

con un aggregato, per lo più polvere di mattone, e con resina acrilica (Primal Ac33). Il riempimento della lente di distacco, effettuato con questo composto, si presenta omogeneo ma al contempo questo prodotto non possiede grandi capacità adesive.

#### Malte contenenti alluminato di calcio.

Le malte contenenti alluminati di calcio presentano vantaggi derivanti sostanzialmente dalla loro leggerezza dovuta alla presenza di gas che si producono a causa della reazione tra la malta di calce e sabbia e piccole quantità d'alluminio metallico in polvere che vengono aggiunte nell'impasto. I gas prodotti dalla reazione facendo aumentare il volume della malta ne migliorano la resa dal punto di vista del volume.

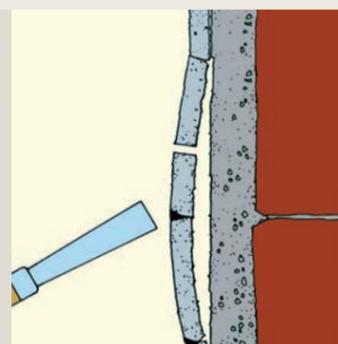
A parità di volume da riempire dunque sarebbe necessario iniettare una maggiore quantità di malta tradizionale aumentando il peso all'interno della tasca.

Il composto normalmente utilizzato è costituito di 2 parti di grassello di calce e 1 di sabbia in volume, al quale si aggiunge lo 0,1 % di polvere d'alluminio. Individuare la fluidità ottimale del composto è fondamentale in quanto solo in questo caso la reazione che sprigiona gas all'interno della malta e ne provoca l'aumento di volume ha successo. Nel caso in cui la malta risulti troppo fluida il gas infatti tenderà a uscire dal composto, e nel caso, invece, risulti troppo densa l'espansione non potrà avere luogo. I limiti del materiale sono legati alla difficoltà di rispettare in cantiere corretti parametri rischiando di avere un'espansione troppo accentuata che provochi tensioni nelle zone limitrofe al distacco.

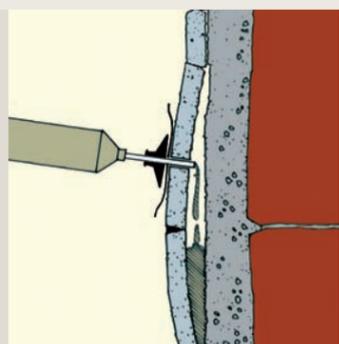
**Malte aeree a presa autogena.** Si tratta di malte all'interno delle quali si ha produzione di anidride carbonica che riproduce, in maniera artificiale, il processo di carbonatazione, oviando a uno dei limiti dell'utilizzo di malte tradizionali nelle iniezioni: la difficoltà di far giungere all'interno della cavità la quantità di anidride carbonica necessaria ad assicurare la presa. La malta è composta da calce e sabbia in rapporto 1/1 in volume, con l'aggiunta uretano etilico, in una percentuale che varia tra il 2,5% e il 5% in peso, di e 100 ml d'acqua satura d'azoto, alla quale si associa un additivo fluidificante.

■ **Ledan TB1.** È un materiale composto da quarzo, pozzolana, bario, perlite micronizzata, calce idraulica artificiale e additivi: fluidificanti, agenti aeranti e antisedimentali, ritardanti, antibatterici. Rispetto alla malta di calce idraulica, il Ledan Tb1 ha un alto potere adesivo ma può distribuirsi in modo disomogeneo all'interno della lente di distacco. È stato utilizzato in molti restauri tra i quali quello degli affreschi di Giotto nella Cappella degli Scrovegni a Padova.

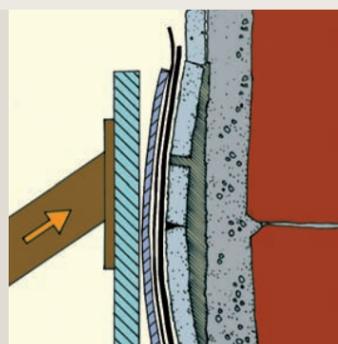
■ **Polimeri.** Nel caso di volumi di distacco molto piccoli o nel caso di distacco tra i diversi strati dell'intonaco, si propenderà per un prodotto con alto potere adesivo, dunque una resina. Si può scegliere tra polimeri acrilici (ad esempio Primal Ac33) in soluzione o dispersione con aggiunta di cariche (carbonato di calcio o pietra macinata) e un collante epossidico bicomponente con un grado di fluidità e viscosità che dipende dalle dimensioni del distacco da riempire.



Si stuccano tutte le eventuali discontinuità messe in evidenza precedentemente dalla fuoriuscita della soluzione impiegata per effettuare la pulitura della porzione in distacco.



Si procede con l'immissione della miscela consolidante. Grandissima cura sarà prestata affinché il prodotto consolidante non fuoriesca dal foro di iniezione colando sulla superficie dipinta che verrebbe macchiata.



Si esercita una leggera pressione sulla superficie finché il consolidante non fa presa. Per rendere uniforme la pressione si applica una tavoletta sulla superficie dell'intonaco, proteggendo l'area con un tampone di feltro.

disegni di Mario Caraffini

- Pulitura con metodi enzimatici
- Desolfatazione e consolidamento col metodo del bario
- Integrazione cromatica con velature
- Integrazione mediante astrazione cromatica

## 13 Conservazione

### Consolidamento

# riadesione dell'intonaco con iniezioni



**Settori operativi**  
Interventi di consolidamento nel caso siano accertati distacchi tra i diversi strati dell'intonaco o dello stesso dal supporto murario

Intonaco staccato dal supporto murario. A destra del mascherone è chiaramente visibile il rigonfiamento che, a margine della fotografia, presenta un'area già caduta.

**Lucina Napoleone,**  
Facoltà di Architettura di Genova,  
Dsa Dipartimento di Scienze per l'Architettura

La tecnica di riadesione dei distacchi degli intonaci tramite iniezione trova applicazione in quei casi in cui l'intonaco presenti zone di rigonfiamento che siano da ricondursi al distacco della malta dal supporto murario (lenti di distacco) o al reciproco distacco degli strati che lo compongono. Il sollevamento rappresenta una stato di criticità per la conservazione del manufatto in quanto prelude spesso

alla rottura della lente di distacco e alla sua caduta che dà origine a una mancanza. La soluzione di continuità danneggia il manufatto sia dal punto di vista della sua figuratività (e tale danno è ancor più evidente nel caso in cui l'intonaco sia decorato) sia dal punto di vista tecnologico, influenzando sulla sua resistenza e durabilità. **Localizzazione delle aree da consolidare.** Affinché sia possibile

approntare un intervento consapevole ed efficace è assolutamente necessario costruire una **mappa completa** delle aree di distacco procedendo con accertamenti diagnostici: **prospezioni soniche** (è sufficiente anche la semplice «battitura» con le nocche o con un martelletto di gomma), **ultrasoniche o attraverso la termografia** che permettono di rilevare discontinuità tra i differenti materiali del monumento difficilmente riscontrabili in altro modo.

### Fasi e modalità operative

La tecnica consiste nel **riempire** le cavità create tra supporto e intonaco distaccato, tramite iniezioni di malte o altri prodotti consolidanti, in modo da ottenere la **riadesione** tra le superfici distaccate. Tale tecnica, ricostituendo la continuità tra i diversi strati di materiale, **restituisce** agli stessi le **caratteristiche meccaniche e le proprietà fisiche**, aumentandone notevolmente le prestazioni e la durata nel tempo.

A seguito della localizzazione delle aree da consolidare (come sopra descritto) si procederà in modi differenti nel caso in cui la lente di distacco si presenti sostanzialmente integra, senza alcuna discontinuità, o, al contrario, siano individuabili fessure o bordi distaccati entro i quali iniettare direttamente la miscela adesiva. Il procedimento prevede l'esecuzione di una serie di operazioni così schematizzabili:

**1. Esecuzione di un foro** di piccole dimensioni (tra i 2 e i 4 mm di diametro) o, nel caso in cui l'area da far riaderire sia molto estesa, più fori procedendo dal basso verso l'alto, in modo tale che la miscela vada a costipare

progressivamente e omogeneamente tutto il vuoto esistente. I fori vanno eseguiti in punti scelti accuratamente in modo tale che il danno prodotto alla pittura murale sia minimo. I fori vanno eseguiti con punte o con trapani a semplice rotazione, in quanto la percussione potrebbe causare cadute, avendo l'accortezza di interporre tra la punta del trapano e la superficie un batuffolo di cotone o una spugna inumidita in modo tale che la polvere prodotta non vada a sporcare la superficie dipinta. Nel caso in cui la superficie dipinta si trovasse in condizioni di forte degrado (esfoliazione, disgregazione o polverizzazione), si procederà preventivamente a un a una velinatura o a un vero e proprio pre-consolidamento. Nel caso di piccole aree distaccate è sufficiente un foro, a meno che, non ci si renda conto che è necessario un secondo foro per far defluire l'aria che si trova all'interno della lente nel momento dell'iniezione della miscela. Nel caso in cui il rigonfiamento abbia, in alcuni punti, i bordi distaccati e presenti delle discontinuità è possibile utilizzarle per immettere direttamente il consolidante, dopo aver proceduto a stuccare i bordi e aver così ricreato una situazione simile a quella della lente sopra descritta.

**2. Aspirazione della polvere** presente all'interno della lente utilizzando una peretta di gomma o cateteri flessibili. A volte all'interno del distacco si accumulano detriti di dimensioni notevoli e questi, non estraibili con le modalità suddette, impediscono l'iniezione del consolidante. In questi casi sarà necessario procedere allo stacco dell'intonaco dipinto, alla rimozione dei detriti e infine alla ricollocazione del frammento.

**3. Pulitura delle superfici interne al distacco** con una miscela di acqua deionizzata e alcool in proporzione 1:1 iniettata con una siringa o una peretta. Tale operazione ha duplice finalità: individuare, nel caso in cui la miscela defluisca dalla lente, i punti di discontinuità che potrebbero provocare la fuoriuscita anche della miscela consolidante e inumidire le pareti favorendo in seguito lo scorrimento della miscela consolidante all'interno della lente di distacco. Inoltre inumidire le pareti della lente impedirà alla miscela consolidante (soprattutto se si tratta di una malta) di fare presa troppo velocemente (diminuendo fortemente le caratteristiche meccaniche della malta), cosa che avverrebbe se le pareti asciutte della lente stessa assorbissero troppo velocemente l'acqua dell'impasto.

**4. Stuccatura di tutte le discontinuità** individuate con l'operazione precedente.

**5. Iniezione del prodotto consolidante.** Previa valutazione dello stato di conservazione dell'intonaco, le iniezioni possono essere eseguite sia a pressione sia per semplice collaggio. Nel primo caso si useranno delle siringhe, collegate direttamente al foro reso completamente stagno, o delle semplici perette di gomma. Al contrario, è possibile inserire nel foro un tubicino di gomma, collegato all'iniettore, dal quale defluirà il consolidante semplicemente per caduta. La miscela va iniettata molto lentamente per evitare di esercitare pressioni che portino all'ulteriore distacco della lente o, addirittura, alla sua caduta. Tale possibilità aumenta nel caso si iniettino malte fluide, pesanti, che potrebbero gravare sull'intonaco. Nel caso di presenza di pitture murali sarà

inoltre necessario proteggerne la superficie con fogli di carta giapponese per evitare che i movimenti dell'intonaco possano provocare fratture. Grandissima cura sarà prestata affinché il prodotto consolidante non fuoriesca dal foro di iniezione colando sulla superficie dipinta che verrebbe macchiata. I prodotti iniettati saranno adesivi liquidi nel caso di piccoli distacchi o di presenza di grossi detriti (di solito resine acriliche) e malte fluide nel caso di grandi volumi.

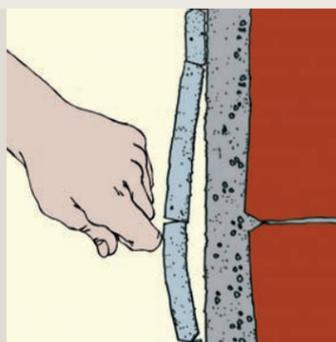
**6. Riadesione dell'intonaco.** Terminata l'iniezione si procederà a esercitare una leggera pressione sulla superficie della lente finché il consolidante non avrà fatto presa. Per rendere uniforme la pressione si applica una tavoletta di legno sulla superficie dell'intonaco, proteggendo l'area con un tampone di feltro a sua volta poggiato su fogli di carta giapponese.

### Materiali, strumenti e requisiti generali

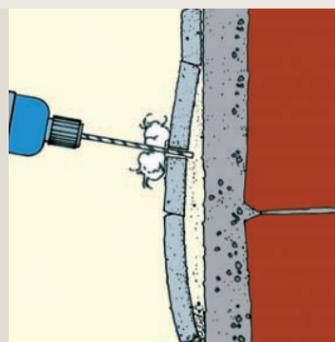
I prodotti da utilizzare per le iniezioni devono possedere le normali caratteristiche di un materiale per il restauro: alto grado di compatibilità con il materiale con cui entra in contatto e assenza di sali solubili, ma devono inoltre avere particolari caratteristiche di fluidità, di tenacità, e di porosità (simile all'intonaco esistente). Inoltre la presa deve essere rapida mentre il ritiro deve essere il più possibile ridotto. I prodotti più comunemente impiegati sono i seguenti:

■ **Malte.** Possono essere impiegate malta di calce idraulica, malte contenenti alluminato di calcio e malte aeree a presa autogena.

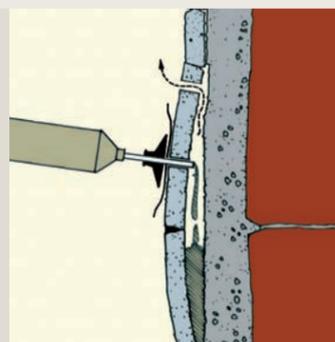
**Malta di calce idraulica.** La malta utilizzata per le iniezioni consolidanti utilizza calce idraulica Lafarge che di norma è miscelata



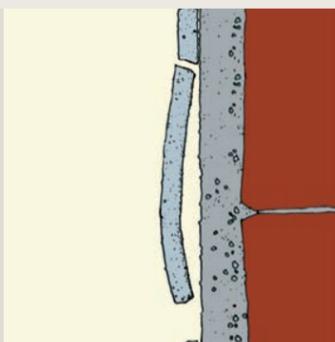
Si procede all'identificazione delle zone di distacco tramite la battitura con le nocche o con un martelletto di gomma. Per avere un intervento consapevole ed efficace è assolutamente necessario costruire una mappa completa delle aree di distacco.



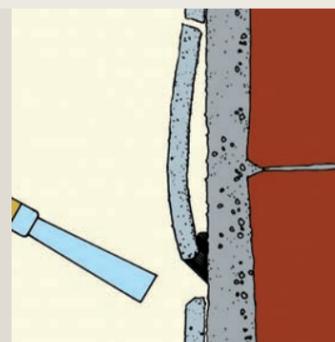
Si esegue un foro di piccole dimensioni usando punte o trapani a semplice rotazione avendo l'accortezza, di interporre tra la punta del trapano e la superficie un batuffolo di cotone o una spugna inumidita.



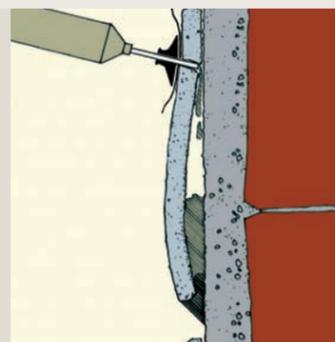
Nel caso in cui la miscela non riesca a essere iniettata, si eseguirà un secondo foro che, permettendo la fuoriuscita dell'aria che si trova all'interno del distacco, faciliterà il riempimento omogeneo della lente.



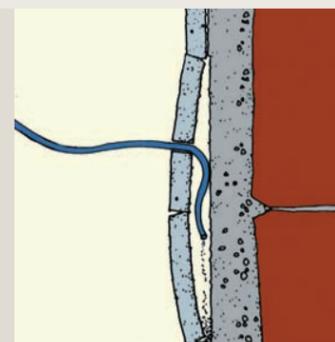
Nel caso in cui il distacco presenti delle discontinuità: fori, lesioni o veri e propri lembi distaccati, si procede utilizzando questi come punti di immissione del consolidante, dopo aver stuccato i bordi e ricreato una situazione simile a quella della lente.



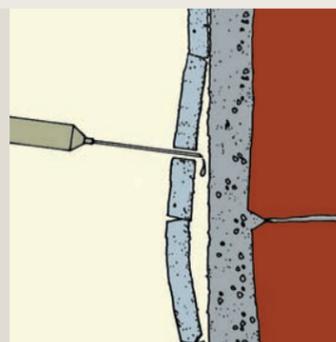
Si stucca il margine del distacco per creare una sacca stagna nella quale iniettare successivamente la miscela consolidante. Il foro in alto verrà utilizzato per iniettare la miscela già preparata.



Si procede con l'iniezione del prodotto consolidante, previa valutazione dello stato di conservazione dell'intonaco, le iniezioni possono essere eseguite sia a pressione sia per semplice collaggio.



Si inserisce nel foro un tubicino di gomma collegato a un aspiratore per eliminare i detriti presenti all'interno del distacco (ad esempio residui di malta disgregata) e quelli prodotti dalla foratura.



Si procede alla pulitura della lente di distacco iniettando una miscela di acqua e alcool. Tale operazione ha duplice finalità: individuare i punti di discontinuità e inumidire le pareti della lente per impedire alla miscela consolidante di fare presa troppo velocemente.