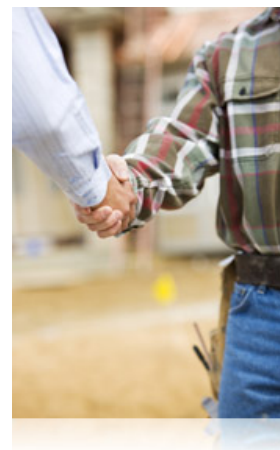


bollettino tecnico

05/14



ripristino e rinforzo murario

intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione



Performance ambientale

È ferma convinzione aziendale, che la crescita e lo sviluppo delle attività debbano necessariamente confrontarsi con l'impegno a ridurre costantemente l'impatto sull'ambiente. L'impegno di ATEC per lo Sviluppo Sostenibile è parte integrante della crescita aziendale, che fonda il proprio operato sul binomio tra tecnologie ad elevato rendimento e ottimizzazione dei processi produttivi.

Una strategia di innovazione e di efficienza industriale che si coniuga nel pieno rispetto della protezione del clima, del risparmio delle risorse naturali e della riduzione delle emissioni in atmosfera.

Strategia, ricerca, etica ambientale e lavorativa costituiscono i pilastri fondamentali sui quali poggia l'azienda, che s'impegna continuamente a mantenere alti i propri valori:

- ✓ protezione del clima e riduzione delle emissioni;
- ✓ utilizzo di materie prime biotecnologiche;
- ✓ salute e sicurezza sul lavoro;
- ✓ gestione degli impatti sul territorio e sulle comunità locali;
- ✓ attività divulgativa nel settore della chimica applicata alla bio-edilizia

I contesti urbani italiani, sono caratterizzati da un patrimonio edilizio molto ricco ma nello stesso tempo vulnerabile

bollettino tecnico 05/14

ripristino e rinforzo murario intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione

1. Introduzione

Con il presente bollettino tecnico, desideriamo indicare, a grandi linee, le corrette metodologie da impiegare, per ottenere il miglior risultato possibile, con il restauro delle opere in muratura, sia di edifici di civile abitazione, di nuova costruzione, sia di d'interesse storico o artistico.

In seguito, la scelta delle tecniche e materiali, per il raggiungimento degli obiettivi finalizzati a:

- Ridurre l'umidità ed i suoi effetti negativi;
- Individuare le cause dei dissesti strutturali;
- Individuare la natura di eventuali fenomeni chimico-fisici di degrado o dissesto;
- Recupero delle capacità strutturali;
- Recupero estetico ed ambientale;
- Affidabilità e durabilità dell'intervento.

2. Area Assistenza

I tecnici ATEC, affiancano i progettisti, manager e gli imprenditori, indagando in sinergia sulla struttura da trattare e ponendo a disposizione, più di 40 combinazioni possibili tra prodotti e metodologie di impiego già sperimentate e consolidate.

ATEC è l'assistenza seriale e garantita, a partire dalla fase di scelta del prodotto, alla metodologia migliore per la sua utilizzazione fino alla post-vendita.

Servizio tecnico Pre-vendita	Servizio Tecnico Post-Vendita
<p>I tecnici ATEC sono a disposizione, su richiesta del cliente, per effettuare analisi a problematiche di diversa natura direttamente in cantiere.</p> <p>Tramite la conoscenza visiva della particolare situazione da trattare, i professionisti aziendali saranno in grado di studiare, in maniera ancor più tempestiva ed efficace, soluzioni progettate in maniera specifica.</p> <p>Soluzioni personalizzate Sopralluogo in cantiere Relazione tecnica</p>	<p>Così come per gli inizi della fase progettuale, il personale tecnico è a disposizione, su richiesta, per assistere il cliente durante la posa in opera dei prodotti acquistati. L'obiettivo è quello di trasferire al personale di cantiere le modalità esatte di utilizzo e di ridurre così al minimo i rischi di errore che potrebbero compromettere la riuscita del lavoro.</p> <p>Consigli su applicazioni Risoluzione dei problemi Informazioni dettagliate sui prodotti</p>



bollettino tecnico

05/14

ripristino e rinforzo murario intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione

3. Normative/ Regole del mestiere

Normativa Europea, utile per i progettisti e addetti ai lavori di restauro:

UNI EN 998-2010 | UNI EN 998-1:2010 riguardante le malte per intonaci interni ed esterni
(divisa in 2 parti) | UNI EN 998-2:2010 riguardante le malte per muratura

In base alla Normativa UNI EN 998-2:2010 le malte per muratura vengono definite come:

- 1.a Malte a prestazione garantita;
 - 1.b Malte a composizione prescritta.
- 1.a La composizione delle “malte a prestazione garantita”, ed il suo metodo di produzione sono scelti dal produttore per ottenere le proprietà specificate (*concetto di prestazione*)
Tale malta deve essere specificata per mezzo della classe di resistenza a compressione secondo la seguente tabella:

Classe	M2,5	M5	M10	M15	M20	Md
<i>f_m</i> in N/mm ²	2,5	5	10	15	20	d

“d” = resistenza a compressione indicata dal produttore come multiplo di 5 > 20 N/mm²

Quando le malte per muratura sono campionate e testate secondo UNI EN 1015-2 e UNI EN 1015-11, i valori di resistenza a compressione non devono essere inferiori ai valori corrispondenti alla classe di resistenza dichiarata.

- 1.b Le proporzioni in volume o in massa di tutti i costituenti delle “malte a composizione prescritta” devono essere dichiarati dal produttore (*concetto di ricetta*).
Per le malte da muratura realizzate direttamente in cantiere, l’impresa ha la responsabilità di garantire che la resistenza a compressione della malta sia non inferiore a quella prevista da progetto.

Oltre a tutto, in linea con quanto disposto, dalla normativa sulle costruzioni nel Testo Unico 2008, sull’impiego di materiali compositi fibrosi FRP (tessuti, barre, lamine, connettori, ecc), per il rinforzo/ripristino statico, contemporaneamente, con utilizzo di malte a base calce idraulica naturale, per dare una risposta completa alla richiesta di eco-compatibilità con il supporto.

Questi metodi, sperimentati sia in laboratorio sia sul campo, saranno approfonditi nel seguito di questa edizione.

Regole del mestiere

Per una buona riuscita di un intonaco occorre fare attenzione, oltre alla qualità dei componenti, alla corretta posa in opera nel rispetto delle cosiddette “regole del mestiere”

- Le condizioni ambientali, devono essere caratterizzate da temperature comprese tra i +5 e + 35°C ed umidità del 65% per evitare danni provocati dal gelo e dal caldo eccessivo;
- In caso di elevate temperature, è buona norma umidificare la muratura e l’intonaco durante la fase di presa;
- Tempo di attesa, è fondamentale rispettare il tempo di attesa fra strati che dovrebbe essere di almeno otto giorni per garantire una corretta carbonatazione e per non ostacolare il processo di maturazione, soprattutto se contenente calce aerea o idraulica.

bollettino tecnico

05/14

**ripristino e rinforzo murario
intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione**

- Preparazione del supporto, in fase di preparazione del supporto è necessario eliminare ogni incoerenza, in particolare la malta poco aderente dei giunti, tra i conci murari;
- I ponteggi, devono essere posizionati, a una distanza dalla parete in modo da permettere la posa dell'intonaco senza soluzione di continuità;
- La superficie, deve essere ruvida e va bagnata abbondantemente per evitare che la malta dell'intonaco venga disidratata velocemente della propria acqua di impasto.

4. Condizioni di valutazioni specifiche di edificazioni in muratura

- 4.01 Umidità
- 4.02 Disgregazione dell'intonaco
- 4.03 Disgregazione della malta tra i conci murari
- 4.04 Carenze nei parametri murari
- 4.05 Cedimenti delle fondazione in muratura
- 4.06 Fessurazioni multidirezionali, scollamenti e schiacciamenti dei paramenti murari
- 4.07 Fessurazioni multidirezionali con esposizione di crolli localizzati di archi e volte
- 4.08 Fessurazioni direzionali per effetto dei cambiamenti termici
- 4.09 Fessurazioni parallele all'asse dello sforzo per effetto delle costruzioni sopraelevate
- 4.10 Esigenza di interventi destinati all'assorbimento dell'azione sismica

5. Tecniche di intervento e requisiti dei materiali

- 5.01 Componenti degli intonaci;
- 5.02 Ripristino degli intonaci
- 5.03 Rabboccatura e rifinitura delle connessioni di malta tra i conci murari;
- 5.04 Adeguamento delle fondazioni
- 5.05 Incremento di resistenza e duttilità
- 5.06 Incremento della resistenza e rigidità
- 5.07 Incremento resistenza e duttilità
- 5.08 Incremento resistenza a taglio e flessione nel piano e fuori dal piano con placcaggio in FRP
- 5.09 Fasciature di confinamento in FRP
- 5.10 Rinforzo a flessione di archi e volte
- 5.11 Rinforzo di contrasto alla spinta di apertura, delle strutture voltate, con catene in FRP
- 5.12 Rinforzo di solai e cordonature murarie
- 5.13 Recupero e consolidamento di solai in legno
- 5.14 Rinforzo di pilastri in muratura con incamiciatura totale
- 5.15 Rivestimenti protettivi e decorativi degli intonaci

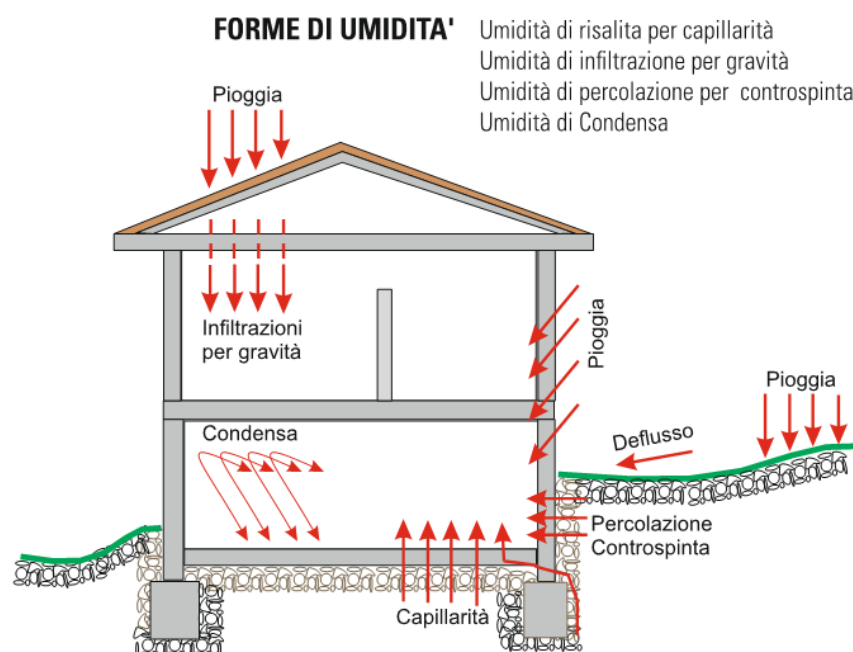
6. Voci di capitolato prodotti

bollettino tecnico
05/14

ripristino e rinforzo murario intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione

4.1 Umidità

Esistono caratteristiche chimiche e fisiche per le quali i materiali da costruzione possono avere una tendenza più o meno marcata ad assorbire acqua dall'ambiente ed accumularla assieme alle sostanze in essa disciolte. Le comuni malte, il calcestruzzo, i laterizi e la maggior parte dei prodotti per la muratura, sia tradizionali che moderni, hanno proprietà specifiche per cui tale tendenza è molto accentuata. Questi materiali sono in grado di assorbire notevoli quantità d'acqua in tempi e modi che dipendono dalla loro natura chimica, dalla porosità, vuoti e dall'ambiente esterno. Una muratura in laterizio può assorbire anche 100 litri d'acqua per metro quadro. Quando le condizioni ambientali portano ad un accumulo di umidità si verificano una serie di problemi: dal semplice danno estetico fino a quello strutturale con perdita di elementi della struttura muraria. L'acqua assorbita nella muratura può avere molteplici origini. Di conseguenza anche i danni ad essa associati sono di tipo diverso



CAUSE

Umidità di Risalita per capillarità, è sicuramente la più comune e dannosa causa di umidità delle murature. Ad essa è solitamente associata la presenza di sali che nel tempo provocano gravi danni estetici e strutturali

EFFETTI

Macchie ed efflorescenze a certe altezze
Distacchi
Disgregazione superficiale
Disgregazione dell'intonaco
Degrado della muratura

<p><u>Condensa superficiale</u> In assenza di un sufficiente isolamento termico l'umidità dell'ambiente si condensa sulle superfici più fredde, che in assenza di un sufficiente smaltimento verso l'esterno l'umidità si accumula nella materiale poroso.</p>	<p>Macchie e muffe Ambiente poco salubre Perdita d'isolamento Macchie e muffe Accumulo di sostanze aggressive Aumento della risalita capillare</p>
<p>Ristagni di acqua piovana, acqua di falda o perdite</p>	<p>Problemi generalmente di tipo progettuale</p>

4.02 Disgregazione dell'intonaco

L'acqua nella sua risalita capillare attraverso le murature trasporta dei sali disciolti che possono venire dal terreno, dai leganti o dai laterizi. La migrazione dei sali si sviluppa essenzialmente verso la superficie di estradosso dell'intonaco dove, a seguito dell'evaporazione, i sali si depositano sotto forma di cristalli, sia dentro i pori del materiale, sia sulla superficie esterna, formando una patina bianca detta efflorescenza. Poiché i cristalli che si formano si accrescono secondo direzioni preferenziali, si sviluppa la cosiddetta pressione di cristallizzazione che porta alla disgregazione dell'intonaco e dei laterizi.

Le possibili indagini da condurre sono rappresentate da:

- analisi visiva
- ricerca dei sali solfatici: diffrattometria a raggi x e termoanalisi
- igrometria: si individua il contenuto di umidità del campione e la massima quantità d'acqua che il campione stesso riesce a sopportare in immersione;
- presenza di sali: attraverso le caratteristiche dielettriche (Conduttività Elettrica), si valuta l'effetto della presenza di sali quali cloruri, nitrati, solfati, ecc
- tipologia del sale: i metodi della Solubilizzazione dei Sali e la Cromatografia Ionica consentono di individuare con precisione il tipo e la quantità di sali presenti.

4.03 Disgregazione della malta tra i conci murari

Spesso, in una muratura faccia a vista, i punti più vulnerabili sono la malta tra i conci murari, ed il danno si evidenzia attraverso la parziale mancanza della stessa malta d'allettamento.

Le fessurazioni nei giunti spesso dovute al ritiro della malta impiegata, o a problemi strutturali o alla cattiva esecuzione, rappresentano le vie preferenziali per l'inizio delle patologie di degrado. È da qui infatti che l'acqua piovana comincia il proprio viaggio verso gli strati più interni della muratura. La disgregazione di porzioni di materiale avviene per effetto di:

- cicli di gelo e disgelo
- dilavamento e caduta del legante come effetto delle piogge acide
- cristallizzazione dei sali causata dall'umidità ascendente Le indagini da effettuare sono le medesime di quelle indicate per i casi di disgregazione o cadute di intonaci

4.04 Carenze nei parametri murari

Le cause delle carenze, sono generalmente imputate a ragioni strutturali o a fenomeni di degrado chimico fisico o alla loro combinazione. L'analisi visiva diretta consente di determinarne l'entità ma possono anche impiegarsi tecniche di endoscopia, soniche e carotaggi.

4.05 Cedimenti delle fondazione in muratura

Le fondazioni in muratura possono essere classificate in continue (a nastro) o a plinto (isolate o a pozzo). La prima classe è tipica di strutture regolari, con terreni apparentemente consistenti e a poca profondità; la seconda è tipica di terreni in cui lo strato portante si presenta a discreta profondità, in queste situazioni, soprattutto nel passato, si eseguivano scavi isolati profondi (i pozzi), si riempivano gli scavi con misto di laterizi – pietra e malta e si collegavano i pozzi tra loro con archi a tutto sesto.

Le cause che portano alla formazione di cedimenti sono molteplici:

- interpretazione errata della portanza del terreno;
- modifica nel corso del tempo delle caratteristiche del terreno;
- influenza di vibrazioni da traffico;
- incremento dei carichi trasmessi in fondazione (ad es. sopraelevazioni);
- costruzione di fondazioni in adiacenza.

bollettino tecnico

05/14

**ripristino e rinforzo murario
intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione**

La comparsa di cedimenti fondazionali produce la modifica della distribuzione degli sforzi in tutta la struttura soprastante, con conseguente comparsa di fessurazioni verticali, movimenti o rotazioni relative, ecc. La fase di indagine è essenziale per individuare le cause e le posizioni in cui si sono manifestati i cedimenti. In una prima fase occorre recuperare il rilievo delle dimensioni geometriche, della verticalità delle strutture, dell'entità delle fessurazioni, l'individuazione degli impianti e dell'evoluzione storica del fabbricato: variazioni, sopraelevazioni, aggiunte, rimozioni ecc. ed il prelievo di alcune carote di muratura per la determinazione della resistenza a compressione. Da questi primi dati si può discernere quali possono essere le cause e le zone interessate dal dissesto. In una seconda fase occorrono indagini specifiche che portino alla identificazione della/e cause del cedimento fondazionale. Se, ad esempio, si hanno timori sulle modifiche di "portanza" del terreno si dovranno eseguire sondaggi e stratigrafie, nei riguardi del traffico, invece, si possono eseguire rilievi vibrazionali, nei riguardi delle sopraelevazioni si possono eseguire dei rilievi del carico presente con martinetti piatti.

4.06 Fessurazioni multidirezionali, scollamenti e schiacciamenti dei paramenti murari

I paramenti murari sono soggetti a sforzi di compressione eccentriche e ad eventuali azioni sismiche orizzontali. Ne risulta uno stato di sollecitazione per pressoflessione e taglio che deve essere opportunamente valutato per la ridottissima resistenza a trazione della muratura.

In aggiunta alla cause di tipo strutturale, molteplici possono essere le manifestazioni di degrado quali ad esempio la presenza di discontinuità di costruzione, dovute ai continui rimaneggiamenti e aggiunte effettuate in diverse epoche o di cavità, vuoti murari, come nell'opus cementicium, incertum e mixtum.

Le murature a secco in pietra e laterizio multistrato caratterizzano le costruzioni storiche sia nell'edilizia monumentale che in quella abitativa comune. Tali murature presentano molto spesso problemi strutturali dovuti all'utilizzo di materiali con scarse caratteristiche meccaniche, all'irregolarità morfologica dell'apparecchiatura muraria e alla presenza di vuoti, spesso concentrati in un nucleo interno. In tutti questi casi la crisi del corpo murario può avvenire per:

- superamento della resistenza a compressione (frattura del mattone e/o sbriciolamento della malta di giunto);
- formazione di fessure orizzontali dovute alla presenza di flessioni fuori dal piano per eccentricità dei carichi verticali e carichi orizzontali sismici;
- formazione di fessure diagonali dovute al superamento della resistenza al taglio. L'indagine conoscitiva iniziale deve fornire allo strutturista il rilievo preciso della situazione attuale: lo stato delle murature, l'eccentricità in gioco, i carichi esistenti, la resistenza a compressione della muratura, mediante prelievo di carote da saggiare in compressione. Dopo una analisi a tavolino si identificano i setti da rinforzare e le tecniche possibili. A compimento della fase di indagine occorrerà capire quali possono essere i materiali più compatibili mediante un'analisi chimica e meccanica dei costituenti.

4.07 Fessurazioni multidirezionali con esposizione di crolli localizzati di archi e volte

In generale le strutture in muratura sono particolarmente fragili nei riguardi degli stati di trazione. Queste sollecitazioni sono abbastanza elevate su strutture verticali o orizzontali, meno significative nelle strutture curve, seppur ugualmente presenti.

Quando però ci si trova di fronte a carichi non simmetrici, cedimenti differenziali, azioni sismiche, le sollecitazioni di trazione nelle volte diventano significative e le fessure si formano immediatamente nella direzione ortogonale alla direzione di trazione principale. La perdita di continuità può generare crolli improvvisi di porzioni di volta o dell'intera struttura, qualora le fessurazioni si riconducano ad uno schema labile a più cerniere.

Molto pericolosi sono i movimenti e le rotazioni relative degli appoggi, o un'insufficiente curvatura. Quest'ultimo caso è conseguenza di deformazioni permanenti accumulate durante la vita della struttura,

bollettino tecnico

05/14

**ripristino e rinforzo murario
intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione**

magari accentuate dalla scelta di ribassare fortemente la volta. In questi casi la componente dell'azione sismica normale alla superficie produce sforzi di taglio e di trazione incompatibili con la resistenza del materiale. Un'altra causa di crisi degli archi e delle volte è dovuta all'eccessivo riempimento in corrispondenza delle imposte, specie se si tratta di materiale incoerente. Dopo aver rilevato la configurazione geometrica ed i carichi presenti sulla volta, occorre esaminare il livello residuo di sicurezza, anche in relazione con le successive lavorazioni, per stabilire quando sia necessario porre un ponteggio di sostegno provvisorio e l'ordine delle lavorazioni di pulitura e rimozione dei rinfianchi superiori. Completano la fase di indagine le seguenti prove:

- rilievo visivo dello stato fessurativo e degli effetti del degrado chimico-fisico;
- mappatura ultrasonica per l'accertamento della consistenza della muratura;
- eventuali prove chimiche per accertare il contenuto di solfati ed altri agenti di degrado.

4.08 Fessurazioni direzionali per effetto dei cambiamenti termici

Le variazioni termiche giornaliere e quelle stagionali tipiche del nostro territorio non producono sostanziali problemi sulle strutture murarie, tranne nel caso delle ciminiere. Quando, però, la struttura muraria si trova in contatto, o in coazione, con elementi metallici o elementi in calcestruzzo, la differenza nel coefficiente di espansione termica dei due materiali può generare fessurazioni e fratture nella muratura

4.09 Fessurazioni parallele all'asse dello sforzo per effetto delle costruzioni sopraelevate

Le costruzioni in sopraelevazione, possono produrre eccessivi incrementi di compressione nelle murature portanti, nonché, cedimenti delle fondazioni.

Il superamento, delle resistenze a compressione, della malta dentro un giunto murario, può condurre a cedimenti degli elementi verticali, formando talvolta rigonfiamenti e microfessurazioni parallele all'asse dello sforzo.

Questi fenomeni sono poco vistosi ed avvengono quando si è in prossimità del collasso vero e proprio. Questo fenomeno, si può anche manifestare, per mancanza di redistribuzione dei carichi, per aperture di porte o finestre o per semplice degrado della malta del giunto nel corso del tempo.

Sono essenziali, per avere una chiara idea della situazione iniziale e del margine di sicurezza ancora disponibile, eseguire, un'indagine preventiva della struttura del fabbricato, ed alcune prove di compressione con martinetto piatto.

4.10 Esigenza di interventi destinati all'assorbimento dell'azione sismica

Il grave danneggiamento di edifici in muratura che si verifica in occasione degli eventi sismici ha evidenziato la necessità di studiare tecniche di protezione sismica che consentano alle strutture di affrontare un terremoto con un sufficiente margine di sicurezza. Nel caso degli edifici storici un intervento di adeguamento sismico deve essere anche tale da avere un impatto minimo sulla costruzione, preservandone il più possibile la fabbrica originaria.

L'isolamento alla base (BIS) nel corso degli ultimi decenni ha interessato il settore del restauro e adeguamento di edifici esistenti, con particolare riferimento a quelli di valore storico-monumentale. Infatti il (BIS) consente di mediare in maniera ottimale le opposte esigenze che si configurano nella protezione sismica dell'edilizia monumentale, ovvero sicurezza strutturale e conservazione architettonica. Tale applicazione appare sempre più diffusa al punto che attualmente negli USA sono più numerosi gli interventi di adeguamento sismico di edifici esistenti tramite isolamento che le realizzazioni di edifici isolati di nuova costruzione. Uno studio comparativo sull'efficacia di due interventi alternativi, consistenti rispettivamente nell'inserimento di impalcati rigidi e nell'introduzione di un sistema di isolamento alla base (BIS).

ripristino e rinforzo murario intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione

hanno consentito di caratterizzarne il comportamento sismico e di individuare i punti di maggiore vulnerabilità. I risultati delle analisi mostrano che l'introduzione di impalcati rigidi non è un intervento del tutto vantaggioso, mentre il (BIS) si rivela una strategia di protezione sismica particolarmente promettente, in quanto riduce, l'azione sull'edificio, e quindi la resistenza richiesta, fino a valori compatibili con la propria capacità portante.

Sotto l'azione orizzontale del sisma, le costruzioni in muratura, tendono a fessurarsi immediatamente, data la bassa resistenza a trazione e ridotta duttilità dei materiali costituenti la muratura stessa.

D'altra parte l'alto grado di iperstaticità del apparato murario consente, dopo la fessurazione, la formazione di altre rappresentazioni assestate.

La normativa italiana consente di valutare gli effetti sismici mediante una "analisi statica equivalente", purché, la struttura portante abbia uno schema semplice e non presenti elementi spingenti di luce notevole.

Nelle edificazioni d'interesse storico innalzate all'interno delle "zone a rischio sismico", si distinguono due tipologie di intervento:

- Interventi di adeguamento sismico, si dovrà procedere, obbligatoriamente, realizzazione di opere di assorbimento dell'azione sismica, tutte le volte in cui si preveda eseguire: sopraelevazioni, modifiche strutturali, ampliamenti, ecc.
- Interventi di miglioramento sismico, si dovrà procedere all'esecuzione di opere che aumentino il grado di sicurezza strutturale nei riguardi delle azioni sismiche.

5. Tecniche di intervento e requisiti dei materiali

Un requisito fondamentale per la buona riuscita degli interventi di riparazione e rinforzo è la scelta della massima eco-compatibilità dei materiali proposti, con quelli esistenti.

Tale compatibilità è legata essenzialmente ai seguenti fattori:

- Compatibilità chimica
- Miglior adesione possibile
- Stabilità dimensionale nel tempo
- Affinità dei comportamenti termici ed elastici

L'esigenza di salvaguardare l'immenso patrimonio storico del nostro paese ha spinto la ricerca ATEC SRL, ad approfondire numerosi aspetti fisico-chimici e mettendo a punto, materiali e metodi d'intervento che fossero compatibilmente, meno invasivi rispetto alla struttura da riparare. l'intervento di restauro, è articolato nelle seguenti fasi di indagini preliminari

- Riconoscimento petrografico dei materiali esistenti;
- Verifica della presenza di sostanze nocive e la loro concentrazione;
- Scelta delle tecniche di intervento;
- Scelta dei materiali e loro requisiti per la realizzazione delle tecniche previste;
- Caratterizzazione dei materiali e specifiche prestazionali, così come i nostri intonaci minerali con funzione di rivestimento protettivo e decorativo, vengono applicati con spessore variabile, che varia da pochi millimetri a qualche centimetro, allo scopo di livellare ed uniformare le superfici murarie.

La diffusione di questo tipo di rivestimento è dovuta, alla sua rapidità di preparazione e alla facilità di messa in opera. Fin dalla sua comparsa a fine ottocento, l'intonaco ha subito notevoli variazioni di composizione e di funzione. Inizialmente vengono realizzate le cosiddette "malte bastarde" (miscela di calce, cemento e sabbia) mentre, dalla seconda metà del XX secolo si sviluppano prodotti già confezionati "intonaci preconfezionati".

bollettino tecnico

05/14

ripristino e rinforzo murario
intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione

5.01 Componenti degli intonaci

La malta, utilizzata per erigere murature, preparare gli intonaci e applicare i rivestimenti in genere, è il risultato della miscelazione di un legante minerale, un inerte e acqua. Inerti e leganti sono le due categorie con cui vengono classificati gli elementi costitutivi dell'intonaco.

Gli Intonaci, preconfezionati in polvere, sono analogamente composti da leganti, aerei o idraulici, inerti e additivi coadiuvanti, di nuova generazione, che hanno lo scopo di migliorare le prestazioni, nonché facilitare la posa del prodotto stesso.

Nella scelta, tra le diverse tipologie di materiali, è fondamentale assicurare compatibilità tra i tipi di prodotto.

La composizione delle miscele può variare in funzione del tipo di applicazione a mano o a macchina, e in funzione degli strati e spessori di applicazione.

Seguire accuratamente le informazioni fornite nelle "DPO"ATEC, Direttive per la Posa in Opera, sulla necessità di preparare il supporto di applicazione, mediante applicazione di primer o rinzaffi, sugli spessori applicabili, per strato, sui tempi di attuazione di nuovi strati, sulle modalità di impasto con acqua in funzione del sistema di applicazione e sulle temperature di applicazione.

Una corretta realizzazione evita l'insorgere di spiacevoli problemi, quali la scarsa consistenza e compattezza dello strato di intonaco che può causare difficoltà di stesura e di resistenza delle pitture di finitura, fenomeni di screpolature da ritiro, distacchi tra i vari strati, efflorescenze in superficie di sali igroscopici

Inerti naturali: materiali che non hanno trasformazione chimica pur partecipando al risultato finale del manufatto, le pietre, le sabbie, i mattoni. Essi formano lo scheletro rigido della malta occupando circa il 60-65% del volume totale.

Poiché dalla loro granulometria dipende la qualità dei vuoti che saranno riempiti dal legante, è importante che la dimensione granulometrica tra inerte e legante sia diversa, in modo da assicurare una massa compatta.

Questo permetterà ai cristalli del legante di essere più corti, quindi più robusti con una conseguente contrazione durante l'essiccamento ridotta al minimo.

La tipologia di inerti più diffusa sono le sabbie, naturali se provengono da cave, da fiumi o laghi o dal mare, artificiali se invece provengono dalla frantumazione di rocce o di prodotti artificiali. A seconda della loro natura e dal tipo di roccia da cui provengono, le sabbie possono avere diverse granulometrie andando ad incidere sulla qualità delle malte.

Per esempio, la presenza di impurità come terra, argilla e polveri fini riduce il potere legante del carbonato di calcio e la conseguente resistenza della malta; l'impiego di sabbie di mare, grazie alla presenza di cloruri, favorisce nel tempo l'insorgenza di efflorescenze saline.

Leganti: materiali che, una volta messi in opera, subiscono modificazioni chimico-fisiche e si trasformano in composti che caratterizzano alcune qualità della struttura realizzata, quali rigidità, robustezza e resistenza agli agenti atmosferici. I leganti, infatti, induriscono in presenza di acqua e aria. I leganti più comuni sono a base di calce e cemento e si ottengono a partire da elementi naturali.

Una volta sottoposti a cottura, vengono trasformati in sostanze che reagiscono con l'acqua e l'anidride carbonica contenuta nell'aria, formando cristalli che sviluppano enormi forze adesive fra leganti stessi ed inerti. I leganti calce idrata, grassello di calce, calce idraulica, cemento possono essere utilizzati da soli o in abbinamento tra loro formando le cosiddette "malte bastarde".

bollettino tecnico

05/14

ripristino e rinforzo murario intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione

Qualora si utilizzi solo la calce come legante, l'intonaco avrà una scarsa resistenza alle sollecitazioni meccaniche e richiederà tempi di attesa relativamente lunghi fra le fasi di posa.

Utilizzando solo cemento, invece, l'intonaco sarà poco traspirante, piuttosto rigido, e quindi poco adatto a seguire i movimenti dei vari supporti.

Nella malta, oltre al legante e all'inerte, si impiegano anche altri elementi coadiuvanti la reazione di presa, come la pozzolana.

Pozzolana: si trova generalmente sotto forma di sabbia incoerente, ma può presentarsi anche come agglomerato e quindi essere frantumata e vagliata.

L'aggiunta di cariche dal comportamento pozzolanico al legante calce porta numerosi vantaggi come una presa più rapida, maggiore resistenza meccanica e all'acqua, la possibilità di aderire anche sui muri umidi.

In seguito verranno indicati alcuni prodotti dedicati alla eco-compatibilità:

Linea Restor

Intonaci deumidificanti calce Idraulica



restor a

bio-malta di soletamento a calce idraulica per la deumidifi...



restor f

Finitura fine deumidificante a calce idraulica (spessore da ...



restor f60

malta traspirante di finitura frattazzata a calce idraulica ...



restor r

bio-malta antisale da rinzaffo e rinceccio murario a base di...

Linea Silicol

Intonaci colorati ai silicati e calce Idraulica



silicol 10

Intonaco colorato ai silicati con finitura a grattone (spess...



silicol 3f

Intonaco minerale colorato con finitura a frattazzo fine (sp...



silicol 5fm

Intonaco minerale colorato con finitura a frattazzo medio (s...



silicol primer

Promotore di silicizzazione ad azione corticale nei cicli ...

bollettino tecnico
05/14

ripristino e rinforzo murario intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione

Linea Silica

Pitture ai silicati



silica p21

ecopittura traspirante ai silicati resistente alla carbonata...



silica p21-as

Ecopittura acrilica resistente alla carbonatazione



silica p21-m

ecopittura ai silicati resistente alla sollecitazione marina



silica primer

Promotore di silicizzazione ad azione corticale nei cicli...

Linea Silo

Pitture ai silossano



silo cover-an

Ecopittura silossanica ad alta traspirabilità



silo cover-o

Ecopittura silossanica ad alta traspirabilità



silo primer

Impregnante fissativo consolidante ai silossani

Linea Cal

Pitture alla calce



cal paint-c

Ecopittura minerale traspirante con finitura antica al civile...



cal panit-e

ecopittura minerale traspirante con finitura antica liscia

bollettino tecnico
05/14

ripristino e rinforzo murario intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione

Linea Term

Sistemi Termoacustici



term base-m1

Matta termoacustica per
massi cementizi o
laterizi



term brick

termoisolante per il
montaggio di blocchi e
involucro di i...



term coat-20

ISOLANTE TERMO
ACUSTICO IN
POLISTIRENE ESPANSO
ALTA DENSITÀ



term coat-r

Stuoia per isolamento
termoacustico in
posizione separata



term floor

Massetto pronto prodotto
per isolamento termo-
acustico



term latex

Lattice conduttivo
polimerico



term wall

Diffusore prodotto per
isolamento termoacustico

Linea Carbon

Tessuti e laminati in fibra di carbonio FRP



carbon foil-12

Laminato in fibra di
carbonio preimbevuto H =
12
CM



carbon foil-6

Laminato in fibra di
carbonio preimbevuto H =
6
CM



carbon foil-9

Laminato in fibra di
carbonio preimbevuto H =
9
CM



carbon link

connettore unidirezionale
in foglio multi fibre per
ancorag...



carbon round

Barra Agulosa in fibra di
carbonio a resistenza
opposita po...



carbon tex-b

Tessuto in fibra di carbonio
bidirezionale



carbon tex-u

Tessuto in fibra di carbonio
unidirezionale

bollettino tecnico

05/14

ripristino e rinforzo murario intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione

5.02 Ripristino degli intonaci

La procedura applicativa classica, di un intonaco, avviene generalmente, in tre fasi successive:

Rinzaffo	Strato millimetrico, con funzione di aggrappo al supporto, di livellamento e regolazione di assorbimento idrico delle superfici, garantendo nel contempo l'aderenza dello strato successivo. L'impasto deve essere sufficientemente fluido ed applicato dal basso verso l'alto a cazzuola, avendo cura di farlo penetrare nei giunti e nelle fessure.
Abbozzo	Strato intermedio di regolazione, con spessore > di 1 cm, avente la funzione, di realizzare un rivestimento complanare, e resistente meccanicamente.
Rasatura Stabilitura	strato millimetrico che consente di uniformare l'abbozzo di intonaco applicato, e servire da fondo, per le finiture successive.

Classificazione della malta da intonaco in base alle caratteristiche secondo la normativa europea UNI EN 998/1.

Proprietà	Categorie	Valori
Intervallo di resistenza a compressione a 28 giorni	CS I	da 0,4 a 2,5 N/mm ²
	CS II	da 1,5 a 5,0 N/mm ²
	CS III	da 3,5 a 7,5 N/mm ²
	CS IV	≥ 6 N/mm ²
Assorbimento d'acqua per capillarità	W 0	non specificato
	W 1	$c \leq 0,40 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}0,5$
	W 2	$c \leq 0,20 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}0,5$
Conducibilità termica	T 1	$\leq 0,1 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
	T 2	$\leq 0,2 \text{ W/m} \cdot \text{K}$

Performance essenziale delle malte da intonaco	Norma
Caratteristiche strutturali in linea con la normativa	UNI EN 998/1
Adesione al supporto	UNI EN 1015-12
Resistenza alla formazione di efflorescenze	NorMaL M33/87
Rilascio di sali idrosolubili	NorMaL 13-83
Lavorabilità	UNI 7044
Contenuto di cloruri	UNI EN 1015/17
Coefficiente di diffusione del vapore μ	UNI EN 1015-19
Impermeabilità all'acqua	UNI EN 1015/18

Intonaci deumidificanti:

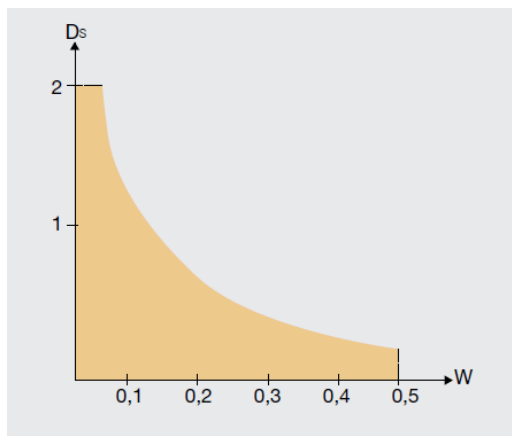
la tecnica della deumidificazione con l'utilizzo di intonaci macro-porosi, consiste nel sostituire il vecchio intonaco ammalorato con malte traspiranti che consentono di avere un eccellente scambio igrometrico con l'ambiente e, ai sali migranti per risalita capillare dal terreno, di essere accolti nei microvuoti, dell'intonaco stesso, contrastando la formazione di efflorescenze saline e il conseguente distacco dell'intonaco.

Performance essenziale delle malte da intonaco deumidificante	Norma
Caratteristiche strutturali in linea con la normativa	UNI EN 998/1
Adesione al supporto	UNI EN 1015-12
Resistenza alla formazione di efflorescenze	NorMaL M33/87
Rilascio di sali idrosolubili	NorMaL 13-83
Porosità totale	NorMaL 4/80

Quantità di aria inglobata
Lavorabilità
Contenuto di cloruri
Coefficiente di diffusione del vapore μ
Coefficiente di conducibilità termica
Impermeabilità all'acqua

UNI EN 1015-7
UNI 7044
UNI EN 1015/17
UNI EN 1015-19
UNI EN 1745.
UNI EN 1015/18

Assorbimento d'acqua e permeabilità al vapore



Teoria di DI KÜNZEL

$D_s \times w < 0,1$

Permeabilità al vapore rappresentato da μ (adimensionale)
Indica la resistenza alla trasmissione del vapore attraverso quel dato materiale.

$D_s = \mu \times$ spessore applicato (m)

Teoria di Künzel:

materiale permeabile al vapore se $D_s < 2$ m

$D_s < 0,1$ m Alta permeabilità

$0,1 < D_s < 0,5$ m Alta permeabilità

$D_s > 0,5$ m Bassa permeabilità.

Assorbimento d'acqua per capillarità rappresentato da W ($\text{kg/m}^2 \times \text{h}^{0,5}$) Indica la tendenza di un materiale ad assorbire l'acqua, che si deposita sulla sua superficie.

$w > 0,5$ Alto assorbimento

$0,1 < W < 0,5$ Medio assorbimento

$W < 0,1$ Bajo assorbimento

5.03 Rabboccatura e rifinitura delle connessioni di malta tra i conci murari

Per costruire una nuova muratura o per ripristinarne parti si possono impiegare vari tipi di malta: dal punto di vista meccanico la nuova normativa europea UNI EN 998/2 prevede diverse possibilità.

Vedi punto 1.a /1.b (Classificazione della malte da muratura secondo UNI EN 998/2)

Performance essenziali delle malte da muratura

Caratteristiche strutturali in linea con la normativa

Adesione al supporto
Resistenza alla formazione di efflorescenze
Rilascio di sali idrosolubili
Lavorabilità
Contenuto di cloruri
Coefficiente di diffusione del vapore μ
Impermeabilità all'acqua

Norma

UNI EN 998/2

UNI EN 1015-12
NorMaL M33/87
NorMaL 13-83
UNI 7044
UNI EN 1015/17
UNI EN 1015-19
UNI EN 1015/18

ripristino e rinforzo murario intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione

5.04 Adeguamento delle fondazioni

La necessità di intervenire sulle fondazioni di costruzioni esistenti può essere dettata da diversi fattori tra i quali si citano a titolo di esempio:

- 1) L'adeguamento per nuova destinazione d'uso o per un significativo aumento dei carichi di progetto rispetto a quelli originari;
- 2) Il rinforzo legato alla necessità di contrastare l'evoluzione di fenomeni in atto che possano comportare una perdita di funzionalità della struttura o, nei casi più estremi, il suo collasso.

La prima situazione si presenta ad esempio nei casi in cui siano previsti interventi di ampliamento della struttura e/o nuove esigenze funzionali che comportino un aumento dei carichi agenti.

Altro esempio significativo è costituito dalla necessità di adeguare la struttura a prescrizioni normative sulle verifiche e/o sulle azioni di progetto più onerose rispetto a quelle del passato, come avviene per esempio nel caso delle azioni e delle relative verifiche sismiche la cui entità è stata recentemente modificata in modo significativo attraverso le nuove norme tecniche sulle costruzioni (NTC08 2008).

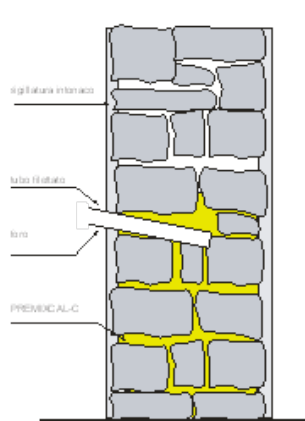
Per quanto riguarda invece gli interventi di rinforzo sul sistema sottosuolo/fondazione, gli esempi più comuni sono legati all'evoluzione di cedimenti in fondazione, a variazioni di condizioni al contorno (e.g. interventi in adiacenza al costruito; effetti del traffico veicolare; variazioni delle piezometrie; erosione) e/o al degrado delle caratteristiche geotecniche/strutturali del sistema fondazione/terreno (e.g. movimenti franosi; cavità sotterranee; corrosione di inclusioni e rinforzi; invecchiamento delle murature; cedimenti di consolidazione e/o viscosi nel tempo).

Gli interventi di miglioramento del comportamento meccanico dei terreni e/o di rinforzo degli stessi possono essere ulteriormente suddivisi in interventi di tipo strettamente conservativo, che mirano semplicemente al mantenimento dello stato di fatto ed ad evitare ulteriori evoluzioni dei fenomeni deformativi in atto, incrementando eventualmente le condizioni di sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi, ed interventi di ripristino e recupero vero e proprio che si propongono di ridurre il quadro deformativo e fessurativo in essere, attraverso stati di coazione indotti e/o l'attivazione di cinematismi di reversibilità in grado di recuperare condizioni di funzionalità e sicurezza in generale già ampiamente compromesse prima dell'esecuzione degli interventi.

5.05 Incremento di resistenza e duttilità

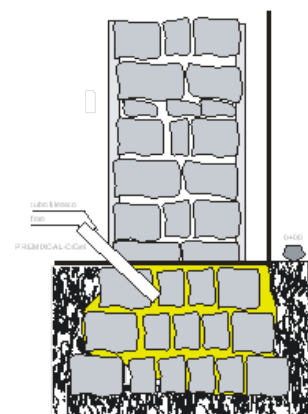
La presente sezione, si propone di segnalare norme tecniche di tipo prestazionale, finalizzate ad assicurare un alto livello di qualità, relativamente nella preparazione del supporto di applicazione, nelle attrezzature da adoperare, e i relativi dettagli di messa in opera della micromalta colloidale PREMIXCAL-C, indicata per eseguire interventi passivi, di riagggregazione consolidante in tasche di sacco parietale, di cavità e macrolesioni nelle murature d'epoca in pietra, mattoni e miste, per aumentarne la portanza strutturale, per ricucire lesioni dovute ad assestamento, per il consolidamento di pilastri, volte e parapetti lesionati, nonché per incollare e ripristinare intonaci anche affrescati, inoltre è ideale come intervento sostitutivo del cuci e scuci e, nella versione "Gel", per il confinamento dell'area basamentale di fondazioni murarie.

Il riempimento riaggregante con PREMIXCAL-C, a consistenza di boiaccia fluida, della cavità delle murature, presuppone che tutte le discontinuità superficiali (come giunti tra



ripristino e rinforzo murario intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione

elementi, crepe, fessure) siano a tenuta, per evitare la fuoriuscita, del prodotto fresco dalle stesse. Pertanto se la superficie della muratura dovesse prevedere un rivestimento, realizzare un intonaco adeguato alle esigenze. Qualora le superfici siano previste con finitura faccia a vista, realizzare la stuccatura superficiale, di tutti i giunti tra i conci murari, con malta da rinzafo e rincoccio RESTOR-R, a base di calce idraulica naturale, o in alternativa, eseguire un intonaco temporaneo di sacrificio, con malta di calce, a bassa resistenza, da rimuovere dopo l'intervento di riempimento. In presenza di affreschi, eseguire stuccatura delle fessurazioni con l'ausilio di personale specializzato. Lo scopo principale dell'intervento è quello di eliminare lo sfarinamento interstiziale delle interfacce, anche in spazi di sezione ridotta (fino a 0,3 mm), riducendo drasticamente il distacco parietale senza compromettere l'aspetto e le caratteristiche originarie del manufatto.



PREMIXCAL-C, miscela per iniezioni riaggreganti, risponde ai seguenti requisiti :

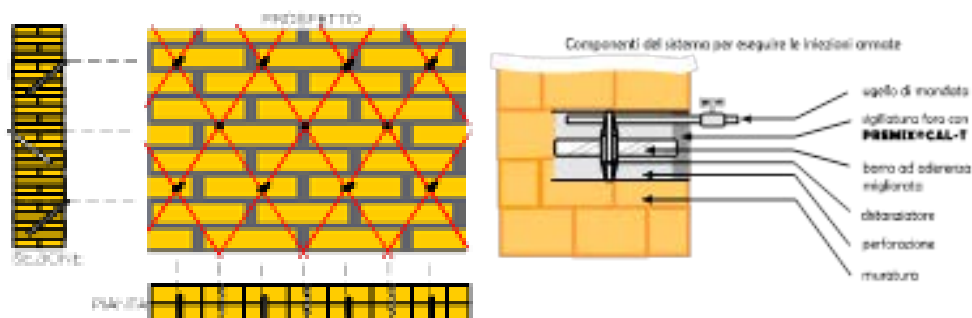
Reologici	penetrabilità e diffusione, assenza di segregazione ed essudazione (bleeding)
Chimici	stabilità chimica nel tempo, resistenza ai sali solfatici, limitazione del tenore di alcali
Fisici	presa ed indurimento, proprietà igroscopiche
Meccanici	caratteristiche di resistenza e rigidità simili a quelle delle malte d'epoca originarie
Termici	basso calore di idratazione

L'adozione di iniezioni di miscele leganti, mira al miglioramento delle caratteristiche meccaniche della muratura da consolidare. A tale tecnica, pertanto, non può essere affidato il compito di realizzare efficaci ammorsature tra i muri, se applicata da sola, il comportamento d'insieme della costruzione. Tale intervento risulta inefficace se impiegato su tipologie murarie che per loro natura siano scarsamente iniettabili (scarsa presenza di vuoti e/o vuoti non collegati tra loro)

Assorbimento delle iniezioni di micromalta eseguite su due tipologie di murature:

Tipologia di muratura	Assorbimento murario rispetto al volume della struttura
Muratura con paramento esclusivo	1%
Muratura a sacco più paramenti	20%

Particolare attenzione va posta nella scelta della pressione di immissione della miscela, per evitare l'insorgere di dilatazioni trasversali prodotte dalla miscela in pressione. Nel caso si reputi opportuno intervenire con iniezioni su murature incoerenti e caotiche, è necessario prendere provvedimenti atti a ridurre il rischio di sconnesione della compagine muraria e di dispersione della miscela



bollettino tecnico

05/14

ripristino e rinforzo murario intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione

Alla presenza di intonaci affrescati o dipinti il PREMIX.CAL-C deve essere miscelato solo con PROTEX.CALK, emulsione antiefflorescenze, riduttore del modulo elastico con assenza assoluta di variazione cromatica, in ragione di 5-6 lt per ogni sacco da kg 25 di PREMIX.CAL-C. In tal caso le iniezioni devono essere eseguite utilizzando idonei iniettori manuali. Per la definizione delle modalità di esecuzione delle iniezioni, la preparazione grafica del reticolo murario e le attrezzature da utilizzare, consultare al nostro servizio tecnico.

L'iniezione armata associa all'aumento di resistenza della muratura, prodotto dalla idratazione della boiaccia, la presenza di armatura, CARBONROUND FRP, resistente a trazione e alla corrosione.

Nei fori praticati nelle murature s'inseriscono barre che, a seguito dell'iniezione, vengono ad esser solidarizzate con la muratura, costituendo un elemento di cucitura in grado di sopportare sforzi di trazione

Si sconsiglia rigorosamente l'utilizzo di boiacche cementizie differenziate da bassa traspirabilità, elevata calore di idratazione, elevate resistenze meccaniche, rilevanti quantità di sali solubili (solfati, cloruri, nitrati, ecc), altamente dannosi, con conseguenze devastanti all'interno della muratura. Contrapponendosi in modo contrastante rispetto ai requisiti sostanziali delle malte a calce idraulica naturale.

5.06 Incremento della resistenza e rigidezza

Tecnica di consolidamento mediante intonacatura armata, ad elevata duttilità per il rinforzo strutturale ed adeguamento sismico di murature.

La tecnica di consolidamento consiste nel realizzare in aderenza alla superficie muraria, da un solo lato o da entrambi i lati, delle lastre di betoncino PREMIXCAL-BT, di calce idraulica ad alta resistenza con l'ausilio di rete in fibra di vetro tipo FIB-TEC.160 . La tecnica di consolidamento mediante lastra armata, può risultare adatta a quelle murature in stato di degrado particolarmente avanzato e non in grado di sopportare eccessive manipolazioni (in presenza di quadri fessurativi complessi ed estesi, altre tecniche, come le iniezioni o la costruzione muraria, possono infatti risultare difficilmente applicabili.

Si ottengono anche ottimi risultati nel risanamento di lesioni isolate.

l'intervento con la tecnica della cappa armata, viene eseguito anche all'estradosso delle volte. La cappa armata potrebbe essere preceduta, qualora il supporto murario presentasse delle fessurazioni o fratture, a interventi di risarcitura con boiacche da iniezione. Un ruolo fondamentale svolgono la qualità dei betoncini a calce idraulica e le armature utilizzati, che devono consentire nel contempo:

- Incremento della Duttilità senza variazioni di Rigidezza a Taglio nella Struttura
- Dissipazione dell'Energia senza collasso nel Caso di Evento Sismico



Performance essenziale delle malte/betoncini da muratura	Norma
Caratteristiche strutturali in linea con la normativa	UNI EN 998/2
Adesione al supporto	UNI EN 1015-12
elevata tixotropia per consentire l'applicazione a mano o a spruzzo	UNI 7044
Resistenza alla formazione di efflorescenze	NorMaL M33/87
Rilascio di sali idrosolubili	NorMaL 13-83
Lavorabilità	UNI 7044
Contenuto di cloruri	UNI EN 1015/17
Coefficiente di diffusione del vapore μ	UNI EN 1015-19
Impermeabilità all'acqua	UNI EN 1015/18

bollettino tecnico

05/14

ripristino e rinforzo murario
intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione

5.07 Incremento resistenza e duttilità

La resistenza alla duttilità può essere incrementata, nella fase di stilatura dei giunti murari, mediante l'inserimento di barra CARBONROUND di fibra di carbonio nei giunti stessi oggetto degli interventi, completando la stilatura con malta di calce idraulica o di resina, in virtù della particolare geometria e del rivestimento

5.08 Incremento resistenza a taglio e flessione nel piano e fuori dal piano con placcaggio in FRP

Uguualmente, a quanto avviene per il rinforzo delle strutture in cemento armato, anche per i pannelli murari e per le strutture voltate, è possibile adottare la stessa tecnica. Particolare attenzione deve essere rivolta alla preparazione del supporto. Dopo aver praticato una rasatura per la complanatura della superficie, si applicano in direzione verticale ed orizzontale delle reti o dei nastri in fibra di carbonio CARBONTEX per aumentare la resistenza a trazione e a flessione del setto murario. Per schemi di intervento e rappresentazione grafica rivolgersi al nostro servizio tecnico

5.09 Fasciature di confinamento in FRP

Questo tipo di intervento, prevede che il tessuto CARBOBBAND, in fibre di carbonio, viene avvolto attorno alla superficie dell'elemento da confinare (colonna o del pilastro), dopo aver arrotondato gli spigoli, aumentando in modo significativo la resistenza a compressione ed in modo molto evidente la duttilità dell'elemento rinforzato.

L'intervento viene ultimato, alcuna modifica sulle dimensioni esterne del manufatto e, se richiesto, senza alcuna solidarizzazione al supporto. La fasciatura infatti, può essere anche leggermente pretesata e non incollata al supporto, al fine di garantirne la rimozione qualora si rendesse necessario.

5.10 Rinforzo a flessione di archi e volte

L'utilizzo di rinforzi FRP su strutture in muratura rappresenta una diffusa modalità di consolidamento ed adeguamento che deve essere progettata ed eseguita con opportuni accorgimenti.

Ad esempio l'applicazione del rinforzo in FRP deve essere effettuata su elementi strutturali di adeguate proprietà meccaniche, ecco quindi l'importanza di disporre di rasatura a base calce idraulica di elevata resistenza, questo permette lo sfruttamento completo della resistenza offerta dalla fibra di carbonio. Nel caso in cui la muratura si presenti danneggiata o disomogenea, inoltre, prima dell'applicazione del rinforzo si dovrà prevedere un preconsolidamento, eseguito con materiali compatibili e di elevata resistenza (cuciscuci, iniezioni, ristilatura dei giunti, ecc.).

5.11 Rinforzo di contrasto alla spinta di apertura, delle strutture voltate, con catene in FRP

Le barre CARBONDBAND ed i piatti CARBON FOIL, sono progettati specificatamente per gli interventi di incatenatura di archi, volte o cupole in muratura, e consentono di espletare in modo eccellente la funzione di contrasto alla spinta di apertura tipica delle strutture voltate. Rispetto alle tradizionali catene in acciaio, la fibra di carbonio riduce drasticamente i problemi legati alla corrosione essendo esse stesse non soggette a tale fenomeno. I tiranti sono forniti in rotoli, molto leggeri e facili da manovrare.

bollettino tecnico

05/14

ripristino e rinforzo murario intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione

5.12 Rinforzo di solai e cordonature

Realizzazione di getti con opportuni spessori e connettori alle travi principali, in grado di ottenere la piena collaborazione alla flessione, per adeguare i solai esistenti in legno o in latero cemento a nuovi carichi verticali.

L'interasse tra i connettori, generalmente costituiti da spezzoni o tasselli di acciaio, è ottenuto dalla verifica delle tensioni tangenziali di interfaccia.

Qualora le murature portanti siano prive di cordoli armati in corrispondenza degli orizzontamenti è buona norma procedere alla realizzazione di cordonature con getto o colaggio di malta o betoncino a ritiro compensato previa posa in opera di armatura metallica, o fibra di vetro strutturale. Il cordolo di interpiano dovrebbe essere:

- continuo su tutto il perimetro del fabbricato;
- di altezza circa pari a quella del solaio;
- adeguatamente ammortato nella muratura esistente, per far ciò si predispongano delle tasche nella muratura a forma di coda di rondine, ad interasse di circa 3m;
- dotato di almeno 4 barre Ø16 e staffe Ø 6/25cm.

Prodotti:	composizione
PREMIXCAL-BC	Betoncino colabile di calce idraulica naturale
PREMIXCAL-BT	Betoncino tissotropico di calce idraulica naturale
BETON BASE.15	Betoncino colabile cementizio per riporto strutturale
BETONCRETE	Betoncino cementizio reoplastico REI 120 fibrorinforzato

5.13 Rinforzo di pilastri in muratura con incamiciatura totale

Il pilastro in muratura, dopo la sua puntellatura laterale, è rimosso dall'intonaco, reso ruvido asportando tutto ciò che non è più coerente. Si pone una armatura verticale ed una staffatura di passo ridotto. L'armatura può essere realizzata in acciaio, in acciaio inox ma anche in barre CARBONDBAND, realizzando quindi colatura entro cassero di betoncino di calce idraulica, senza armatura metallica all'interno.

Il rinforzo dei pilastri in muratura può essere talvolta confinato con tessuti unidirezionali in fibra di carbonio CARBONBAND.

5.14 Rivestimenti protettivi e decorativi degli intonaci

I tonachini e le decorazioni rappresentano gli elementi ultimi di completamento di un intervento di realizzazione, recupero e conservazione di un fabbricato. A loro viene affidata sia una valenza estetica che di protezione. I materiali che fino al 1800 hanno caratterizzato le nostre facciate sono prevalentemente a base di grassello di calce, sabbie carbonatiche e quarzifere pigmentate con terre.

I requisiti fondamentali di questi sono rappresentati da:

- un'elevata traspirabilità ossia basso coefficiente di diffusione del vapore μ (UNI EN 1015-19);
- una buona adesione ai supporti;
- pigmenti resistenti ai raggi U.V.;
- un'elevata resistenza alla formazione di muffe.

I materiali che a partire dai primi anni del 1900 si sono diffusi rapidamente nel mondo dell'edilizia sono i silicati di potassio quali vengono accorpati a sabbie carbonatiche e pigmentati con ossidi.

bollettino tecnico

05/14

ripristino e rinforzo murario intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione

Sono considerate delle finiture all'avanguardia che resistono agli ambienti aggressivi dell'ambiente, danno un'elevata idrofobizzazione al supporto, sono particolarmente indicate per fabbricati in prossimità di mare, per la loro resistenza alle piogge acide sono ideali per gli ambienti cittadini ricchi di smog, sono applicabili su tutti i tipi di supporto (tranne il gesso) ed indicati soprattutto per le superfici che sono state trattate con intonaci deumidificanti in modo da conferire un'ulteriore protezione dall'acqua piovana.

6. Voci di capitolato prodotti

RISANAMENTO E DEUMIDIFICAZIONE DEI MANUFATTI IN MATERIALI LAPIDEI

Rinzaffo antisale, con rincoccio, di vecchie e nuove murature miste o in mattoni pieni, con **RESTOR-R** dell'ATEC, malta a base di calce idraulica naturale NHL 3,5z (conforme alla norma EN 459-1), stabilizzata con pozzolana scelta, e specifici seccativi a legame colloidale e regolatori di porosità, Conforme alle norme UNI EN 998-2, è di Tipo M5, per costruzioni in zone sismiche (D.M. 20.11.87, Ord. P.C.M. 20.03.2003), da applicare con cazzuola o con macchina intonacatrice senza lisciare, previa asportazione dei vecchi intonaci e abbondante bagnatura del supporto, così come descritto nelle direttive di posa in opera. Resa teorica: 15,8 kg/m² per cm di spessore.

Intonacatura di pareti interne ed esterne, con malta di sottofondo **FRISO-LIME** dell'ATEC, a base calce aerea calcica naturale, inerti dolomitici di prima scelta, fibre e specifici additivi ridispersibili, da impastare con acqua pulita così come descritto nelle direttive di posa in opera, da applicare con cazzuola o con macchina intonacatrice in strati non superiori a 20 mm., di spessore per volta. Livellare con staggia e complanare con frattazzo di plastica, al fine di assicurare un supporto omogeneo per gli strati successivi di stabilitura, previa accurata pulizia del supporto. Conforme alle norme UNI EN 459-1; GP EN 998-1 Resa teorica: 1,30 kg/m² per mm. di spessore.

Intonaco deumidificante di allettamento, di vecchie e nuove murature miste o in mattoni pieni con malta **RESTOR-A** dell'ATEC, a base di calce idraulica naturale NHL.3,5z, secondo UNI EN 459-1, ad indurimento controllato, inerti con curva granulometrica bilanciata e stabilizzata con diffusivi a legame colloidale, da impastare con acqua pulita così come descritto nelle direttive di posa in opera, da applicare con cazzuola o con macchina intonacatrice, previo trattamento antisale con malta da rinzaffo **RESTOR-R** dell'ATEC. Conforme alle norme UNI EN 1015-19; UNI EN 998-1, è di Tipo R CS II. Resa teorica: 15,8 kg/m² per cm di spessore

Finitura liscia deumidificante, con malta **RESTOR-F** dell'ATEC, a base di calce idraulica naturale NHL-3,5, secondo UNI EN 459-1, caratterizzata da marne da calce cotte ad una temperatura di 900 °C, priva di sali solubili e priva di additivi organici di sintesi; da impastare con acqua pulita, applicare in opera con cazzuola in strati non superiori a 3 mm per volta e rifinire con spatola liscia, così come descritto nelle direttive di posa in opera. Conforme alle norme UNI EN 1015-19; UNI EN 998-1 (classe CR R). Resa teorica: 1,2 kg/m² per mm di spessore.

Finitura frattazzata deumidificante, con malta **RESTOR-F60** dell'ATEC, a base di calce idraulica naturale NHL-3,5, secondo UNI EN 459-1, caratterizzata da marne da calce cotte ad una temperatura di 900 °C, priva di sali solubili e priva di additivi organici di sintesi; da impastare con acqua pulita, applicare in opera con cazzuola in strati non superiori a 3 mm per volta e rifinire con frattazzo di plastica, così come descritto nelle direttive di posa in opera. Conforme alle norme UNI EN 1015-19; UNI EN 998-1 (classe CR R). Resa teorica: 1,3 kg/m² per mm di spessore.

bollettino tecnico

05/14

**ripristino e rinforzo murario
intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione**

Riaggregazione consolidante, in tasche di stacco parietale, cavità o macro lesioni nelle murature d'epoca mediante colatura od iniezioni di micromalta colloidale **PREMIX.CAL-C35** dell'ATEC, composta da calce idraulica naturale NHL 3,5z, a basso calore di idratazione, con ottima resistenza ai solfati, da miscelare con acqua pulita, così come descritto nelle direttive di posa in opera. Conforme alle norme UNI EN 480-5; UNI EN 459-1. EN 998/2-G Malta tipo M15. Resa teorica: 1,24 kg/dm³

Riaggregazione consolidante, in tasche di stacco parietale, cavità o macro lesioni nelle murature d'epoca mediante colatura od iniezioni di micromalta colloidale **PREMIX.CAL-C** dell'ATEC, formulata, secondo quanto stabilito dal regolamento CEE 880/92 sul requisito ecologico, con specifica calce idraulica naturale NHL 5z, inerti pozzolanici iperventilati, microsilicati di potassio e specifici metacaolini idrofobizzati, a basso calore di idratazione, con ottima resistenza ai solfati, da miscelare con acqua pulita, così come descritto nelle direttive di posa in opera. Conforme alle norme UNI EN 480-5; UNI EN 459-1.
Resa teorica: 1,24 kg/dm³

Restauro puntuale di elementi architettonici decorativi, fregi, cornici complanature antifessurative di forti spessori per i sistemi di rinforzo statico su vecchie murature miste o in mattoni pieni con malta fibrorinforzata **PREMIX.CAL-T** dell'ATEC, composta da calce idraulica naturale NHL5, e caolino calcinato a reattività pozzolanica con aggiunta di additivi antisolfatanti, fibre in polipropilene ed inerti selezionati, con ottima resistenza ai solfati, da miscelare con acqua pulita, così come descritto nelle direttive di posa in opera. Conforme alle norme UNI EN 1170-4; UNI EN 12190; UNI EN 8520; UNI EN 197-1.
Resa teorica: 1,4 kg/m² per mm di spessore.

Realizzazione di betoncini armati non colabili, per il consolidamento strutturale, dello spessore minimo di 40 mm., con betoncino fibrorinforzato **PREMIX-CAL.BT** tissotropico, a base di calce idraulica naturale NHL5z, adatto ai rinforzi tramite accoppiamento con reti metalliche elettrosaldate o in fibra di vetro, da realizzare sull'intradosso di volte o muratura, dopo asportazione di polvere, parti inconsistenti, efflorescenze saline oli ecc., dalla superficie oggetto di intervento, avendo cura di impedire una rapida essiccazione, del materiale in presenza di elevate temperature. Dove sia necessario si dovrà procedere, dopo pulizia del supporto e prima della realizzazione del betoncino, all'asportazione di eventuale malta di connessione inconsistente o polverulenta, e suo reintegro con malta strutturale **PREMIX-CAL.T** a base di calce idraulica naturale NHL5z. Resa teorica: 1,22 kg/dm³

Realizzazione di betoncini armati colabili, per il consolidamento strutturale, dello spessore minimo di 40 mm., con betoncino fibrorinforzato **PREMIX-CAL.BC** a base di calce idraulica naturale NHL5z, adatto ai rinforzi tramite accoppiamento con reti metalliche elettrosaldate o in fibra di vetro, da realizzare sull'estradosso di volte o solette in sasso, muratura o legno, dopo asportazione di polvere, parti inconsistenti, efflorescenze saline oli ecc., dalla superficie oggetto di intervento, avendo cura di impedire una rapida essiccazione, del materiale in presenza di elevate temperature. Dove sia necessario si dovrà procedere, dopo pulizia del supporto e prima della realizzazione del betoncino, all'asportazione di eventuale malta di connessione inconsistente o polverulenta, e suo reintegro con malta strutturale **PREMIX-CAL.T** a base di calce idraulica naturale NHL5z. Resa teorica: 1,22 kg/dm³

bollettino tecnico

05/14

ripristino e rinforzo murario intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione

RINFORZO STATICO E ADEGUAMENTO ANTISISMICO CON FRP

Applicazione di tessuto in fibre di carbonio ad alta resistenza e alto modulo **CARBONTEX**, con adesivo strutturale **PEGAPOX-EB, PEGAPOX-ET** e primer **PEGAFIX-70**, dell'ATEC, così come descritto nelle direttive di posa in opera; per interventi di rinforzo statico e adeguamento antisismico di strutture in cemento armato ed edifici in muratura, poste in zone a rischio o danneggiati da azioni fisico-meccaniche. Conforme alle norme UNI EN 1300-2; UNI EN 9897-6. e Direttive ASTM.

Resa teorica: per le molteplici applicazioni del CARBONTEX-U relativo al sistema CARBON dell'ATEC, rimandiamo espressamente a contattare il nostro centro tecnico per guidarVi e consigliarVi nella giusta scelta e dimensionamento degli interventi.

Applicazione di laminati in fibre di carbonio ad alta resistenza **CARBONFOIL**, con adesivo strutturale **PEGAPOX-EB, PEGAPOX-ET** e primer **PEGAFIX-70**, dell'ATEC, così come descritto nelle direttive di posa in opera; per interventi di rinforzo statico e adeguamento antisismico di strutture in cemento armato ed edifici in muratura, poste in zone a rischio o danneggiati da azioni fisico-meccaniche. Conforme alle norme UNI EN 1052; ASTM E 519-00.

Resa teorica: per le molteplici applicazioni del CARBONFOIL-12 relativo al sistema Carbon dell'ATEC, rimandiamo espressamente a contattare il nostro centro tecnico per guidarVi e consigliarVi nella giusta scelta e dimensionamento degli interventi.

Applicazione di Barra poltrusa in fibra di carbonio a matrice epossidica **CARBONROUND** con adesivo strutturale **PEGAPOX AVM**, dell'ATEC, così come descritto nelle direttive di posa in opera; per interventi di rinforzo statico e adeguamento antisismico di strutture in cemento armato ed edifici in muratura, poste in zone a rischio o danneggiati da azioni fisico-meccaniche. Conforme alle norme CNR DT 200/2004

Resa teorica: secondo progetto, per le molteplici applicazioni del relativo al sistema Carbon dell'ATEC, rimandiamo espressamente a contattare il nostro centro tecnico per guidarVi e consigliarVi nella giusta scelta e dimensionamento degli interventi.

Applicazione di connettore unidirezionale in fiocco multifibra **CARBONLINK** dell'ATEC, così come descritto nelle direttive di posa in opera; per interventi di rinforzo statico e adeguamento antisismico di strutture in cemento armato ed edifici in muratura, poste in zone a rischio o danneggiati da azioni fisico-meccaniche. Conforme alle norme CNR DT 200/2004

Resa teorica: secondo progetto, per le molteplici applicazioni del relativo al sistema Carbon dell'ATEC, rimandiamo espressamente a contattare il nostro centro tecnico per guidarVi e consigliarVi nella giusta scelta e dimensionamento degli interventi.

FINITURE PROTETTIVE-DECORATIVE

Eco-tonachina minerale protettiva, con finitura a frattazzo medio **SILICOL.5FM** dell'ATEC, formulata con calce idraulica naturale NHL-3,5 secondo UNIEN 459-1, inerti minerali silicatici neutri, e pigmenti inorganici idrofobizzati, permeabile al vapore acqueo, idrorepellente, inattaccabile da funghi, muffe ed alghe, particolarmente resistente all'aggressione dell'inquinamento, delle piogge acide, da impastare con sola acqua, come descritto nelle direttive per la posa, data in opera con cazzuola in strato massimo di 5 mm di spessore, previa accurata pulizia ed abbondante bagnatura del supporto. Conforme alle norme UNI EN 1015-19; UNI EN 998-1 (classe OC R). Resa teorica: 1,2 kg/m² per mm di spessore.

Eco-tonachina minerale protettiva, con finitura a frattazzo fine **SILICOL.3F** dell'ATEC, formulata con calce idraulica naturale NHL-3,5 secondo UNIEN 459-1, inerti minerali silicatici neutri, e pigmenti inorganici idrofobizzati, permeabile al vapore acqueo, idrorepellente, inattaccabile da funghi, muffe ed alghe, particolarmente resistente all'aggressione dell'inquinamento, delle piogge acide, da impastare con sola

bollettino tecnico

05/14

**ripristino e rinforzo murario
intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione**

acqua, come descritto nelle direttive per la posa, data in opera con cazzuola in strato massimo di 5 mm di spessore, previa accurata pulizia ed abbondante bagnatura del supporto. Conforme alle norme UNI EN 1015-19; UNI EN 998-1 (classe OC R). Resa teorica: 1,3 kg/m² per mm di spessore.

Eco-Pittura minerale protettiva, con finitura opaca liscia **SILICA.P21** dell'ATEC, a base di silicati di potassio stabilizzati ed idrofugati in specifica emulsione reologica, speciali pigmenti stabili alla luce, per realizzare rivestimenti idrorepellenti, traspiranti, resistenti alla carbonatazione, agli alcali, agli agenti meteorici ed alle piogge acide, per superfici murarie interne ed esterne, data in opera con pennello previa preparazione del sottofondo, con promotore di silicatizzazione **SILICA-PRIMER** dell'ATEC. Conforme alla norma DIN 18363. Resa teorica: 0,300 kg/m² per due passate

Eco-Pittura minerale protettiva, con finitura opaca liscia **SILICA P21-M** dell'ATEC, a base di alosilicato alcalino terroso stabilizzato in specifica emulsione di acido inorganico, speciali pigmenti stabili alla luce, con elevata permeabilità al vapore acqueo, idrorepellente, resistente all'azione della carbonatazione, alla salsedine marina, data in opera con pennello previa preparazione del sottofondo, con promotore di silicatizzazione **SILICA-PRIMER** dell'ATEC. Conforme alla norma DIN 18363. Resa teorica: 0,350 kg/m² per due passate

Eco-Pittura minerale di finitura protettiva, antica al civile **CAL PAINT-C** dell'ATEC, a base di grassello di calce idrofugata, cariche minerali micronizzate e pigmenti inorganici in specifica emulsione reologica, idrorepellente, resistente alla carbonatazione, data in opera con spatola in acciaio inox così come descritto nelle direttive per la posa in opera. Conforme alla norma UNI EN 9599; UNI EN7783-2; DIN 53122. Resa teorica: 0,500 kg/m² per due passate.

Eco-Pittura minerale protettiva, di finitura protettiva, antica liscia **CAL PAINT-E** dell'ATEC, a base di latte di calce grassa idrofugata, cariche minerali micronizzate e pigmenti inorganici in specifica emulsione reologica, idrorepellente, resistente alla carbonatazione, data in opera con pennello o rullo, così come descritto nelle direttive per la posa in opera. Conforme alla norma UNI EN 9599; UNI EN7783-2; DIN 53122. Resa teorica: 0,300 kg/m² per due passate .

Brevi Note sul Restauro degli intonaci d'epoca

Il restauro o ripristino deve assicurare la continuità di natura e tessitura dell'intonaco esistente per mantenere l'aspetto e le caratteristiche chimico fisiche originali. L'impasto ed il colore della malta utilizzata devono essere compatibili con gli esistenti e, pertanto, si dovrà individuare la miscela ideale di intonaco che per rapporto inerte/legante/acqua e curva granulometrica degli inerti permetta una ripresa che non si differenzi dal vecchio intonaco.

Lo scopo del restauro è un ripristino eseguito in modo tale che, a seguito del progressivo invecchiamento dell'elemento, possa affiorare con un medesimo aspetto cromatico e tessitura dell'originale.

Affinché, ciò sia possibile, è necessario identificare l'intonaco, solido esistente, per capire la natura e la granulometria degli inerti che lo compongono, desumendo il tipo di legante e la percentuale di miscelazione.

Successivamente è necessario definire il metodo originale di applicazione, prescrivendo il metodo di frattazzatura finale, e realizzare l'applicazione a regola d'arte con metodi sperimentati.

bollettino tecnico

05/14

**ripristino e rinforzo murario
intonaco – tipologie – realizzazione – manutenzione**

Per altre tipologie di sottofondi, massetti e pavimenti, interpellare l'Assistenza Tecnica ATEC.

Le informazioni contenute in questo bollettino, sono a titolo generico di guida, e non se ne garantisce la totale accuratezza o completezza

Le schede tecniche dei prodotti segnalati, in questo bollettino, sono visionabili e scaricabili dal nostro sito **www.atecitalia.it**

Ispirati ai valori di adattabilità e flessibilità che, uniti alla qualità dei prodotti ATEC, e alla professionalità dei servizi, ci consentono di fornire, le soluzioni più adeguate a ogni problematica specifica, nel rispetto delle normative vigenti, nel settore della bio-edilizia, con propri brevetti e Know-how, consolidati in un regime di controllo qualità.

Riservatezza

Il destinatario/cliente deve considerare riservati disegni e informazioni acquisite tramite nostri documenti (specifiche tecniche, preventivi, contratti ecc.). La loro diffusione verso terzi, può avvenire solamente previo consenso scritto dell'ATEC srl, limitatamente a ragioni di: esecuzione del contratto o l'utilizzo dei nostri prodotti e sistemi. Questi obblighi devono essere estesi a terzi da componente del destinatario/cliente. Copyright 2014 - Tutti i diritti sono riservati. I dati contenuti in questo bollettino tecnico, sono validi al momento della stampa. Ci riserviamo il diritto di apportare modifiche senza preavviso.

Le indicazioni contenute nel presente documento tecnico, rispondono in modo reale e veritiero alle nostre migliori ed attuali conoscenze. In funzione dell'accuratezza delle diverse fasi di posa in opera sulle quali non abbiamo alcuna responsabilità, possono verificarsi delle variazioni. La nostra garanzia si limita pertanto alla qualità e costanza del prodotto fornito di cui alle indicazioni stesse.