

# “TERRA E ARGILLA PER COSTRUIRE”

seminario teorico-pratico per autocostruttori  
presso il villaggio ecologico Granara

15-17 luglio 2005

presiedono al seminario:

arcch. Guglielmina Bardiani, Alessandro Ranavolo; Roberto Costa (cultore della materia)

la brochure contiene una relazione su:

- le componenti principali della terra
- analisi delle terre
- intonaci a base di argilla
- terra e paglia alleggerita

## Le principali componenti della terra

Le principali componenti di un terreno sono: sassi, ghiaia, sabbia, limo e argilla; da esse dipendono le caratteristiche del materiale terra.

Sassi e ghiaie sono costituiti dagli stessi elementi delle sabbie, dalle quali si differenziano solo per la dimensione.

Le sabbie

Le sabbie possono essere costituite da elementi silicei, da silicati o calcari.

La dimensione delle sabbie va dai 2 mm. agli 0.06 mm. (>2 mm ghiaia, >15mm sassi), esse non hanno coesione ma svolgono il ruolo di scheletro nelle terre per costruzione; inoltre si caratterizzano per la loro permeabilità e difficoltà ad assorbire l'acqua, a gonfiarsi e ritirarsi.

Il limo

Il limo presenta le stesse caratteristiche fisico-chimiche delle sabbie, con la differenza della dimensione che va da 0,06 mm. a 0,002 mm. ( 2 micron ) e di una maggiore coesione, anche se mantengono una elevata permeabilità che rende le terre limose molto sensibili al gelo. Il contributo del limo alla stabilità di una terra è dovuto alla sua dimensione che ne completa la curva granulometrica ovvero va ad occupare gli interstizi della sua dimensione.

Le argille e i colloidali

Una parte essenziale dei componenti del terreno è costituita dalla frazione argillosa che comprende tutto il materiale minuto costituito da granuli (micelle) le cui dimensione sono inferiori a 2 micron. Ad essa appartengono i colloidali argillosi che hanno la capacità di trattenere altre particelle come i minerali (caratterizzando le terre ), l'acqua (rigonfiandosi) e i gas.

Le argille sono il prodotto del dilavamento di materiale grossolano di minerali rocciosi e più precisamente di minerali di silicati ( feldspati, miche, anfibole, pirosseni... ).

Il ruolo delle argille è quello di legante ovvero di tenere insieme gli inerti di varie dimensione che svolgono il ruolo di scheletro.

Esistono varie famiglie di minerali argillosi che riuniscono una decina di specie, ma esistono tre tipi di argille che troviamo più frequentemente presenti nella terra: la caolinite, l'illite e la montmorillonite. Le illiti interessano i costruttori in terra cruda poiché non presentano la rigidità molecolare delle caolinitite o la notevole capacità di assorbire acqua delle montmorilloniti.

Caratteristiche delle argille

Le argille presentano un grado rilevante di plasticità: impastate con acqua, possono essere trasformate in una massa atta ad essere modellata; questa pasta con l'essiccazione si contrae sensibilmente ed indurisce, ma può riassumere la plasticità se nuovamente bagnata ed impastata. Queste proprietà sono più evidenti e marcate nelle terre più povere di scheletro sabbioso, ossia di detrito meccanico, e più ricche di sostanze argillose; sono i colloidali argillosi che godono della proprietà di rigonfiarsi, assorbendo acqua e dando un idrogel plastico. Le terre più ricche di sostanze argillose sono dette, nella tecnica, grasse, mentre sono chiamate magre quelle più ricche di detrito sabbioso; naturalmente le sabbie più fini ed impalpabili hanno un potere smagrente inferiore a quello delle sabbie più grossolane.

# ANALISI DELLE TERRE

## Introduzione

L'identificazione corretta di una terra è una tappa indispensabile per stabilire le caratteristiche e la scelta della tecnologia di trasformazione in materiale da costruzione. Prima di procedere alla fase progettuale del manufatto è necessario eseguire un'indagine sui terreni utilizzabili per la costruzione per valutarne le qualità e, se necessario, stabilire le eventuali correzioni o cambiare il sito del prelievo.

Esistono una grande varietà di prove che si possono effettuare sulla terra, ma di fatto, solo un numero ristretto di queste permettono una interpretazione diretta sulle sue caratteristiche. La cultura tecnologica attuale ha sviluppato delle prove semplificate che consentono un'indagine sufficientemente approfondita sulle caratteristiche del materiale disponibile.

Queste prove, dette anche esami sul campo, a differenza delle prove di laboratorio, non necessitano di particolari strumenti o attrezzature sofisticate, ma si eseguono facilmente in cantiere, per questa ragione si definiscono "analisi sul campo".

Esse servono a rilevare le proprietà caratteristiche della terra per conoscere se il terreno è sabbioso, limoso o argilloso o se invece è presente del materiale organico che ne impedisce l'utilizzo nella costruzione.

Queste prove semplificate sono in parte di tipo sensoriale, quindi se non si ha una grossa esperienza è opportuno eseguirle con rigore e se necessario ripeterle più volte.

Se il terreno si presenta come una massa eterogenea il prelievo del campione da analizzare deve essere fatto in diversi punti per poterne cogliere le reali caratteristiche.

Ricordo, inoltre, che il reperimento della terra per costruire deve attenersi alle seguenti prescrizioni:

-La estrazione della terra deve scartare lo strato arabile (circa 30 cm) che è ricco di sostanze organiche molto dannose nella costruzione e utili invece nell'agricoltura. Inoltre, è consigliabile eseguire la fase di setacciatura sul luogo di estrazione per diminuire l'entità dello sbancamento e il volume di materiale da trasportare.

-La terra da utilizzare per costruire dovrebbe essere lasciata alle intemperie per alcuni mesi, sia per facilitarne la lavorabilità, sia per arieggiarla.

## Analisi preliminari o analisi sul campo

Dette anche analisi empiriche o semplificate, necessitano di 1,5 Kg di materiale

### Analisi dei 5 sensi

#### *Esame visivo*

E' il primo approccio con la terra a secco; questo test consente una prima analisi granulometrica che ci dà un'idea delle proporzioni delle particelle piccole e, per deduzione, delle particelle più fini. Ricordiamo che le particelle più fini, visibili ad occhio nudo, sono quelle di 0,08 mm, per cui i granelli di argilla e limo sono invisibili. Per facilitare le valutazioni è consigliabile eliminare i sassi e le ghiaie prima di procedere.

#### *Esame dell'odore*

Serve a capire se ci troviamo di fronte ad un terreno organico che emana un inconfondibile odore di muffa, soprattutto se viene inumidito o riscaldato. La terra organica non è adatta alla costruzione.

#### *Esame del morso*

Prima di eseguire questo test bisogna assicurarsi che la terra non contenga materiali inquinanti e dannosi per la salute.

Si tratta di una rapida valutazione per determinare se la terra in esame è sabbiosa, limosa o argillosa che si esegue schiacciando tra i denti un po' di terra: in caso vi sia una predominanza sabbiosa essa "scricchiolerà" in modo fastidioso, invece in presenza di un terreno limoso lo "scricchiolio" non provocherà quella sensazione fastidiosa e nel caso di terre argillose le particelle tra i denti non stridono affatto, anzi danno una sensazione liscia e farinosa. Una terra secca, contenente molta argilla, risulta molto appiccicosa; se vi si appoggia la lingua essa si stacca con difficoltà.

#### *Esame tattile*

Questo esame consente di determinare sul posto e con una certa esattezza le componenti base del suolo.

Trituriamo la terra dopo averla privata delle parti più grosse e tastiamola tra le dita e il palmo: se la terra è sabbiosa avremo una sensazione di rugosità e non osserveremo nessuna coesione; se la terra è limosa avremo una debole rugosità e una volta inumidita diventerà mediamente plastica; se la terra è argillosa, presenta, a secco, dei grumi difficili da sbriciolare e quando viene inumidita diventa plastica e collosa.

#### *Esame del lavaggio delle mani*

Questo esame è legato alla capacità della terra di reagire con l'acqua e restare attaccata alla mano evidenziando la percentuale della componente colloidale.

Dobbiamo spalmarci tra le mani della terra leggermente bagnata e aggiungendo abbondante acqua, fino a dilavarla quasi completamente, faremo le nostre osservazioni: se la terra è sabbiosa le mani si sciacquano facilmente, se la terra è limosa appare farinosa e non è troppo difficile da sciacquare, se invece la terra è argillosa da' una sensazione saponosa e le mani sono difficili da lavare completamente

### Esami preliminari di qualità

#### Esame di penetrazione e aderenza

Questo esame si svolge prendendo della terra con l'umidità necessaria a formare una pallina. A questo punto con una lama o spatola osserviamo la facilità di penetrazione nella terra e il residuo che aderisce alla

superficie della lama quando questa viene estratta: se la lama si infila difficilmente e la terra vi aderisce quando viene sfilata si tratta di una terra molto argillosa, se invece la spatola penetra facilmente, la terra è poco argillosa.

Esame di lucentezza o del coltello

Proseguiamo tagliando la pallina di terra in due parti e osservando la superficie del taglio: se la superficie del taglio si presenta opaca e leggermente sfarinata ci troviamo di fronte ad una terra limosa, se invece la superficie ha una certa lucentezza e plasticità ci troviamo di fronte ad una terra argillosa.

Prova di coesione

Impastiamo una pallina con la terra e con il pollice creiamo una piccola fossetta che riempiamo d'acqua. Osserviamo in quanto tempo l'acqua viene assorbita completamente: se la terra è ghiaiosa l'acqua penetra molto velocemente; se la terra è sabbiosa l'acqua passa velocemente; se la terra è limosa l'acqua penetrerà lentamente; ed infine se la terra è argillosa l'acqua penetrerà molto lentamente.

Prova di sedimentazione semplificata

Possiamo inoltre realizzare una prova di sedimentazione semplificata che ci darà una maggiore precisione sulle quantità delle diverse componenti.

Prendiamo un flacone di vetro da un litro e con il fondo piatto e lo riempiamo per un quarto di terra e il rimanente d'acqua, quindi lasciamo riposare per permettere l'impregnazione e la triturazione manuale. Agitiamo vigorosamente il flacone e lasciamo decantare per 1 ora quindi agitiamo nuovamente, circa 45 minuti dopo osserveremo che la sabbia e la ghiaia si sono depositate sul fondo, al di sopra troveremo lo strato di limo e per ultimo lo strato di argilla.

Dopo 8 ore possiamo iniziare a misurare la sedimentazione del totale e dei diversi strati di particelle ( in basso si depositano quelle grosse, in alto le fini ) e possiamo ottenere la percentuale delle diverse componenti granulari anche se dobbiamo tenere presente che il limo e le argille hanno aumentato il loro volume a causa dell'imbibizione dell'acqua e del conseguente effetto di rigonfiamento cui sono soggette queste particelle.

*Esame del ritiro lineare o test d'Alcock*

Per questo esame abbiamo bisogno di un contenitore di legno lungo 60 cm largo 4 cm e profondo 4 cm. Dopo aver ingrassato le pareti del contenitore lo riempiamo accuratamente di terra comprimendola bene e la lasciamo seccare al sole per 3 giorni o all'ombra per 7 giorni. Dopo questo intervallo è sufficiente spingere la terra verso una delle estremità e misurare i cm di ritiro del nostro campione di terra.

*Esame del "sigaro"*

Prepariamo un sigaro con della terra plastica e tenendolo in mano o su un ripiano spingiamo nel vuoto una delle estremità fino a quando il sigaro non si piega. Se questo avviene dopo i primi 4 cm la terra è di tipo sabbioso, se invece si piega a 15 cm vuol dire che la terra è argillosa; quando si rompe tra i 5 e i 15 cm la terra è buona per la produzione di mattoni compressi.

Dopo aver eseguito un certo numero di queste prove consiglio di eseguire una prova realizzando un campione con la tecnica che si è deciso di utilizzare; la buona riuscita di questa prova vi darà la garanzia di ottenere un buon manufatto realizzato in terra cruda.

## **INTONACI A BASE DI ARGILLA**

L'intonaco a base di argilla offre prestazioni tali da essere considerato l'intonaco per eccellenza della bioedilizia: infatti, oltre ad essere un materiale totalmente ecologico e riciclabile, gode di un'ottima traspirabilità e permeabilità al vapore, è un ottimo regolatore dell'umidità relativa oltre che un ottimo regolatore della temperatura interna; notevoli sono anche le prestazioni di fonoassorbimento e isolamento acustico, oltre che dai campi elettromagnetici generati da impianti ad alta tensione.

L'applicazione di intonaci a base di argilla non comporta grosse difficoltà rispetto un normale intonaco a base di cemento, inoltre se si reperisce la materia prima presso una ditta specializzata è possibile realizzare intonaci a frattazzo o con intonacatrice industriale attenendosi alle indicazioni del produttore.

Gli intonaci di terra si prestano ad essere applicati su differenti supporti come murature in mattoni cotti, pietra, legno o cemento, oltre naturalmente a tutte le superfici in terra.

Il largo uso che tuttora si fa nei paesi caldi dipende dalla capacità della terra di regolare il microclima interno all'edificio, migliorando il benessere degli ambienti confinati e di conseguenza la salute degli abitanti.

Attualmente l'utilizzo di intonaci a base di argilla in esterno riguarda soprattutto le zone calde e a scarso regime pluviale, anche se spesso si tratta di aree che vengono periodicamente colpite da piogge intense ed alluvioni (Burkina-Faso, Mali, India, ecc.). Certamente gli intonaci in terra, se utilizzati in esterno, richiedono una maggiore cura nell'esecuzione e soprattutto l'aggiunta di stabilizzanti (meglio se traspiranti) che impermeabilizzano la superficie proteggendola dal dilavamento e dall'erosione dell'acqua e del vento; comunque esistono molti esempi nei quali l'intonaco di terra non viene impermeabilizzato né stabilizzato con altri materiali: si parla allora di superficie di sacrificio, cioè di un intonaco che richiederà una periodica manutenzione o anche la ricostituzione più o meno integrale dell'ultimo strato.

Ricordiamo che sulla superficie esterna di edifici in terra cruda è consigliato l'utilizzo di un intonaco protettivo a base di calce, meglio quella aerea, escludendo intonaci a base cementizia, poiché impermeabili al vapore e meno elastici; è possibile applicare una stratigrafia di malte a base di terra, calce (in questo caso idraulica), inerti ed eventualmente fibre in diverse percentuali, aumentando la componente calce fino allo strato di finitura a base di sola calce e inerti fini.

## VANTAGGI

- regolazione dell'umidità relativa dell'aria (in interno): l'argilla, contenuta nell'intonaco, ha la proprietà di assorbire l'umidità in eccesso nell'aria (senza per questo perdere consistenza) e di cederla quando l'ambiente circostante è più secco.

Infatti in una casa di terra l'umidità relativa dell'aria si mantiene nelle percentuali ottimali, con un intervallo

$$50\% \leq \%U \leq 70\%$$

L'architetto tedesco Gernot Minke di Kassel ha dimostrato che la funzione di regolazione dell'umidità relativa dell'aria viene svolta nei primi 2 cm di spessore nei manufatti di terra cruda, lasciando il ruolo di regolatore interamente allo strato di intonaco in terra.

- regolazione della temperatura: la proprietà della terra cruda di trattenere l'umidità in eccesso cedendola quando l'ambiente è secco contribuisce a mantenere costante la temperatura interna, migliorando il benessere dell'ambiente abitativo e la sua salubrità.

- fonoassorbente: la terra gode di ottime proprietà fonoassorbenti, per es. è tra i pochissimi materiali che assorbono i bassi; un ambiente intonacato in terra cruda attutisce tutti i rumori forti, sia che provengano dall'esterno che dall'interno.

- protezione dai campi elettromagnetici: di recente, il professor Schneider dell'istituto militare di Monaco di Baviera ha dimostrato, attraverso una serie di ricerche, la capacità della terra di proteggerci dai campi elettromagnetici sviluppati da impianti ad alta tensione: 2,5 cm di intonaco eliminano il 75% delle radiazioni, un blocco di terra cruda di 11 cm di spessore elimina il 98% delle radiazioni.

- il colore degli intonaci a base di terra non si altera nel tempo perché l'argilla, che trattiene i pigmenti colorati, è insensibile ai raggi ultravioletti.

-L'argilla ha la capacità di trattenere vari inquinanti che sono presenti nell'aria, come gas e polveri disciolte nel vapor acqueo.

## SVANTAGGI

- Sull'esterno non è consigliato l'utilizzo, specialmente sulle pareti più esposte alle intemperie.

- La bassa resistenza all'acqua della terra impone che per 20 cm circa dal pavimento l'intonaco in terra debba essere trattato con impermeabilizzanti (oli, cere, caseine, bitume ...); a maggior ragione sulle pareti esterne (anche se ben protette dalla pioggia e dai venti con tetti spioventi), dove il rimbalzo dell'acqua piovana o suoi eventuali ristagni potrebbero facilmente deteriorare il materiale occorre utilizzare materiali resistenti all'acqua quali pietra, cotto, o intonaci a base di calce.

- Possono verificarsi dei problemi nella fase di essiccamento per un eccessivo ritiro del materiale qualora l'applicazione non rispetti i tempi necessari di messa in opera dell'intonaco.

- qualora si decida di produrre le malte per intonaci in cantiere è necessario disporre di personale specializzato per riconoscere la granulometria dell'impasto e stabilire il quantitativo d'acqua, poiché se in eccesso potrebbero verificarsi fessure da ritiro.

## Qualità della terra

È possibile produrre malte per intonaci utilizzando terre locali preventivamente selezionate e/o miscelate con altre terre o sabbia sino ad ottenere la granulometria ottimale.

La terra può essere reperita dagli scavi di fondazione facendo attenzione che venga eliminato lo strato arabile; quindi la terra deve essere stoccata (meglio durante il periodo invernale) per alcuni mesi in modo che cominci il processo di disgregazione.

La preparazione della terra deve essere eseguita con terra asciutta e con l'ausilio di polverizzatori, manuali o meccanici che spesso eseguono anche la setacciatura, in ogni caso tutte le componenti di diametro superiore ai 2 mm devono essere scartate.

Una terra sabbiosa è la terra ideale per la realizzazione di intonaci; la sabbia deve essere di granulometria mista in modo da creare uno scheletro di diverse dimensioni che la rendono saldamente aggregabile dalla componente argillosa.

Indichiamo, di seguito, le percentuali delle diverse componenti di una malta per intonaco a base di argilla:

7-9% argilla

15-25% limo

60-75% sabbia

5% ghiaietto

La dominanza sabbiosa è necessaria per creare uno scheletro stabile sul quale l'argilla agisce da legante senza creare problemi di ritiro.

In ogni caso è possibile realizzare intonaci anche con terre argillose che verranno opportunamente smagrite aggiungendo sabbia, fino a tre volte il volume della terra; è anche possibile intervenire sull'intonaco successivamente eliminando le crepe da ritiro con una pittura di barbotina o ripassando l'intonaco con una spugna umida.

La quantità di argilla dipende anche dal tipo di sabbia impiegata ed in particolare dalla sua granulometria: più essa è grande, maggiore deve essere la percentuale argillosa, al fine di ottenere una capacità collante sufficiente da permettere all'intonaco un facile aggrappo al sottofondo.

La scelta di procedere (nel caso dell'uso di terra del luogo o addirittura proveniente dallo scavo di fondazione e non di una terra analizzata preventivamente) ad un'aggiunta di sabbia, fibre o altri stabilizzanti può essere dettata da molteplici necessità: la formazione di uno scheletro che aiuti a resistere ai movimenti dovuti a variazioni termiche o igrometriche (sabbia, ghiaietto, fibre vegetali e naturali...), impermeabilizzare (calce, cemento, bitume...) diminuire la densità dell'impasto (fibre...), aumentare la resistenza ad abrasione e a trazione (fibre vegetali)...

- inerti minerali: oltre alla sabbia si possono utilizzare altri inerti minerali per la preparazione di malte per intonaci quali: polveri di argilla espansa, di pietra, di tufo, pomice, vermiculite, cocchiopesto, polvere di marmo, sabbiature di mattoni cotti e polveri ricavate da altri materiali naturali. Questi inerti vengono utilizzati per alleggerire l'impasto, per aumentare le proprietà di isolamento termico, per ottenere particolari effetti acustici, o per ragioni estetiche.

- inerti vegetali: l'aggiunta di fibre vegetali quali paglia di grano, orzo, cocco, fibre di juta, lino, canapa, sisal... migliora l'isolamento termico e alleggerisce l'intonaco. Le fibre utilizzate nello strato di intonaco base migliorano l'aggrappo e creano un'armatura che aumenta la resistenza a trazione dell'intonaco, evitando inoltre il problema delle fessure da ritiro durante l'essiccazione.

Possono essere impiegati anche trucioli di legno, segatura, cellulosa...

-inerti di origine animale: crini o peli di cavallo o altri animali. - stabilizzanti: la calce naturale, così come il cemento, vengono spesso impiegati per aumentare le capacità impermeabilizzanti di un intonaco a base di argilla. Il dosaggio ottimale di cemento è intorno al 6% e non supera il 12%.

### **Preparazione del sottofondo**

Le malte per intonaci a base di terra possono essere applicate su tutti i tipi di superficie: mattoni cotti, blocchi crudi, pisé, blocchi di cemento, fondi di cemento, legno o pannelli isolanti di vario tipo.

Gli intonaci in terra si aggrappano solo per un effetto meccanico per cui il supporto deve essere asciutto (bisogna verificare che non vi siano infiltrazioni), saldamente ancorato al fondo e privo di punti di degrado, inoltre la superficie deve essere priva di polveri e piuttosto scabrosa o ruvida.

Se la superficie del sottofondo è liscia deve essere preparata adeguatamente, per es.: le superfici in terra compattata, cioè con una porosità superficiale ridotta, come per il pisé e i BTC(S), devono essere "graffiate" con piccoli rastrelli metallici in modo da creare la rugosità necessaria all'adesione dello strato di intonaco; con fondi in cemento si deve piccozzare la superficie in modo da creare punti di aggrappo oppure si può applicare un collante naturale a base di caseina, calce e sabbia che creano il necessario aggrappo; lo stesso trattamento è necessario per fondi in gesso; le murature in mattone cotto, se sono molto regolari, possono essere preparate asportando una piccola parte della malta cementizia che si trova tra i mattoni.

Su questi tipi di sottofondi, ma anche sulle murature in mattoni crudi, bisogna eseguire un'accurata pulitura della superficie con una spazzola robusta, con un pennello bagnato in acqua oppure con una pistola a spruzzo per eliminare ogni traccia di polvere.

A questo punto la superficie da intonacare deve essere bagnata con una barbotina acquosa per creare coerenza tra il fondo asciutto e la malta bagnata ma soprattutto per rallentare i tempi di essiccazione dell'intonaco. Nel caso l'applicazione dell'intonaco si esegue con intonacatrice a spruzzo il sottofondo non deve essere bagnato.

Per assicurarsi un buon aggrappo è possibile fissare reti portaintonaco (in: iuta, canapa, fibra di vetro, ferro zincato, plastica, stuoie di cannucciato ecc. ) alla superficie prima di intonacare; in questo caso bisogna fare attenzione che non si formino bolle d'aria tra la rete e l'intonaco causando distacchi, infatti nel caso di reti a trama fitta, come la iuta o il cannucciato, è meglio disporre un sottile strato (max 0,5 cm) di malta di terra sulla quale si immerge la rete prima di procedere alla posa dell'intonaco.

- intonaco a base di argilla applicato su pareti radianti: i pannelli per riscaldamento a parete si prestano ottimamente per essere intonacati in terra, sia per la proprietà di inerzia termica sia per la resistenza alle alte temperature di questo materiale, che consente un riscaldamento efficace dell'ambiente, permettendo inoltre un risparmio energetico e partecipando al mantenimento della salubrità dell'habitat.

## **Le diverse fasi di produzione delle malte per intonaci a base di argilla**

### **Scavo**

E' possibile utilizzare terre di scavo purché rientrino nel fuso granulometrico ideale: la componente argillosa, deve essere il 5-12%, ottimo il 10%.

Si possono utilizzare anche terre con una maggiore percentuale di argilla, purché smagrite con sabbia della granulometria necessaria al caso.

### **Vaglio**

La setacciatura è molto importante per ottenere una terra dalla granulometria ottimale, senza la quale l'applicazione dell'intonaco risulta difficoltosa.

La terra deve essere secca, o comunque avere una bassa percentuale d'umidità, per poter essere vagliata accuratamente eliminando sassi, ghiaia e tutte le componenti di diametro >2 mm.

E' possibile effettuare un'ulteriore setacciatura, con setaccio di maglia più fine per ridurre ulteriormente la granulometria e ottenere intonaci da utilizzare per lo strato di finitura (spessore max. 0,5 cm).

### **Preparazione eventuali fibre aggiuntive**

Si possono utilizzare diverse fibre quali paglia di grano, di orzo, di miglio, o fibre di noce di cocco, di juta, canapa, di sisal, peli e crine di diversi animali, ma anche segatura o trucioli di legno e fibra di cellulosa ricavata dal riciclaggio della carta.

Le fibre devono essere seccate e tritate secondo la necessità e il tipo di fibra: per la realizzazione di intonaci di fondo si possono utilizzare fibre di lunghezza superiore ai 2 cm, arrivando anche a lunghezze comprese tra i 5 cm e i 10 cm; negli intonaci di finitura le fibre devono essere tranciate e cardate soprattutto quelle a struttura tubolare e non devono superare i 2 cm di lunghezza e 0,2 mm di spessore.

### **Le diverse fasi di messa in opera di intonaci in terra**

Gli intonaci in terra possono essere applicati con frattazzo e cazzuola, oppure a spruzzo con intonacatrici industriali; la malta di terra può essere preparata artigianalmente o acquistata presso ditte specializzate soprattutto se si utilizzano le intonacatrici industriali.

Con 1 mc di terra si realizzano 80 mq di intonaco di 1 cm di spessore.

#### **Miscela a secco**

Se si aggiungono sabbia o fibre di qualsiasi genere è opportuno eseguire una miscelazione a secco delle diverse componenti.

#### **Miscela con acqua**

Per 25 kg di terra secca occorrono circa 4-6 litri di acqua; si possono utilizzare tutti i tipi di betoniere (anche se non danno buoni risultati), impastatrici meccaniche o il miscelatore ad elica se si dispone di miscele ben polverizzate; in quest'ultimo caso conviene impastare ulteriormente con la cazzuola, o con la pala in un contenitore adeguato.

Se possibile, lasciare riposare l'impasto prima della posa per ottenere una maggiore facilità di applicazione.

#### **Preparazione del sottofondo**

Il sottofondo deve essere asciutto, privo di polveri e sufficientemente ruvido per creare una buona base di aggrappo.

Sottofondi troppo lisci devono essere graffiati o piccozzati in modo da creare dei punti di aggrappo; altrimenti si ricorre ad un aggrappante a base di caseina, calce e sabbia fine.

La superficie deve essere bagnata con una barbotina acquosa poco prima dell'applicazione. Se l'intonaco viene applicato con intonacatrice a spruzzo la parete non deve essere bagnata.

Se si utilizzano reti di aggrappo bisogna valutare se è necessario eseguire un rinzafo prima di fissare la rete; la rete è necessaria se si eseguono pareti di grandi dimensioni intonacate a spruzzo.

#### **Applicazione a spruzzo**

Si stende un primo strato di rinzafo e dopo mezz'ora, se il clima è secco, si può eseguire lo strato di finitura. L'arch. G. Mincke ha sviluppato con successo una miscela per intonaci leggeri con l'aggiunta di fibre e cellulosa che viene steso in un unico strato di 3 cm di spessore.

#### **Applicazione manuale**

Qualsiasi tipo di intonaco a base di terra, sia in interno che in esterno, deve essere steso a strati progressivamente più magri e meno rigidi rispetto alla parete e agli strati sottostanti; dopo aver completato l'esecuzione di uno strato bisogna attendere la completa essiccazione (0,30-24 h) prima di eseguire lo strato successivo.

Si applica un primo strato di rinzafo di spessore variabile, 0,3-1 cm (più sottile se si tratta di malte grasse e più spesso con malte magre), e si tira con il frattazzo; ad essiccazione avvenuta si esegue uno strato di intonaco base di circa 1 cm di spessore (max 1,5 cm) quindi lo strato di finitura di granulometria più fine (0-1,2 mm) e di spessore 0,3-0,5cm.

### **Caratteristiche fisiche**

Peso specifico: 1250 (Kg/mc) Per terra secca pronta all'uso (Akterre, ditta specializzata)

Peso specifico: 1650 (Kg/mc) Per intonaco a fine essiccazione (Akterre, ditta specializzata)

Coefficiente di conduttività termica: 0,91 (W/mK) (Akterre, ditta specializzata)

Calore specifico: 1 (Kj/Kg K) (Akterre, ditta specializzata)

Resistenza al fuoco: incombustibile (Akterre, ditta specializzata)

Coefficiente di permeabilità al vapore: 5-14  $\mu$  (P. Gasparoli, S. Sabbadini)

### **Bibliografia**

SCUDO G., NARICI B., TALAMO C., *Costruire con la terra: tecniche costruttive, campi di utilizzo e prestazioni*, Napoli, Esselibri, 2001.

G. MINKE, *Earth construction handbook : the building material earth in modern architecture*.

(International series on advances in architecture), pp. 109-115, Southampton ; Boston, Wit press, 2000.

DACHVERBAND LEHM e. V. (Hrsg.), *Lehmbau reglen*. Pp. 80-83; Germania, Vieweg, 1999.

A. Bosse-Platiere, *Costruire, rénover: retour à la terre*. Les quatres saison du jardinage n. 139, mar-apr 2003, pp. 60-62

P. Gasparoli, S. Sabbadini, G. Scudo, *Gli intonaci di argilla*. Ambiente costruito n. 4 ott.-dic. 2001

B. Narici, A. Facchi, *Un'abitazione di terra a Milano*. L'architettura naturale n. 11-12 2001 pp.100-101

# Terra-paglia

## Introduzione

La tecnica della terra e paglia alleggerita è un moderno sistema di costruzione di pareti di tamponamento estremamente isolanti.

Con questa tecnica si realizzano pareti di tamponamento con buone prestazioni di isolamento termico, infatti è stata sviluppata soprattutto nei paesi nordici per far fronte alle dispersioni termiche.

Nella tecnica della terra e paglia alleggerita la terra allo stato liquido, chiamata barbotina, viene miscelata con fibre vegetali e viene versata direttamente nei casseri fissati alla struttura portante.

L'impasto di terra alleggerita svolge il ruolo di riempimento sull'ossatura portante generalmente realizzata in legno.

La concezione di questo materiale è proprio quella di aumentare il corpo termoisolante e ridurre al minimo la componente terrosa e il relativo effetto di accumulatore termico.

Le pareti di tamponamento su muratura in cotto o altro materiale che non consente l'areazione non possono superare i 15 cm di spessore; anche le pareti divisorie interne che non sono esposte ad una buona ventilazione non devono superare i 15 cm; pareti di tamponamento di un'ossatura portante, quindi areate su entrambe le facce, possono raggiungere anche i 35 cm di spessore.

Subito dopo la seconda guerra mondiale, quasi in contemporanea con la sua invenzione, la terra-paglia alleggerita viene prodotta in elementi prefabbricati ottenendo un grande successo che tutt'oggi continua.

## La qualità della terra

La componente argillosa deve essere maggiore del 25% e la nostra esperienza insegna che si ottiene un ottimo rendimento con terre contenenti il 40-80% di argilla e comunque contenenti inerti a finissima granulometria con scarsa presenza di sabbie che agirebbero da scheletro inspessendo lo strato della barbotina ed appesantendo l'impasto.

Quindi si può produrre una barbotina molto liquida che si deposita sulle fibre con uno strato sottilissimo ma comunque dall'elevato potere legante: il risultato ottenuto sarà un'impasto di basso peso specifico e dall'alto potere isolante.

In questa tecnica è conveniente immergere in acqua la terra qualche giorno prima dell'utilizzo per facilitarne la disgregazione e ridurre i tempi di preparazione della barbotina; di conseguenza, nell'area di cantiere si individua la zona di stoccaggio a cielo aperto e direttamente nelle vasche o bacino di lavorazione.

## Le fibre

Si possono utilizzare diversi tipi di fibre vegetali quali la paglia di frumento, orzo, segale ma anche il fieno, purchè siano resistenti ed abbiano struttura tubolare; grazie alla quale permane dell'aria all'interno della fibra che aumenta il potere isolante.

Se il tipo di fibra disponibile, tende ad appiattirsi, a rompersi oppure ha una struttura tubolare molto fine (come il fieno), otterremo un materiale di densità relativamente maggiore. La lunghezza delle fibre va dai 15 ai 40 cm e comunque dipende dallo spessore del muro.

La densità del materiale viene anche determinata dalla compressione data all'impasto e dalla densità della barbotina e quindi dalla percentuale di terra utilizzata.

Indicativamente per una densità di 700 Kg/mc occorrono 600 Kg di terra standard (1600-1800 Kg/mc) e 70 Kg di paglia, ma si possono ottenere impasti più leggeri aumentando la percentuale di paglia e acqua e riducendo al minimo la compattazione.

Ricordiamo che la compattazione dell'impasto aumenta la densità della parete ma generalmente non gli conferisce maggiore resistenza, per cui si esegue una leggera compressione per evitare la formazione di grossi vuoti e si compatta soprattutto la superficie a contatto con il cassero, per creare una superficie unica pronta per l'intonacatura.

Le fibre sono molto sensibili all'umidità e la terra le protegge relativamente, comunque se non vi sono problemi di infiltrazioni legati a difetti strutturali, la terra-paglia può subire diversi cicli di umidificazione-essiccazione senza che imputridisca purchè vi sia l'areazione necessaria.

La paglia a fibre lunghe svolge il ruolo di armatura della parete di riempimento, per questa ragione è sufficiente che un leggero strato di barbotina ricopra le fibre, anzi bisogna evitare gli accumuli di terra che comprometterebbero il potere isolante della parete.

## Le diverse fasi di produzione della terra-paglia:

**SCAVO e VAGLIO:** serve una terra molto argillosa che deve contenere almeno il 25% di argilla, ma la pratica dimostra che terreni con il 40-80% di argilla danno ottimi risultati; nella curva granulometria le componenti fini sono la maggioranza.

Nel caso di un terreno standard (1600-1800 Kg/mc, con umidità circa del 20%) uno scavo di 1 mc fornisce la terra per realizzare 3 mc di muratura.

Poiché la terra viene utilizzata allo stato liquido, conviene immergere in acqua per qualche ora le zolle, che impregnandosi, danno il via al processo di disgregazione.

Conviene eseguire la setacciatura, per eliminare sassi e ghiaia, dopo che la terra si è disciolta in acqua ; questo consente di ridurre i tempi di preparazione della terra.

Inoltre se si producono grandi quantitativi di barbottina è possibile scartare eventuali sassi o ghiaia lasciando che si depositino sul fondo.

**PREPARAZIONE DELLA BARBOTTINA:** la terra, dopo essere stata 12 ore immersa in acqua, deve essere versata in una o più vasche con un quantitativo di acqua pari a un terzo del suo volume (circa). Successivamente si interviene per sciogliere eventuali grumi e fluidificare la terra fino ad ottenere un impasto omogeneo; questa operazione si esegue con il miscelatore ad elica, oppure utilizzando il trattore con benna a cucchiaio che smuove le masse terrose direttamente nel bacino rimestandole più volte; in questo caso bisogna prestare particolare attenzione all'omogeneità complessiva dell'impasto.

Prima di aggiungere le fibre bisogna essere sicuri di avere raggiunto la giusta consistenza, quindi controlliamo il grado di liquidità con una semplice prova.

**TEST DI CONTROLLO:** prendiamo 100 ml di barbottina e li versiamo sopra una superficie liscia e piana: avremo raggiunto il giusto grado di liquidità se l'impasto disegna un cerchio di 15-20 cm di diametro.

Con terre molto argillose (argilla: 40-80%), l'elevato potere legante della frazione più fine consente di utilizzare una barbottina più liquida (diametro= 20 cm) e quindi di ottenere un impasto più leggero e un isolamento termico ancora più efficace.

**MISCELA BARBOTTINA E PAGLIA:** si può utilizzare la paglia di orzo, grano, frumento o altre fibre purchè siano resistenti e di struttura tubolare.

Le fibre devono essere lunghe 20-40 cm e devono essere secche per legarsi bene con la terra.

Per alleggerire 600 Kg di terra sono necessari 70 Kg di paglia, ottenendo una densità di 700 Kg/mc (è possibile ottenere impasti di densità inferiore).

La paglia viene immersa nella barbottina e deve essere rigirata rapidamente verificando che le fibre siano tutte ricoperte da un sottile strato di terra liquida senza che si verifichino concentrazioni di liquido.

La paglia viene estratta con il forcone, oppure, nei processi meccanizzati, si utilizza il trattore con benna a cucchiaio, in entrambe i casi bisogna lasciare scolare il liquido in eccesso prima di accumulare l'impasto.

E' importante non lasciare troppo a lungo le fibre immerse nella barbottina perché potrebbero crearsi degli accumuli di terra che appesantiscono l'impasto riducendo successivamente il potere isolante della massa fibrosa.

In breve tempo le fibre vengono avvolte dalla barbottina e possono essere estratte ed accumulate.

**DECANTAZIONE:** l'impasto, disposto in cumuli non troppo alti, si lascia decantare tutta la notte, anche se sono sufficienti 6 ore.

**MONTAGGIO CASSERI:**

I casseri devono essere leggeri e maneggevoli per facilitare il montaggio o lo smontaggio; per il fissaggio sono sufficienti viti, chiodi o morsetti.

Se si vogliono utilizzare casseri a perdere, questi devono essere in materiale traspirante, come fibra di legno, pannelli di arelle o di cannucciato, e non possono essere utilizzati su entrambi i lati della parete per permettere l'aerazione necessaria all'essiccazione e per consentire la verifica della qualità del riempimento.

I casseri vengono fissati direttamente sulla struttura portante.

**RIEMPIMENTO DEI CASSERI:** l'impasto viene disposto nei casseri con l'aiuto di un forcone, anche se in realtà si tende ad eseguire quest'operazione con il solo uso delle mani, soprattutto quando si lavora in altezza sui ponteggi e risulta poco agevole manovrare il forcone in piccoli spazi, altrimenti si può utilizzare il trattore con benna per riempire i casseri.

In ogni caso la paglia terrosa deve essere distribuita in modo omogeneo dentro ai casseri, in strati di circa 20 cm di altezza.

Questo tipo di riempimento non richiede una compattazione vera e propria, perché deve mantenere una bassa densità per offrire buone prestazioni di isolamento termico.

Si riempiono dapprima i punti difficili, come angoli o interstizi creati dall'ossatura strutturale, quindi si compatta maggiormente la parte lungo il perimetro del cassero avendo cura che non si formino vuoti consistenti (< 2 cm) che diminuirebbero il potere isolante della terra alleggerita.

Quando il primo strato è stato steso si procede alla gettata e alla compattazione dello strato successivo fino al completo riempimento del cassero.

**SMONTAGGIO CASSERI:** dopo aver riempito completamente il cassero questo può essere rimosso immediatamente per consentire l'essiccazione.

Dopo l'esecuzione del primo livello in terra e paglia (h. 50-100 cm), bisogna predisporre un giorno di assestamento prima di proseguire con i livelli successivi, per evitare che la base della parete di tamponamento subisca uno schiacciamento (o spanciamento) eccessivo prima di aver acquisito un consolidamento iniziale.

Per tutti i livelli successivi al primo dopo la scasseratura si procede montando il cassero a lato, procedendo, cioè, prima in senso orizzontale.

Inoltre prima di proseguire in verticale sulla stessa parete bisogna attendere qualche ora.

Gli impasti di terra alleggerita si considerano autoportanti per cui non necessitano del sostegno del cassero durante il periodo di consolidamento.



**ESSICCAZIONE:** questa tecnica richiedendo un'alta percentuale di acqua può avere problemi di essiccazione se non si verificano le condizioni ottimali.

Il periodo di essiccazione deve coincidere con la stagione calda, ventilata e priva di piogge.

Durante l'essiccazione della terra e paglia si possono formare dei germogli sulla parete che scompariranno ad essiccazione ultimata segnalando che la parete è pronta per la finitura.

Se l'impasto di terra e paglia ha una bassa densità potrebbero verificarsi dei fenomeni di ritiro del materiale che devono essere colmati con un impasto di terra e paglia prima di procedere alle finiture.

Soprattutto nella parte alta si potrebbe verificare una diminuzione del riempimento anche di 10 cm, che verrà colmato con nuovo impasto.

I tempi di essiccazione dipendono strettamente dallo spessore della parete e dal clima, comunque sono necessari circa 20-30 giorni prima di poter eseguire le finiture della parete che potrebbero bloccare l'evaporazione dell'impasto, possono trascorrere anche 6 mesi prima di considerare completata l'essiccazione e poter completare le finiture.

**FINITURE:** La terra alleggerita, una volta completata l'essiccazione, presenta una superficie rugosa e ricca di cavità, quindi si presta ad essere intonacata con spessi strati di terra, per evitare che insetti o altro s'infiltrino nella parete, ma anche per mantenere gli effetti isolanti e di regolazione del microclima interno.

Nel caso di pareti di grande spessore, quindi che richiedono un maggiore tempo di essiccazione, conviene eseguire comunque la finitura sul lato esterno, per evitare che le piogge dilavino troppo il materiale; in questo caso si valuta se procedere con la finitura sul lato interno in un periodo successivo.

Spesso per la finitura delle pareti esterne si usa il legno o si trova più conveniente una parete sottile di mattoni cotti; è comunque possibile eseguire una finitura con intonaco a base di terra e calce da sovrapporre ad uno strato di almeno 4-5 cm di intonaco di terra e paglia tagliata a 5-10 cm di lunghezza.

### **CARATTERISTICHE FISICHE E MECCANICHE**

Peso specifico 300-1200 Kg/mc

Coefficiente di conduttività termica da 0,47 (W/mK) a 0,10 (W/mK) per terra alleggerita a da 1200 Kg/mc a 300 Kg/mc

### **Bibliografia**

CRATerre, Traité de construction en terre. Marseille (Fr), 1989.

SCUDO G., B. NARICI, C. TALAMO, Costruire con la terra. Napoli, Esselibri, 2001, pp. 61-106.

VOLHARD F., Leichtlehmbau. Karlsruhe (D), Muller, 1983.

THEUNISSEN P., Construire en terre-paille: stage terre-paille. Louven-la-neuve (B), CRA (centre de recherches en architecture), 1986.

OLIVA J. P., L'isolation écologique : conception, matériaux, mise en oeuvre. Mens (Fr), Terre Vivante, 2001.

La relazione è redatta da:

Bardiani Guglielmina

email: lebarbottine@hotmail.com