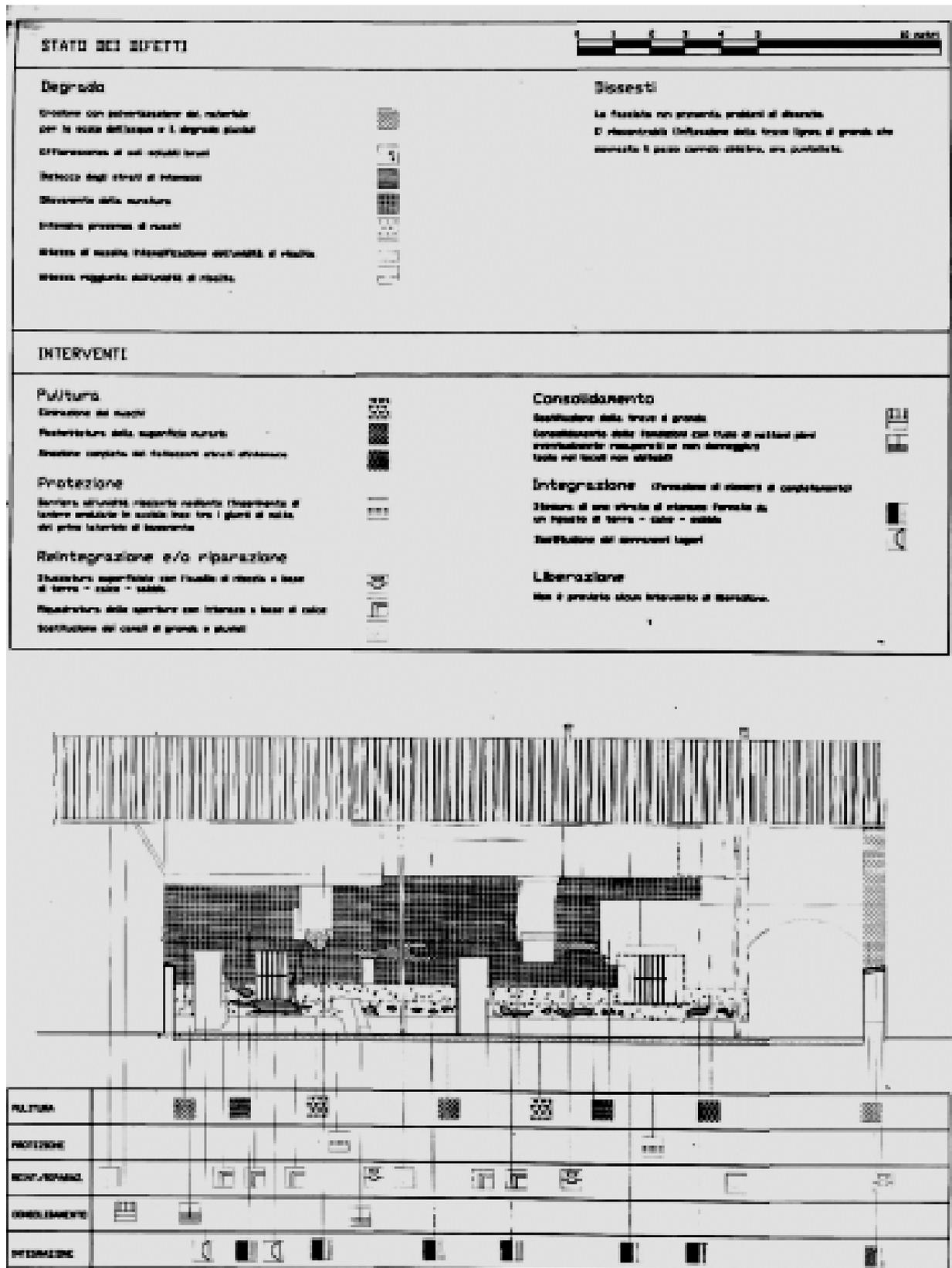
Rigonfiamento o **Gonfiamento** (923) - sollevamento superficiale, di forma e di consistenza variabile.

Scagliatura o **Scrostatura** (331) - degrado che si manifesta attraverso il distacco totale o parziale delle parti (scrostatura o squamatura) in corrispondenza di soluzioni di continuità del materiale originale. Le scaglie (o squame), costituite generalmente da materiali apparentemente inalterati, hanno forma irregolare e spessore consistente e disomogeneo.

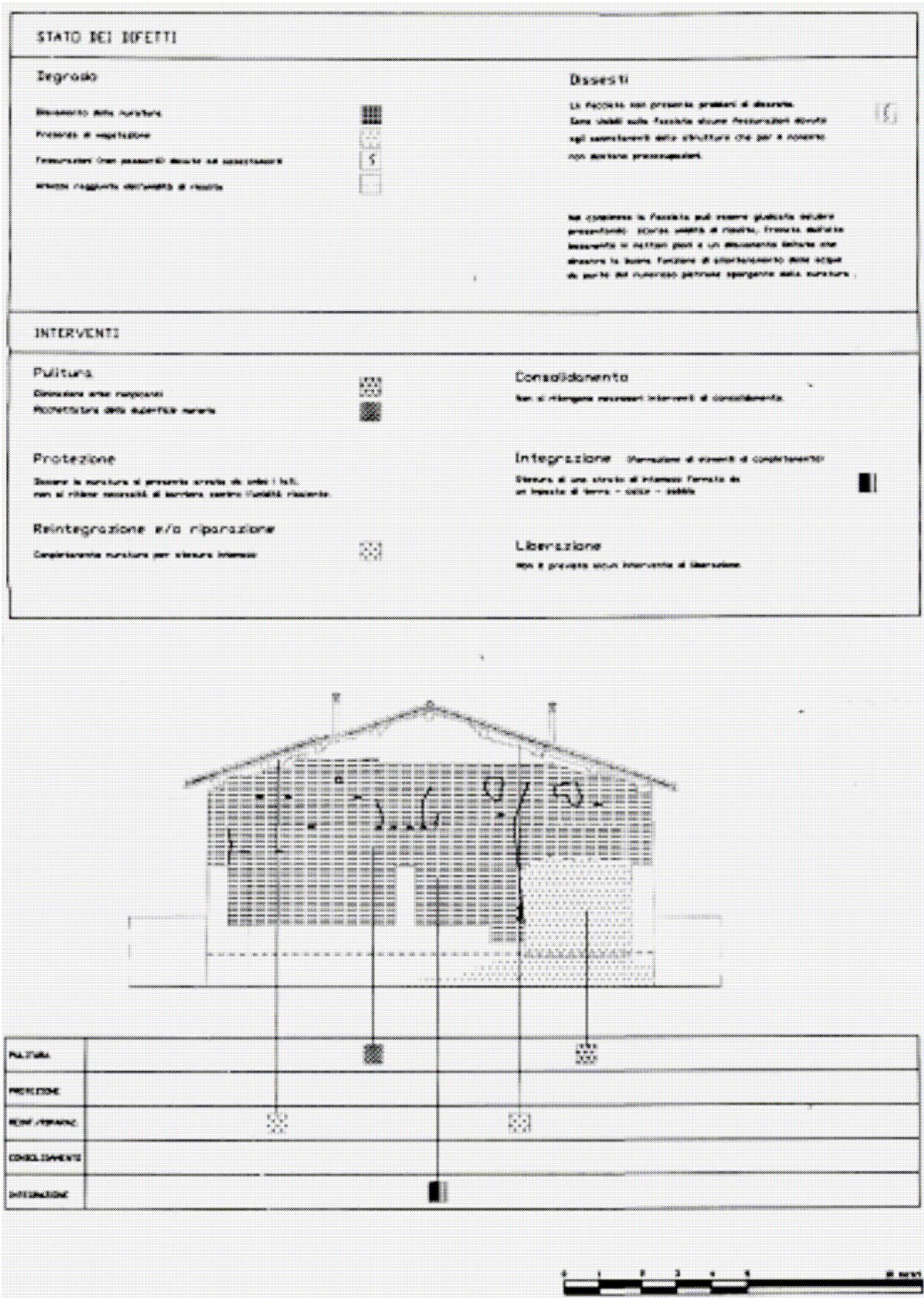
Dopo aver rappresentato graficamente il degrado della facciata utilizzando le simbologie qui sopra raffigurate (oppure creandosi dei propri simboli che però, non essendo 'normalizzati', andrebbero sempre raccolti in una specifica legenda sugli elaborati grafici), si procederà all'individuazione di soluzioni adeguate di restauro. Ecco per esempio come si potrebbe impostare un rilievo dei difetti.

Vecchio intonaco su di una muratura in terra compressa. Nonostante il visibile degrado dovuto all'umidità di risalita, ai muschi e alla sfavorevole esposizione a nord della facciata, questo intonaco, costituito da rinzaffo e arriccio, risulta ancora saldamente ancorato al supporto sottostante.





Progetto di conservazione di fabbricato in pisé a Mandrogne (Fraz. Galade) - Prospetto Nord.



Progetto di conservazione di fabbricato in pisé a Mandrogne (Fraz. Galade) - Prospetto Ovest.

Motivazioni del degrado degli intonaci

Anticamente gli intonaci applicati alle murature presentavano un'altissima componente di terra, cosa che determinava una grande omogeneità materica del paramento murario. Poi si passò all'uso della calce, materiale che comunque ben si sposava con le proprietà fisico-chimiche della terra cruda. Al contrario di oggi, dove ci si dimentica abbastanza facilmente delle ragioni per cui un tempo si sceglievano e si accostavano certi materiali ad altri e i motivi che spingevano i costruttori locali a compiere scelte basate su una tale omogeneità tecnologica, tipologica ed estetica, che i progettisti odierni non tollererebbero e ammetterebbero mai (già sentita la frase: «la mia casa non può assomigliare a quella del mio vicino!»...?). Pertanto si scelgono soluzioni talmente paradossali e curiose (p. es. i rivestimenti paramano con mattoni cotti stampati a mano, sono quelli che al momento spopolano), che ormai paiono più che normali all'occhio del committente profano...

Ciò comporterà, però, che, seguendo tutti la stessa tendenza del momento, nella foga di volersi distinguere a tutti i costi dagli altri, paradossalmente gli edifici si assomiglieranno molto fra loro. Risulta assai difficile estirpare da queste menti l'idea comunemente condivisa dell'utilità di tali interventi. Pensiamo un momento ai centri storici di certi villaggi rurali francesi, inglesi, olandesi, tedeschi... Tutti belli, uguali, vivi; pare quasi che brillino come un diamante sotto la luce solare di quelle latitudini. Eppure una casa non è uguale all'altra! Ma l'impressione in generale è quella che tutte lo siano perché l'occhio è catturato dall'omogeneità dello skyline. Non fanno forse più sognare i turisti e non rendono più felici e rilassati i loro abitanti questo tipo di villaggi piuttosto che i nostri dove, a differenza di un tempo, una casa è totalmente differente dalle altre? Qui si dà sfogo alla fantasia, alla ricerca di invenzioni paradossali e assurde: tettoie di facciata che rendono l'interno buio tutto l'anno, grandi abbaini che non c'entrano nulla con lo stile delle nostre abitazioni, superfetazioni terribilmente *chitc*, in stile pacchiano, privo di buon gusto, vistoso e volgare; per non parlare delle nuove costruzioni, che dal punto di vista funzionale ed estetico nulla hanno a che vedere con la linea squadrata e pulita dell'esistente. Sempre più raramente capita di esclamare con estrema certezza: «In base allo stile qui siamo nella zona di Mandrogne-San Giuliano, qui invece siamo a Casalcermelli, mentre qui siamo sicuramente dalle parti di Solero...», semplicemente perché ormai i nostri sobborghi stanno perdendo i loro connotati, il loro carattere, la loro vera anima.

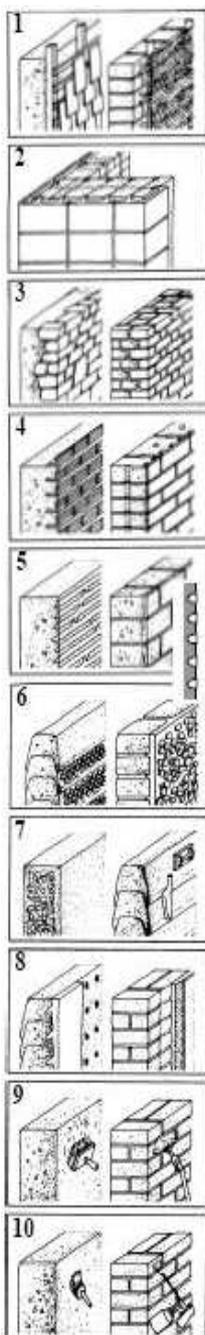
Ritornando al tema principale, la casistica del degrado dell'intonaco copre un ampio spettro, così riassumibile:

- a) per patologie intrinseche e costruttive:
 - patologie umide dovute all'assenza di vespai e al cattivo sistema di drenaggio delle acque nel terreno circostante all'edificio;
 - basamenti sottodimensionati o carenti, aggredibili dall'umidità capillare di risalita;
 - la cattiva qualità degli elementi costitutivi del muro e dell'intonaco i cui componenti e impasto possono facilmente far degenerare il quadro fessurativo di pisé/mattoni e malte a causa del perdurare dell'azione erosiva e dilavante dell'acqua;
- b) per patologie connesse alle successive modificazioni:
 - alterazione del comportamento statico della muratura, imbibizione e dilavamento delle superfici murarie a seguito di pessimi interventi manutentivi o demolitivi;
 - modifiche delle condizioni ambientali (soleggiamento e aerazione) dovute all'addossamento di nuovi edifici all'esistente;
 - modifiche sui materiali costitutivi della parete, con prodotti aventi caratteristiche statiche e termoigrometriche che si discostano da quelle caratteristiche della terra;
- c) patologie dovute a cattiva o inesistente manutenzione:
 - "patologie umide" legate a carente manutenzione degli elementi delicati dell'involucro (intonaco), nei quali producono rigonfiamenti, fessurazioni e distacchi;
 - disagi provocati da rotture o sconnessioni degli elementi costitutivi della copertura dell'edificio che causano difficoltà nello smaltimento delle acque meteoriche, dilavamento, erosione superficiale e profonda, erosione superficiale e profonda, erosioni da ruscellamento;

- alterazione dei materiali per invecchiamento accentuato dalle seguenti concause: presenza di vegetazione infestante, forti escursioni termiche, gelività, igroscopicità.

Lavorare un intonaco a base di terra-sabbia è molto più facile che con altre miscele. L'argilla è facile e gradevole da usare, la sua plasticità le permette di adattarsi alle forme più irregolari, andando a riempire eventuali cavità consentendo anche una notevole varietà di finiture superficiali. Inoltre essendo continuamente lavorabile nel tempo, consente di correggere precedenti errori compiuti in fase di posa: è infatti sufficiente bagnare la superficie dell'intonaco e lisciarla a frattazzo per correggere le precedenti irregolarità. La Terra Cruda è particolarmente adatta al 'fai da te', perché a differenza di altri materiali si presta ad essere lavorata senza alcun pericolo per la salute.

La ricca gamma dei rivestimenti protettivi di facciata adottati nel Mondo



La tradizione offre una vasta gamma di esempi che risulta molto difficile da elencare in maniera organica e dettagliata, soprattutto quando esistono numerose varianti addirittura tra regione e regione. Se poi si allarga l'analisi anche agli intonaci e alle pitture, allora si entra in un campo di ricerca vastissimo, tutt'altro che concluso. Risulta quindi penalizzante ridurre questo discorso in poche pagine e pertanto ci si limiterà a introdurre il tema, offrendo uno spunto al lettore per ulteriori approfondimenti da compiersi in altra sede.

Differenti tipologie di rivestimenti

1) Elementi di rivestimento applicati a supporti - i materiali di rivestimento (es.: sciaveri di legno, tavole in legno, assicelle di legno, fibre vegetali intrecciate, tegole, elementi in fibrocemento, lamiera, materiali per l'isolamento esterno, ecc.) sono fissati a strutture secondarie (in legno o metalliche), applicate alla muratura, aderenti o mantenute a una certa distanza per favorire l'aerazione della superficie muraria.

2) Lastre - murature in blocchi di terra rivestite in lastre prefabbricate in calcestruzzo sono state utilizzate in Germania durante gli Anni '20 del XX secolo.

3) Elementi di paramento (carapace) - già in Mesopotamia venivano posati alla muratura fresca dei con di ceramica verniciata come paramento al muro. L'evoluzione del sistema porta all'utilizzo di ciottoli o mattoni cotti, come avviene nei paesi orientali e asiatici. La "corazza" è predisposta durante la battitura del pisé direttamente nel cassero o applicata in seguito. Si possono addirittura creare murature miste fatte di questi materiali anche se la resistenza omogenea non è del tutto assicurata. Questo sistema è comunque da evitare nelle zone sismiche.

4) Pianelle - si tratta di elementi laterizi piatti o a "L" posati durante la battitura del pisé (procedimento tedesco) o inclusi durante la formazione dei blocchi di terra (metodo dell'EPFL di Losanna).

5) Stabilizzazione della facciata (bicouches) - realizzata sul pisé, può essere integrale o parziale con malta di calce. Uno strato di 2 cm di malta è inserita tra la cassaforma esterna e la terra costipata. Intrappolata nella massa, la malta fa presa con la terra fornendo una buona resistenza. Volendo, una volta terminate le operazioni di disarmo, è possibile ultimare la facciata con uno strato di latte di calce oppure è possibile rivestire la facciata con un intonaco che rimanga però compreso tra i vari corsi di calce, usati come allineamento del regolo per la spianatura dell'intonaco, così da lasciarli a vista una volta terminata la stesura dell'intonaco. La stabilizzazione è sviluppata anche nell'ambiente dei blocchi di terra (Burundi, 1952 e EIER a Ouagadougou): risultati eccellenti ma lenti nell'esecuzione. La stabilizzazione non supera i 2 ÷ 3 cm di spessore.

6) Incrostazione - sassi, ciottoli, schegge di pietra o di laterizio, tessere di ceramica colorata, conchiglie, tappi di bottiglia (Messico), coperchi di barattolo (Khartoum) e fondi di bottiglia fanno parte del bizzarro bagaglio edilizio-culturale frutto della fervida fantasia popolare sviluppatasi attraverso i secoli. Il procedimento della posa in opera può apparire macchinoso o addirittura ossessionante e sfrutta una tale moltitudine di elementi che solo le pareti più esposte agli elementi atmosferici vengono incrostate.

7) **Trattamento della superficie** - il paramento esposto è accuratamente trattato. Sul pisé francese si realizza un “fior di pisé”: la facciata esterna è ben costipata con il mazzapicchio con una terra molto fine. Questa può essere rifinita con una battola in legno da muratore (Marocco). Anche sul bauge del Yemen si utilizza tale tecnica. Si può lisciare la superficie anche con un rullo o con fratazzo. Questa operazione limita la porosità della terra in maniera efficace ma bisogna evitarla se si conta di realizzare un intonaco.

8) **Intonaci** - possono essere realizzati in terra, in terra e sabbia, in terra stabilizzata o in malta a base di sabbia e legante idraulico (calce - più raccomandata - o cemento) o con altri materiali (bitume, resine, ecc.). Possono essere monostrato, spesso o sottile, oppure multistrato, con un’aderenza migliore ma con tempi più lunghi di realizzazione.

9) **Pitture** - trattasi di boiacca di cemento o di calce applicata per mezzo di un pennello su delle pareti convenientemente preparate e idratate. Può essere anche una applicazione di bitume “cut-back¹⁾” liquido. Queste pitture si possono stendere anche con l’ausilio di pistole.

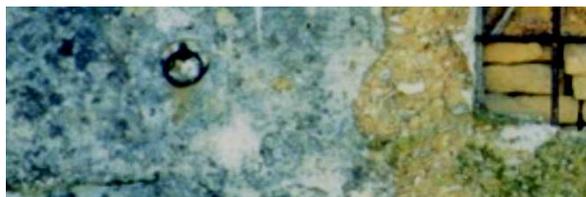
10) **Impregnanti** - si impregna la terra con prodotti naturali (olio di lino) o chimici (silicone) che conferiscono certe proprietà al muro: impermeabilizzazione, fissaggio dei piccoli granuli e delle polveri, indurimento del paramento esposto, colorazione, ecc. Gli impregnanti sono distribuiti con la spazzola o per aspersione (spruzzatura).

¹⁾ **Cut-back** - Consiste nella fluidificazione dei blocchi di bitume, per ottenerne un materiale sufficientemente plastico, mediante impasto con diluenti volatili quali petrolio o creosoto che evaporando, dopo la posa, ne agevolano l’essiccazione.

Esperienze di indagine sui trattamenti chimici di superficie, ottenuti con l’uso dell’etilsilicato o silicato di etile (tetraetil ortosilicato), sono state condotte dal Prof. Giacomo Chiari del Dipartimento di Scienze della Terra all’Università di Torino sul finire degli anni Ottanta del XX secolo. I risultati ottenuti circa il consolidamento di facciata sono apprezzabili ma occorre ricordare che questo composto siliconico richiede ugualmente periodici controlli e soprattutto limita la traspirazione della muratura innescando reazioni chimiche irreversibili che compromettono la facciata.

Non potendo compiere ulteriori approfondimenti, per i nostri fini è possibile condensare il discorso trattando esclusivamente due sole categorie, già di per sé ampie:

- A) - intonaci senza terra;
- B) - intonaci a base di terra.



A) Componenti per intonaci senza terra

1 - Calce aerea

Si tratta di una tecnica antica presente in numerosi Paesi ed è considerata all’unanimità la migliore. Con quella idrata, in polvere o in pasta, si ottengono i migliori risultati. L’indurimento avviene lentamente, tramite la carbonizzazione per mezzo dell’anidride carbonica; per tale motivo questo rivestimento è più sensibile alle condizioni atmosferiche (gelo e caldo torrido). In certi Paesi del Mondo, tramite l’utilizzo di additivi alquanto curiosi è possibile migliorare la qualità dell’impasto (sangue di bue fresco per migliorare le difese contro l’acqua; saponi naturali e giallo d’uovo per rendere più lavorabile la malta facilitandone l’impastatura, la stesura e la levigatura; melassa per facilitare l’indurimento). Dove la calce aerea è più facilmente attaccabile dagli agenti atmosferici è possibile aggiungere all’impasto un poco di calce idraulica o cemento in piccole dosi. Esistono tabulati (quello sotto riportato è stato editato da CraTerre) che raccolgono alcuni dosaggi frutto dell’esperienza, per intonaci multistrato a base di calce aerea più sabbia e intonaco bastardo a base di calce, cemento e sabbia:

	calce	cemento	sabbia
1° strato	1	-	1-2
2° strato	1	-	2,5-3
3° strato	1	-	3,5-4
<i>oppure</i>			
1° strato	2	1	3-4
2° strato	2	1	6
3° strato	2	1	8

2 - Calce idraulica

Le calce idrauliche naturali, a dispetto di quelle artificiali, presentano le stesse qualità della calce più la particolarità dell’indurimento a presa rapida in presenza di acqua. Questo vantaggio riduce la

sensibilità all'umidità e al gelo dell'intonaco giovane. Le calce artificiali si avvicinano più al cemento e il loro uso deve essere evitato a patto che il dosaggio di calce resti debole e compreso nel seguente limite: 1 parte di calce per 5-10 parti di sabbia.

3 - Cemento

Le malte a base di cemento sono troppo rigide e difettano nella aderenza al materiale di supporto, la terra. Fessurazioni, bolle, sollevamento e distacco di parti del rivestimento sono gli effetti più comuni ed evidenti. Il cemento va sconsigliato o usato di ripiego in dosi di 1 : 5-10 parti di sabbia. È preferibile comunque aggiungere un po' di calce nell'ordine di 1:1 o 1:2, se possibile. Tale tipo di intonaco va applicato però su di una rete elettrosaldata che, sebbene riduce le fessurazioni, non migliora l'aderenza al supporto murario.

4 - Gesso

Questo rivestimento risulta più compatibile ad uso interno piuttosto che esterno. Solo in regioni climatiche secche è accettabile come rivestimento esterno. L'aderenza del gesso alla parete può essere migliorata se la muratura è stata trattata in precedenza con una mano di calce (o di cemento) diluita in acqua. All'esterno, al gesso può essere aggiunta della calce aerea che aumenta l'indurimento e migliora la resistenza all'acqua. L'intonaco può essere realizzato in due strati, con una parte di gesso aggiunta a 0,10-0,15 parti di calce aerea e 0,75-1 parti di sabbia per il primo strato, con la medesima composizione di legante ma senza sabbia per il secondo strato. Un'impermeabilizzazione della superficie a base di fluosilicato (o fluorosilicato), applicata dopo qualche giorno, è auspicabile. È noto il consiglio di evitare il contatto di metalli con il gesso perché, a seguito di reazione chimica, lo macchiano.

5 - Pozzolana

Aggiunta alla calce, la pozzolana, che contiene abbastanza silice, fornisce un composto analogo al cemento portland. Gli intonaci a base di pozzolana sono molto più flessibili rispetto a quelli in cemento. Essi sono di sovente impiegati nella rifinitura delle coperture, piane o voltate, realizzate in laterizi.

6 - Gomma arabica

Aggiunta alla terra o meglio alla sabbia, la gomma arabica crea un buon rivestimento protettivo, duro, che non si fessura e aderisce bene al muro di terra. Questo prodotto però non resiste all'acqua e va utilizzato internamente. Le tinte pastello ottenute vanno dall'ocra al rosso. La gomma arabica è però un materiale costoso. Questo prodotto è particolarmente utilizzato in Sudan e non da noi.

7 - Resina

Allo stato attuale di conoscenza, l'uso di resine, leganti organici e sostanze minerali diverse devono limitarsi a un trattamento di rifinitura superficiale degli intonaci sopra menzionati.

8 - Intonaci «pronti all'uso» (prodotti commerciali)

Questi intonaci sono confezionati a partire da una malta secca additivata con leganti minerali. Sono prodotti usati in monostrato su altri supporti, diversi dalla terra, ma potrebbero essere utilizzati anche in questo caso, solo dopo un'adeguata preparazione del supporto. Il loro utilizzo esige una competenza tecnica e una sperimentazione sistematica e rigorosa. Il rischio è la fessurazione.

9 - Rivestimenti plastici

Impediscono la conservazione dell'aspetto estetico del supporto murario sottostante. È sconsigliato l'uso di questi materiali in quanto riducono sensibilmente la permeabilità al vapore acqueo e la traspirazione della terra aumentando i rischi di formazione di bolle sulla facciata in terra.

B) Componenti per intonaci a base di terra

1 - Terra

Sebbene la terra può costituire un eccellente intonaco, non potrà mai essere, in climi umidi e piovosi, un intonaco di prima qualità, senza essere migliorato con stabilizzanti. Gli intonaci di terra sono diffusi in molte regioni del mondo e il loro aspetto, esteticamente parlando, è molto piacevole a vedersi grazie all'ampia gamma cromatica delle terre utilizzate. Questi intonaci possiedono una perfetta aderenza al supporto murario ma peccano di un'eccessiva facilità a lasciarsi erodere dagli agenti atmosferici, anche se è possibile rimpiazzarli nuovamente in maniera del tutto economica. Una semplice impregnazione attraverso uno spruzzo o una pennellata di prodotti naturali può considerevolmente migliorare le capacità di resistere all'acqua di questo fragile intonaco. L'utilizzo va fatto previo asporto, tramite vagliatura, della pezzatura superiore ai 0,2 cm e si preferisce la terra argillosa-sabbiosa nelle dosi di: 1 parte di argilla per 2-3 parti di sabbia. Queste quantità sono stabilite da prove preliminari che devono ridurre le screpolature superficiali formate dopo alcuni giorni dalla stesura dell'intonaco. Dell'argilla è nota la forte igroscopicità che si dimostra una lama a doppio taglio (permette la traspirazione ma facilita il rigonfiamento), nonché l'elevato grado di ritiro; sarebbero quindi da preferire come qualità le argille di tipo caolino. Le argille laterizie invece creano degli intonaci, oltre che accettabili, anche di elevato pregio cromatico, possedendo infatti colori che variano dall'ocra al rosso. È comunque la fessurazione a rimanere il principale difetto dell'intonaco a base di terra. L'acqua migliore da utilizzare per l'impasto è quella piovana perché, essendo pressoché distillata, è in grado di innescare più facilmente le reazioni chimiche benefiche per la preparazione dell'intonaco, rendendo l'argilla più collante. Si può anche usare meno acqua e ottenere un miscuglio disperso molto omogeneo e meno soggetto al ritiro. Altri miglioramenti sono possibili aggiungendo all'acqua dei deflocculanti o agenti dispersori.

I principali deflocculanti sono: la soda, il silicato di sodio (entrambi da aggiungere in proporzione di $0,1 \div 0,4\%$ rispetto l'argilla), l'acido tannico, l'urina di cavallo (ottimo surrogato all'acqua) e l'acido umico.

2 - Fibre

Hanno un po' il compito di armatura (o rinforzo) nell'impasto argilloso e possono essere classificate in tre tipi: *vegetali*: paglia di frumento, di orzo, di orzo precoce, di riso, di miglio; *animali*: crine d'animali vari; *artificiali*: fibre di polipropilene. Il dosaggio corrente di fibre all'interno del miscuglio è nell'ordine di 20-30 kg per m³ di terra. Queste fibre, costituite da trefoli o fili, sono tagliate in parti molto corte. Anche lo strato di rifinitura può essere ugualmente additivato con fibre che gli donano una *texture* gradevole ma che trattengono molta polvere. Possono comunque essere assunte fibre leggere e fini come truciolati finemente tritati o segatura di legno. Gli sfridi della lavorazione del legno (= prodotti di scarto) devono comunque essere prima mineralizzati tramite un'immersione nel latte di calce o cemento che ne facilitano la macerazione.

3 - Stabilizzazione

Tutti i prodotti utilizzati come stabilizzanti nella massa della terra possono essere utilizzati anche per confezionare l'intonaco.

- Cemento

Per la stabilizzazione il cemento è efficace solo se la terra è molto sabbiosa, con dosaggi che possono variare dal 2 al 15% di cemento a seconda del grado di stabilizzazione che occorre ottenere. Gli intonaci stabilizzati con cemento devono di preferenza essere applicati a supporti già stabilizzati. È possibile inoltre aggiungere dal 2 al 4% di bitume; questa miscela così ottenuta offusca lievemente l'intonaco pur senza denaturare la tinta, migliora sensibilmente la resistenza alle intemperie.

- Calce

Nella stabilizzazione la calce non è veramente efficace se la terra non è abbastanza argillosa e se vengono utilizzati dosaggi inferiori al 10% di calce. Per l'intonaco stabilizzato a calce deve preferirsi un supporto murario anch'esso già stabilizzato. Pare che l'aggiunta di urina animale o escrementi animali (un componente certamente poco adatto alle nostre latitudini!) può accrescere la qualità dell'intonaco in maniera sorprendente (minor ritiro, maggior durata e buona permeabilità); purtroppo tali additivi comportano degli svantaggi soprattutto legati al forte odore di ammoniaca che la miscela può emanare per un certo periodo di tempo.

- Bitume

Le terre stabilizzate con bitume non sono né troppo argillose né troppo sabbiose e polverulente. La quantità di bitume varia dal 2 al 6%. Sono generalmente dei "cut-back" che si fanno cuocere a temperatura non superiore ai 100° C. In caso di impiego di emulsioni bituminose, il miscuglio deve essere lavorato lentamente per non creare rotture dell'emulsione. La preparazione dello stabilizzante può consistere in un miscuglio di quattro parti di bitume aggiunte a una parte di olio di kerosene, scaldato e additivato di cera paraffina nella quantità dell'1%. L'olio di kerosene può essere surrogato con creosoto di carbone fossile. Questo miscuglio può essere rimpiazzato da 4,5 parti di cut-back o da 3,5 parti di emulsione bituminosa. La stabilizzazione al bitume per la realizzazione di intonaci è particolarmente efficace su una terra impastata con paglia comprensiva di escrementi animali. Il bitume non è aggiunto che alla fine, due o tre ore prima dell'applicazione dell'intonaco. Un miscuglio di asfalto, di gomma arabica e di soda caustica in soluzione è altrettanto efficace. Il supporto deve essere ben preparato, spazzolato e umidificato.

Possono ottenersi eccellenti risultati con questo genere d'intonaco già utilizzato in India.

Possibilmente da evitarsi nella nostra zona, soprattutto perché peccheremmo di manualità.

- S. naturali

Sono di sovente impiegati, per tradizione, in parecchi Paesi del mondo. La loro efficacia è variabile: agiscono più come dei rallentatori al degrado del materiale senza assicurare per tanto la perennità dell'intonaco. Gli stabilizzanti classici sono: il succo di cactus (agave o opuntia); il burro di karité fuso e spesso unito alla gomma arabica; il succo di gambo di banano reso in poltiglia; una pasta ottenuta dalla bollitura di 15 litri di farina di segale in 220 litri di acqua poi aggiunta alla terra; lo sterco di vacca o di cavallo (1 parte per 1 di argilla e 5-15 parti di sabbia); la gomma arabica, che forma con l'acqua un collante; linfa dei frutti di acacia scorpioide (gonakié) bollita in acqua con l'aggiunta di qualche pietra di limonite (sotto specie di laterite) che produce un tannino idrofugo (= impermeabile all'acqua) abbastanza efficace; lattice di euforbia precipitato con calce, un prodotto in succo, ottenuto per decotto della polvere dei frutti con l'aggiunta di terra da stendere a velo sullo strato di intonaco in terra già stabilizzata con questo prodotto; il sapone di peulh, sorta di caseina diluita in acqua e battuta come una pasta.

Altri prodotti naturali sono stati testati nei Paesi africani per migliorare l'intonaco. Ad esempio l'olio di kapok, ottenuto per torrefazione dei grani di kapok (o capoc) sotto forma di polvere concentrata in lipidi. La polvere è poi diluita in acqua bollente per molte ore. Il miscuglio con la terra è realizzato a secco e infine si aggiunge l'acqua per l'impastatura. Il muro intonacato va cosparso con due strati di olio di kapok. Il palmitato di calcio, ottenuto a partire da un miscuglio di calce grassa e acido palmitico, prodotto da una reazione dell'HCl su una soluzione di sapone indigeno, l'akoto, è diluito in un piccolo volume d'acqua e l'impastatura con la terra si fa con il latte di calce ottenuto (10% del peso del composto). Si è studiato anche l'uso di potassa naturale estratta dalle fosse a tintura o prodotta per infusione di baccelli di carrube o anche di mimosa, che i più ricchi importano dall'Egitto.

Ma esistono numerosi altri tipi di stabilizzanti naturali.

- *S. sintetici*

È molto differente la loro efficacia; per la maggior parte non è ancora giunta una conferma scientifica sulla loro bontà. Essi sono: la cellulosa, l'acetato di polivinile, il cloruro di vinile, gli acrilici, il silicato di soda, l'ammina quaternaria, l'anilina e la bentonite, gli stearati di saponi, le colle di caseina, la paraffina.

Essi possono essere anche composti dei precedenti, eventualmente aggiunti a dei prodotti naturali. Questi intonaci in terra se utilizzati all'interno dell'edificio danno eccellenti risultati. È consigliato di spalmare i punti più deboli della struttura muraria con una malta di sabbia e calce (angoli, vani di porte e finestre, base del muro). All'esterno un solo strato non basta, ne occorrono almeno due o tre di preferenza. È possibile usare un impasto di terra argillosa molto adesiva che si può terminare con una malta calce-sabbia (rapporto di 1:1); un intonaco spesso 1,5 cm. in terra argillosa e sabbia grossa, armato con fibre triturate alla lunghezza di 3 a 5 cm; uno strato di rifinitura in terra argillosa aggiunta di un carico leggero di fibre (pula o lino).

4) Latte di calce steso a veli

Il latte di calce o bianco di calce (*badigeon*), ovvero idrossido di calcio, è ottenuto con calce in sospensione nell'acqua, passato con pennello o con spazzola sul supporto murario in terra.

Nota sull'applicazione, sui svantaggi, sugli vantaggi, sulla preparazione e messa in opera dei leganti

Una pellicola realizzata in latte di calce aerea in sospensione nell'acqua e applicata con pennello è largamente utilizzata da tempi immemorabili in molte regioni. Essa assicura una protezione economica contro gli attacchi della pioggia. L'uso del latte di calce è più appropriato all'interno o su pareti poco esposte, ma è possibile migliorare la sua resistenza, portandone la durata avanti negli anni, con l'uso di additivi.

Gli svantaggi della pellicola in latte di calce sono quelli di essere poco duratura, facilmente dilavabile, necessitare una manutenzione periodica (una o due volte all'anno) soprattutto in climi umidi. L'apporto di additivi migliora sensibilmente questa resistenza; essi sono: gli oli vegetali (p. es.: l'olio di lino, di noce, di ricino, di croton, di canapuccia), le colle, la caseina, i sali più o meno idrati (solfato di zinco, allume di potassa, cloruro di sodio), resine o oleoresine e gomme o gomme resinose solubili in acqua. Un ultimo svantaggio che riguarda la pellicola in latte di calce è l'elevata sensibilità agli urti meccanici e la limitata protezione all'abrasione. I vantaggi del latte di calce sono: i costi contenuti, l'elevata resistenza all'alcalinità così come all'essudazione del bitume (su muri stabilizzati a bitume), il colore chiaro che riflette i raggi solari, la facilità di colorazione con pigmenti naturali (ossidi), la facilità di applicazione senza bisogno di manodopera specializzata, la facilità di manutenzione che ringiovanisce periodicamente la facciata, l'assenza di degradi a seguito dell'invecchiamento della pellicola, favorire e regolare gli scambi idrici tra supporto murario e ambiente, le proprietà antisettiche accertate, l'apporto di luminosità e igiene.

Per quanto riguarda i leganti, i migliori risultati sono ottenuti con la calce aerea estinta in pasta, ricavata a partire da calce viva ad alto rendimento e finemente smorzata. Si può anche impiegare una calce aerea estinta commerciale su riserva che la carbonatazione non sia avanzata. Il tenore di ossidi di calcio e di magnesio non deve essere inferiore all'80% e il tenore di diossido di carbonio non ecceda il 5%. La preparazione è nota: si prepara la pasta parecchi giorni prima della stesura all'interno di recipienti o fosse capienti perché durante l'estinzione della calce viva il volume di materiale si raddoppia; si farà attenzione ai rischi di scottature perché l'estinzione della calce viva produce un forte calore (120-130° C), si preferirà quindi lavorare durante una notte fresca con acqua pulita in quantità necessaria; tutti i pezzi devono essere sbriciolati e la calce ben impastata con l'acqua in modo da ottenere una miscela omogenea alla consistenza desiderata aggiungendo più o meno acqua (dosaggio comune del volume calce-volume acqua: 1:1).

Il latte di calce è applicato su una muratura pulita e non friabile nella quantità di almeno due mani, ma di preferenza anche tre o quattro passaggi di pennello per raggiungere maggiori consistenze (con il pennello per il primo passaggio, con la spazzola o con pittura artistica "alla tirolese" per i

successivi), attendendo 24 ore fra ogni passaggio. L'applicazione si effettua su muro in ombra evitando i periodi freddi o secchi e proteggendo la muratura da eventuali acquazzoni che rischiano di dilavare la pellicola ancora fresca di latte di calce. La stesura in "affresco" è l'ideale per un muro di terra, anche se è un'operazione alquanto delicata; l'applicazione a secco è quindi la più utilizzata e si avrà quindi la premura di inumidire prima il supporto murario preferendo un latte di calce leggero e diluito, senza saturare la terra del muro. Va tenuto conto che gli strati troppo spessi possono scrostarsi. La pellicola deve infine seccare lentamente. Il peso complessivo arrecato alla struttura muraria da questa pellicola protettiva varia nell'ordine di qualche decina di grammi.

Additivi

Uniti al legante ne aumentano le qualità. I seguenti additivi sono tutti compatibili alla calce.

- Olio di lino

Aumenta la resistenza alle variazioni di umidità e favorisce l'aderenza alla muratura. Occorre aggiungere alla pasta prima della stesura.

- Sevo

Trattasi di grasso animale composto da gliceridi: fornisce maggiore flessibilità durante l'applicazione della pellicola e aumenta la resistenza all'acqua e all'aderenza. Dosaggio: circa il 10% di sevo sciolto in peso di calce. Può essere rimpiazzato con dello stearato di calcio in polvere o con olio di lino.

- Latte scremato

Aumenta l'impermeabilità del velo di latte di calce. Va aggiunto prima della stesura, una parte per dieci parti di acqua di preparazione del latte di calce.

- Colla di caseina in polvere ("colla a freddo")

Ha un ruolo di fissativo. L'aggiunta di formalina aumenta la sua resistenza. Sciogliere questa colla in acqua bollente fino a che questa sia molle (2 ore) in ragione di 2,5 kg di colla per 7 litri di acqua.

- Colle animali (p. es.: colla di pelle - collagene/collagene -, colla di ossa)

Migliorano l'aderenza della pellicola.

- Farina di segala

Forma una colla vegetale solubile in acqua calda; necessità l'aggiunta di solfato di zinco come preservativo della pasta. Aumenta la durabilità della superficie e la resistenza all'attrito.

- Allume (solfato doppio di potassio e alluminio idrato)

Di colore bianco, va mescolato tritato e in piccole dosi nell'acqua bollente (1 ora), reso pastoso prima dell'impiego del latte di calce. Aumenta la qualità del lavoro, la durabilità della superficie e la resistenza allo strofinamento del velo di calce.

- Cloruro di sodio (il comune "sale da cucina")

Trattiene l'umidità nello strato di latte di calce facilitando la carbonatazione della calce. Va aggiunto molto tempo prima dell'impiego della pasta, in dissoluzione. Si possono impiegare anche sali calcici o fosfato trisodico (o trisodio fosfato).

- Formaldeide

Aggiunge proprietà antisettiche e stabilizzanti dovute all'urea-formolo. Va disciolta nell'acqua e aggiunta dolcemente all'impasto di calce-colla caseina/trisodio fosfato.

- *Melassa*

Residuo sciropposo della cristallizzazione dello zucchero, va aggiunta in dose di 0,2% del peso di calce. Accelera la carbonizzazione e aumenta la resistenza.

- *Elementi minerali*

Trattasi di fibre inerti o terra caolina.

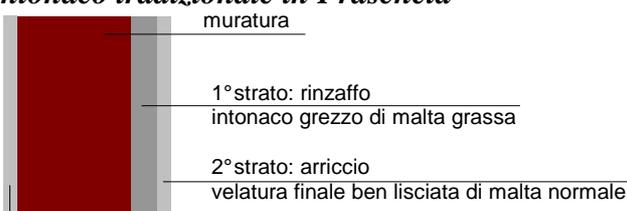
- *Coloranti*

Esclusivamente minerali, in polvere stemperata infusa preliminarmente.

<i>RICETTE PER IL LATTE DI CALCE</i>																	
<i>ogni colonna della tabella rappresenta un diverso tipo di impasto</i>	<i>Calce viva - CaO</i>								<i>Calce spenta - Ca(OH)</i>								
	<i>V1</i>	<i>V2</i>	<i>V3</i>	<i>V4</i>	<i>V5</i>	<i>V6</i>	<i>V7</i>	<i>V8</i>	<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>E4</i>	<i>E5</i>	<i>E6</i>	<i>E7</i>	<i>E8</i>	<i>E9</i>
<i>Calce viva* (kg)</i>	20	20	20	20	20	20	20	20									
<i>Calce estinta* (kg)</i>									25	25	25	25	25	25	25	25	25
<i>Cemento (kg)</i>	2																25
<i>Acqua (l)</i>	40	40	40	40	47	49	50	60	30	30	32	32	40	63	63	65	50
<i>Olio di lino (l)</i>											1					1	
<i>Sego sciolto (kg)</i>					2		1,2										
<i>Latte scremato (l)</i>		6,5															
<i>Caseina (kg)</i>										2,5							
<i>Colla animale (kg)</i>			1,4														
<i>Farina di segala (kg)</i>						0,8											
<i>Allume (kg)</i>				1								0,6		0,6	0,6	0,2	
<i>Cloruro di sodio (kg)</i>	5	0,7				0,8								1,3	2,5		
<i>Solfato di zinco (kg)</i>		0,3															
<i>Fosfato trisodico (kg)</i>										1,5							
<i>Formaldeide (l)</i>										1,9							
<i>Melassa (l)</i>														7,8			
<i>Apprezzamento (D=duratura)</i>		D			D					D				D	D		D

**) Le quantità di riferimento scelte corrispondono sensibilmente a: 20 kg di calce viva = 25 kg di calce aerea.*

L'intonaco tradizionale in Frascheta



Schematizzazione della stesura dell'intonaco a base di calce sulle murature in terra cruda della Frascheta.

Intonaco interno: terra: 3, sabbia grossa:1, scagliola: 1

Tre differenti maniere di trattare le superfici in pisé

- *Intonaco successivo*: applicato a essiccazione effettuata; deve trattarsi di un intonaco traspirante (per esempio: terra e sabbia per interni, calce aerea e sabbia per esterni. No al cemento);
- *Intonaco compresso*: l'impasto con calce viene gettato sulla superficie dei casseri contemporaneamente alla terra e compattato con essa. La connessione intonaco-terra è qui ben assicurata;
- *Pisé con texture a vista*: negli interni se la terra è stata compattata meccanicamente o stabilizzata, eseguendo una pulizia ad aria compressa per rimuovere le polveri. È possibile trattare la superficie per evitare lo sfarinare della strato superficiale della terra con Wasserglass, etilsilicato oppure olio di lino.

[Un doveroso ringraziamento al Dott. Alessandro Crivelli per le preziose informazioni relative ai composti organici e inorganici sopraccitati].

Come si opera invece oggi...

Esempi da non imitare

Per quanto riguarda l'intonacatura delle murature è ormai prassi provvedere nella seguente maniera, che si riporta per dovere di cronaca e assolutamente non come indicazione da considerare, perché la muratura risulterà indebolita sotto il profilo statico.



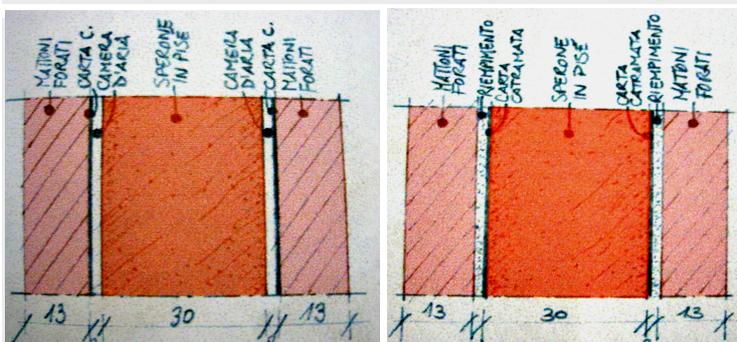
Fase prima: asportazione di uno strato superficiale della muratura in terra battuta.



Fase seconda: innalzamento della cortina muraria in laterizi.



Fase terza: costipamento della intercapedine.



Variante al procedimento di rivestimento murario, senza e con riempimento dell'intercapedine (disegno in alto).



Nelle immagini e s e m p i di applicazione del rivestimento delle pareti perimetrali.



Un salto verso... l'"insignificante": la caratteristica facciata variegata, dai lineamenti vagamente esotici, lascia spazio all'anonima e monotona facciata, intonacata su un irreversibile rivestimento in laterizi.