

RISANAMENTO  
E PROTEZIONE DI  
**FACCIAE**

Q U A D E R N O   T E C N I C O   W A L E R

AZIENDA CON SISTEMA QUALITÀ  
CERTIFICATO DA DNV  
= UNI EN ISO 9001/2000 =

 **Waler**<sup>®</sup>

# SOMMARIO

PREMESSA	<b>1</b>
DEGRADO DI FACCIATE ESISTENTI	<b>2</b>
SISTEMI DI RISANAMENTO	<b>8</b>
VANTAGGI DELL'ISOLAMENTO DALL'ESTERNO	<b>10</b>
CRITERI DI SCELTA DEI SISTEMI DI ISOLAMENTO	<b>13</b>
METODOLOGIE APPLICATIVE CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AD OPERAZIONI DI RECUPERO EDILIZIO	<b>14</b>
CONCLUSIONI	<b>17</b>

## RISANAMENTO E PROTEZIONE DI FACCIATE

### ◆ PREMESSA

Il problema del recupero del patrimonio edilizio esistente è oggi di particolare attualità per le condizioni di degrado riguardante un considerevole numero di edifici, dovuto sia al loro stato di invecchiamento naturale sia a difetti all'origine per l'impiego di materiali in modo non corretto.

In particolare, nelle facciate il problema del loro risanamento deve riguardare non solo gli intonaci gravati di parecchi inconvenienti, ma anche l'isolamento termico spesso insufficiente a contenere le dispersioni termiche secondo quanto previsto dalla normativa in vigore.

Un edificio può essere interpretato come un organismo la cui durata ed il cui processo di invecchiamento dipendono dallo stato di equilibrio fra le sue caratteristiche prestazionali e l'ambiente circostante, sia all'interno che all'esterno.

Spesso accade che il processo di invecchiamento è accelerato da vizi o difetti all'origine che generano patologie congenite e da modificazioni delle condizioni al contorno ipotizzate in sede progettuale che possono produrre altre patologie di tipo ambientale.

La realizzazione di interventi finalizzati a riportare il tasso di invecchiamento di un edificio entro limiti naturali può dar luogo ad effetti collaterali che, se non adeguatamente previsti in sede progettuale anche per edifici di nuova costruzione, possono vanificare ogni effetto positivo.

Infatti la riduzione della temperatura ambientale aumenta il rischio della formazione di condense superficiali interne, a causa della riduzione della capacità di contenimento del vapore da parte dell'aria più fredda.

E' opportuno quindi operare con interventi adeguati che, oltre ad assicurare una ventilazione controllata degli ambienti, permettano di incrementare l'isolamento termico dei sistemi murari, allo scopo di eliminare la formazione di condense superficiali interne, innalzare le temperature superficiali interne, garantire un buon confort ambientale interno e ridurre il consumo di combustibile per il riscaldamento.

## ◆ DEGRADO DI FACCIATE ESISTENTI

Le cause che determinano il degrado di facciate esistenti sono principalmente da ricondurre agli effetti di tensioni positive e negative indotte dall'invecchiamento di materiali e causate dagli sbalzi igrotermici.

Esamineremo pertanto di seguito alcune tipologie di facciate intonacate e rivestite, individuate fra quelle più ricorrenti, non senza segnalare che la casistica è certamente più ampia.

### FACCIATE INTONACATE CON MALTA A BASE CALCE SPENTA

#### ● Le cause di degrado

Presenti in edifici costruiti dai primi del '900 sino alla prima guerra mondiale, questi tipi di facciate sono caratterizzate da uno spessore di intonaco che varia da 2 a 4 cm, a causa delle irregolarità della muratura, mentre la calce spenta, con cui è stata confezionata la malta, risulta spesso non ancora carbonatata.

Com'era consuetudine a quei tempi, le superfici venivano pitturate con prodotti a base calce e fissate con colla o latte; successivamente (dopo gli anni '40) si passò all'impiego di resine viniliche, il cui effetto è stato quello di determinare un aumento della resistenza alla diffusione del vapore dello strato superficiale.

Pertanto, nella maggioranza dei casi ci si trova di fronte ad uno strato superficiale sottile, meccanicamente più resistente dello strato sottostante, anche perchè più liscio e compresso in fase di applicazione e quindi con un maggior modulo elastico.

Da esami di laboratorio effettuati si è potuto accertare che questo strato superficiale ha una resistenza alla diffusione del vapore maggiore di quella della malta sottostante. Per questo motivo frequentemente nello spessore dello strato sottostante non carbonatato si forma condensa dovuta alla presenza di vapore migrante attraverso la muratura dall'ambiente interno verso quello esterno.

Come si verifica in tutti i materiali non cristallini, ma allo stato amorfo, la calce spenta ha una notevole perdita di resistenza meccanica allo stato umido sino a diventare quasi nulla.

E' bene precisare che lo strato superficiale non protegge, o protegge in modo minimo l'intonaco sottostante dall'acqua, per cui si può ritenere che esso risulti rilassato anche per effetto dell'acqua meteorica.

Questo inconveniente si può notare particolarmente in corrispondenza di zone molto esposte o di zoccolature, dove l'effetto di degrado è maggiore a causa dell'acqua meteorica "rimbalzante".

#### ● Come avviene il degrado

Lo strato superficiale è sottoposto a shock termici, dovuti alla variazione di temperatura, che provocano allungamenti o ritiri e a shock igrometrici, dovuti alla variazione di umidità, che pure provocano forti allungamenti o ritiri.

Allungamenti e ritiri sono dello stesso ordine di grandezza (0,5-1 mm/ml) e si

annullano reciprocamente o si sommano in funzione delle condizioni atmosferiche.

Nella massa dello strato sottostante si manifestano gli stessi fenomeni ora descritti, cioè si originano le stesse tensioni anche se in forma meno accentuata. Pertanto, a causa delle tensioni di compressione e trazione più elevate dello strato superficiale e di quelle meno elevate dello strato sottostante, peraltro interessato da condensa e da penetrazione di acqua meteorica, vengono a crearsi delle forze che la resistenza allo scorrimento dello strato sottostante non è in grado di assorbire.

Di conseguenza, avendo lo strato superficiale una resistenza alla trazione pressochè nulla, sullo stesso si manifestano screpolature e distacchi così come illustrato negli schemi di **fig.1**.

Alcuni interventi inadeguati effettuati sullo strato superficiale hanno in alcuni casi aggravato la situazione innescando ulteriormente il fenomeno ora descritto. Infatti, nell'intento di risanare l'intonaco esistente, ai primi cenni di degrado si è applicato uno strato sottile di ottima malta cementizia che, però, nel tempo ha riproposto ed amplificato gli stessi difetti originari.

Con il manifestarsi di altre fessure, sono stati impiegati intonaci plastici, già disponibili negli anni '60, applicando strati spessi e duri di finiture.

Queste finiture, anche se di eccellenti caratteristiche meccaniche, presentavano tuttavia una elevata resistenza alla diffusione del vapore. Ciò facilitava la formazione di condensa nello strato sottostante, compromettendo in tal modo definitivamente le caratteristiche di intonaci che, senza questi tipi di interventi, avrebbero avuto forse una durata maggiore.

Infatti la presenza di fessure superficiali consente la penetrazione d'acqua nello strato di sottofondo molto assorbente. Ciò determina un ulteriore fenomeno di degrado, così come illustrato nelle **fig.2 e 3**, con un possibile dilavamento e rilassamento del legante e la riduzione in polvere della malta.



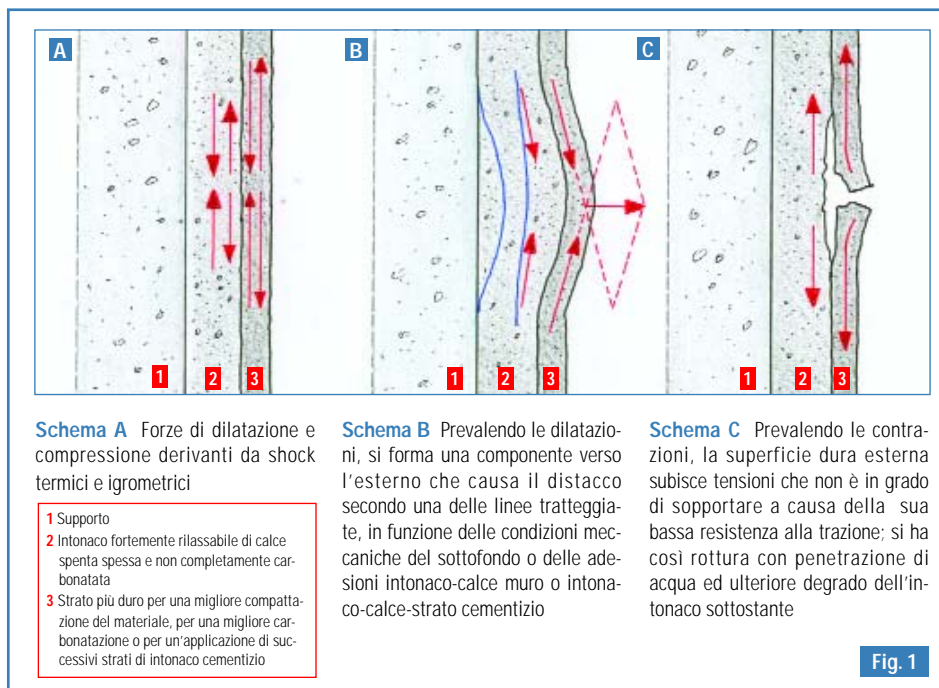
Fig. 2



Fig. 3

Fig. 2 e Fig.3

Esempio di degrado di intonaci secondo il meccanismo illustrato in figura 1. In questo caso ha contribuito anche l'azione di rilassamento dell'acqua di condensa e di quella meteorica.



## FACCIAE INTONACATE CON MALTA A BASE LEGANTI IDRAULICI

### ● Le cause di degrado

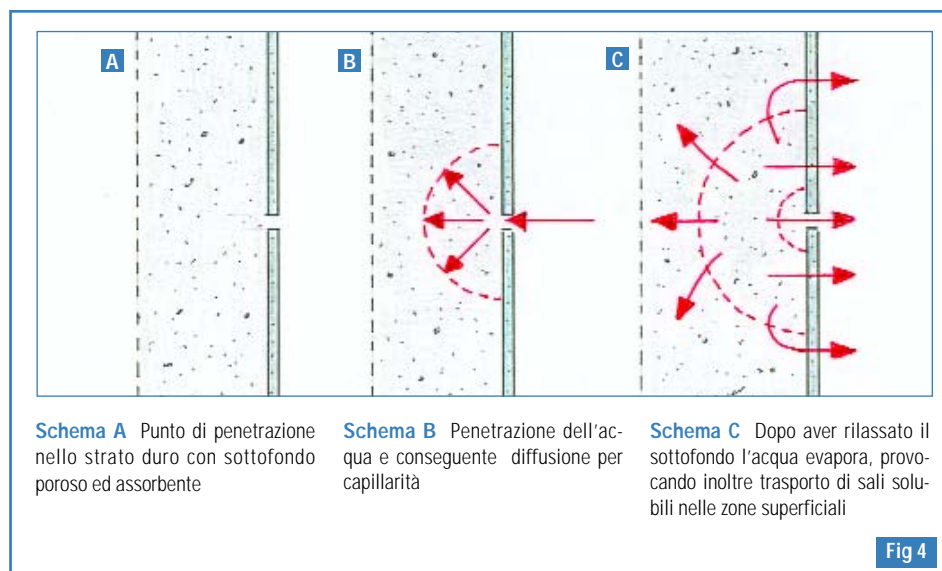
Anche la realizzazione di intonaci che impiegano malte a base di leganti idraulici possono innescare gli stessi fenomeni che abbiamo descritto nel capitolo precedente, in quanto alcuni produttori, allo scopo di aumentarne la lavorabilità e facilitarne l'applicazione, riducono la qualità dei leganti.

Inoltre, anche se nei capitolati si prescrivono intonaci di calce idraulica e cemento, talvolta in cantiere, per motivi di lavorabilità, il rapporto fra i due leganti viene modificato tutto a favore della calce idraulica.

In tal modo si vengono a realizzare intonaci caratterizzati da un elevato assorbimento d'acqua che, benchè protetti da rivestimenti plastici o pitture, tendono inevitabilmente a degradarsi quando da qualche punto dello strato protettivo penetra acqua meteorica (Fig.4).

Questi tipi di intonaci spesso presentano fessure cosiddette "a ragnatela", dipendenti da uno spessore elevato dell'intonaco, da una malta eccessivamente ricca di legante e, soprattutto, da un essiccamento troppo veloce.

Infatti, il ritiro prematuro e consistente che si viene a determinare provoca tensioni che l'intonaco non è in grado di assorbire o non può tollerare in quanto non ancora sufficientemente indurito.



### ● Come avviene il degrado

I movimenti termici ed igrometrici dell'intonaco innescano tensioni di compressione e trazione che, con il tempo, provocano la rottura del rivestimento.

Attraverso le fessure così formatesi penetra acqua che determina il fenomeno di degrado, come già illustrato nella Fig.4.



Fig. 5

Fig. 5 e Fig.6

Caso di distacco autoesaltante: trattasi di un rivestimento plastico continuo tipo granigliato. Alle prime penetrazioni di acqua si è avuto il distacco del rivestimento del sottofondo a causa del rilassamento di quest' ultimo. La bassa resistenza meccanica del granigliato ha fatto sì che questo scivolasse verso il basso, aprendo larghe vie alla penetrazione di acqua ed esaltando così il fenomeno. Il resto del fabbricato, dove non è stato innescato il processo, è perfettamente in ordine.



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

Fig. 7 e Fig.8

Fenomeno di distacco dovuto a cavillature presenti nell'intonaco di sottofondo. I movimenti termoigrometrici del sottofondo hanno provocato delle fessure nel rivestimento plastico continuo (graffiato in questo caso) che a loro volta hanno fatto penetrare l'acqua. Poichè la malta era rilassabile si è avuto il distacco del rivestimento.

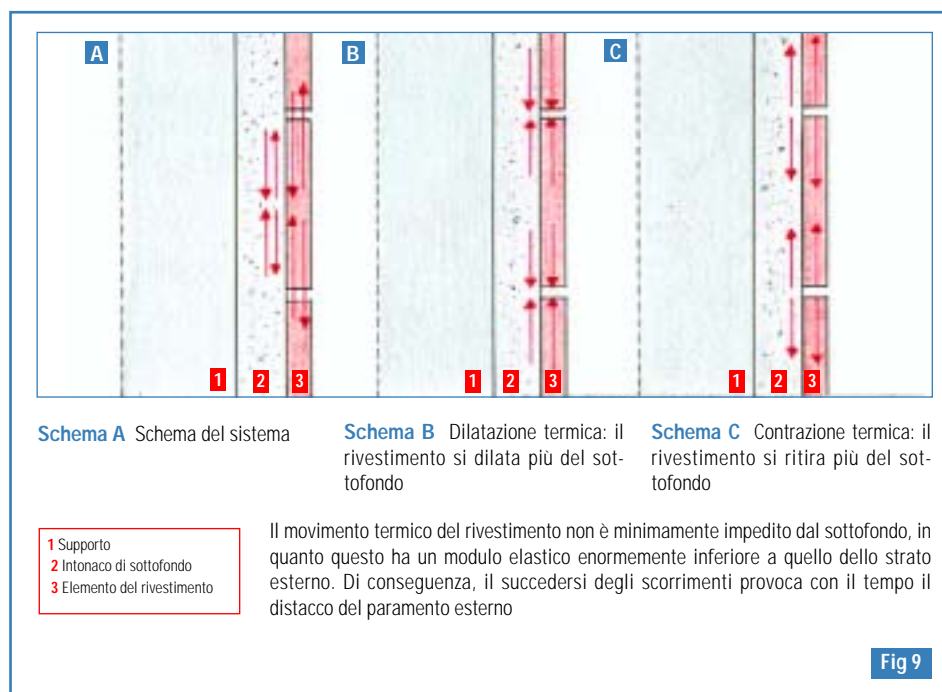
Nella Fig. 7 è evidenziata la zona del distacco; nella Fig. 8 è riportato un particolare dello stesso. Si noti la perfetta corrispondenza fra cavillature del sottofondo e fessure del rivestimento.

## FACCIAE RIVESTITE CON KLINKER, TESSERINE O MARMO

### ● Le cause di degrado

La caratteristica comune delle facciate rivestite in klinker, marmo o tesserine vetrose è quella di avere uno strato superficiale con modulo elastico notevolmente superiore a quello del supporto e spesso anche coefficienti di dilatazione maggiori.

Infatti, il valore del modulo elastico del rivestimento varia da 200.000 a 700.000 kg/cm<sup>2</sup>, mentre quello del supporto è compreso fra 20.000 e 100.000 kg/cm<sup>2</sup>; inoltre siamo in presenza di spessori del rivestimento normalmente molto elevati, intorno al centimetro, contro i pochi millimetri delle finiture sintetiche.



### ● Come avviene il degrado

Il rivestimento, sottoposto esclusivamente a shock termici, in quanto quelli igrometrici risultano praticamente trascurabili, si allunga e si ritira in modo incontrastato, senza che il supporto possa opporsi, avendo caratteristiche meccaniche relativamente inferiori. Questo fenomeno determina il distacco del rivestimento (Fig.9), a meno che siano stati adottati in fase





applicativa particolari accorgimenti che consistono nel distanziare maggiormente gli elementi di rivestimento fra di loro per consentire la dilatazione termica senza danni.

Tuttavia, queste "fughe", oltretutto maggiorate, possono rappresentare zone di penetrazione d'acqua con innesco di ulteriori processi di degrado.

In ogni caso, tali accorgimenti non risolvono il problema, ma lo propongono nel tempo. Per cui il distacco del rivestimento può verificarsi anche dopo 20-40 anni.



## ◆ SISTEMI DI RISANAMENTO

Per risolvere il problema di un intonaco ammalorato sinora è prevalsa la tendenza a proteggerlo mediante la copertura con materiali sempre più efficaci per quanto concerne la resistenza meccanica ed alla penetrazione dell'acqua.

Come abbiamo già osservato, questi metodi non hanno consentito di raggiungere gli obiettivi prefissati, ma, in alcuni casi hanno accelerato i processi di degrado, anzichè bloccarli. Ciò si è verificato a causa dei movimenti termoigrometrici e della resistenza ulteriormente maggiorata alla diffusione del vapore dello strato impermeabile.

Ritenendo pertanto questi interventi sostanzialmente non risolutivi, in alcuni casi si è presa in considerazione una strada più efficace, consistente nel rimuovere completamente gli intonaci esterni, anche se parzialmente ammalorati, e di ricostruirli con malte ricche di buoni leganti ed in possesso di caratteristiche qualitative già sperimentate.

Questo tipo di intervento consente inoltre di abbinare contestualmente ulteriori miglioramenti in termini di isolamento termico, ottimizzando, in sede di realizzazione, i costi di cantiere, dei ponteggi e di ogni altro costo fisso, già previsti per l'esecuzione dell'intonaco.

In pratica, si procede realizzando sull'intonaco rifatto un isolamento dall'esterno a cappotto con il vantaggio di ridurre i costi energetici e di assicurare un migliore confort nell'ambiente interno.

Nel caso di restauro o di ristrutturazione edilizia è però opportuno relazionare l'isolamento termico con eventuali operazioni di consolidamento statico o di integrazione strutturale.

Infatti, queste operazioni possono modificare sensibilmente le caratteristiche termoigrometriche delle pareti d'ambito, esaltando l'eterogeneità dei materiali costituenti le pareti stesse ed accentuando così l'effetto dei ponti termici.

E' quindi opportuno che interventi di miglioramento dell'isolamento termico vadano studiati congiuntamente a quelli riguardanti eventuali integrazioni strutturali.

A questo proposito si può osservare che consolidamenti statici di parti murarie, specialmente in corrispondenza di intersezioni, quali ad esempio quelli a croce, ad angolo, a martello, ottenuti mediante la tecnologia della cementazione, provocano profonde alterazioni delle proprietà originarie delle murature dal punto di vista termoigrometrico. Quanto maggiore è la presenza di vuoti nelle murature, tanto più efficace può risultare la cementazione, ma nel contempo si accentua la disuniformità sia della capacità termica che della conduttanza della parete.

Analoghe alterazioni si verificano quando si procede al consolidamento statico di impalcati lignei mediante l'interposizione di travi IPE, opportunamente solidarizzate con un sovrastante getto di soletta in cls armata con rete elettrosaldata. La struttura acciaio-calcestruzzo che viene a crearsi può raggiungere elevati livelli di rigidità e di resistenza flessionale, ma risulta inadeguata per quanto riguarda la resistenza termica. Se gli impalcati sono di sottotetti, di coperture, di piani cantinati o di porticati, è necessario adottare opportuni provvedimenti in sede di coibentazione. Inoltre le travi in acciaio incastrate nella muratura perimetrale e la soletta ad essa adiacente creano inevitabilmente dei ponti termici.

Questi casi confermano l'opportunità di impiegare sistemi di isolamento dall'esterno a cappotto per risolvere in modo corretto anche casi di integrazione con consolidamenti statici strutturali che in corrispondenza delle facciate innescano la formazione di ponti termici. Infatti, l'isolamento a cappotto, rivestendo dall'esterno travi, pilastri, coree, elimina i ponti termici e conferisce continuità ed omogeneità di coibentazione alla facciata.

### ◆ VANTAGGI DELL'ISOLAMENTO DALL'ESTERNO

Per dimostrare i vantaggi che si possono ottenere realizzando un isolamento dall'esterno a cappotto, esaminiamo il comportamento termo-igrometrico di murature coibentate e non coibentate con andamento delle temperature in regime stazionario. Come tipologie di riferimento, abbiamo preso in considerazione murature in doppio tavolato con intercapedine e murature in mattoni pieni, tipiche e più ricorrenti in strutture soggette a recupero edilizio.

Dagli esempi riportati nelle Fig.11 A e 11 B, si possono trarre le seguenti considerazioni:

- La superficie esterna, che per il suo elevato modulo elastico è una delle concause del degrado, presenta un  $\Delta t$  molto ridotto nel caso di muratura isolata dall'esterno con il sistema a cappotto. Ciò rispetto ad una muratura non isolata che, avendo un  $\Delta t$  elevato, è, viceversa, soggetta a fenomeni di degrado.
- I diagrammi di Glaser dimostrano che l'applicazione del sistema a cappotto su intonaci preesistenti evita la formazione di condensa all'interno degli stessi intonaci assicurandone quindi stabilità nel tempo.

Inoltre, il sistema a cappotto protegge la muratura dalle acque meteoriche, la cui azione concorre in misura considerevole al suo ammaloramento.

Pertanto questo sistema si dimostra efficace non solo per il recupero di energia di riscaldamento dispersa attraverso la muratura, ma anche per la sua specifica funzione risanante della muratura.

Inoltre la sua applicazione permette il mantenimento di buona parte dell'intonaco esistente, indicativamente intorno all'80%, con tangibili vantaggi di ordine economico.

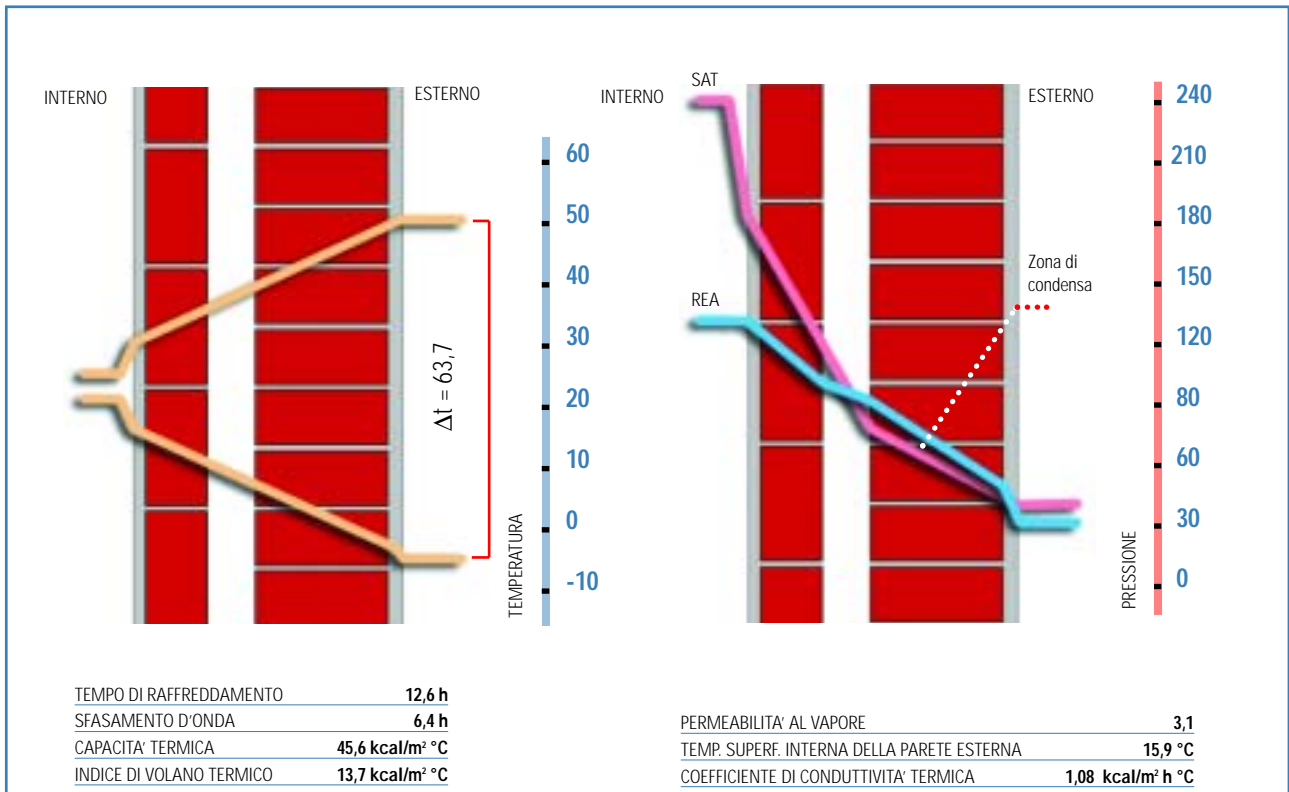
Infatti le facciate risultano generalmente ammalorate con un'incidenza di circa il 20% della superficie totale ed in corrispondenza di spigoli o parti ove si sono particolarmente concentrate le cause di degrado.

#### **Commento alle Fig. 11 A e 11 B**

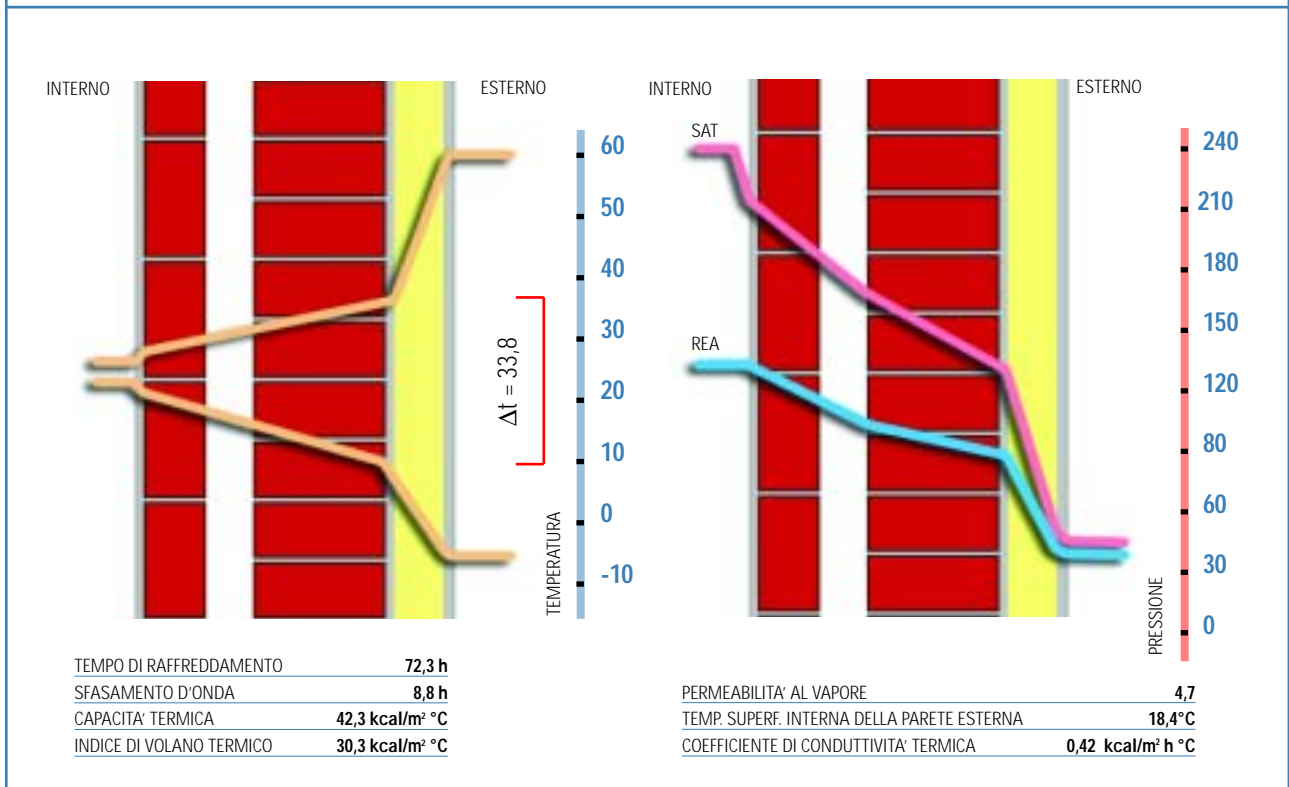
Andamento delle temperature estive ed invernali e diagrammi di Glaser per due tipi di murature con e senza isolamento dall'esterno a cappotto.

Si può osservare che l'isolamento a cappotto consente di ridurre lo shock termico di evitare la formazione di condensa nell'intonaco esterno.

Inoltre risultano migliori i valori del coefficiente di isolamento termico, di resistenza alla diffusione del vapore, della capacità termica, del tempo di raffreddamento e sfasamento d'onda e dell'indice di volano termico.

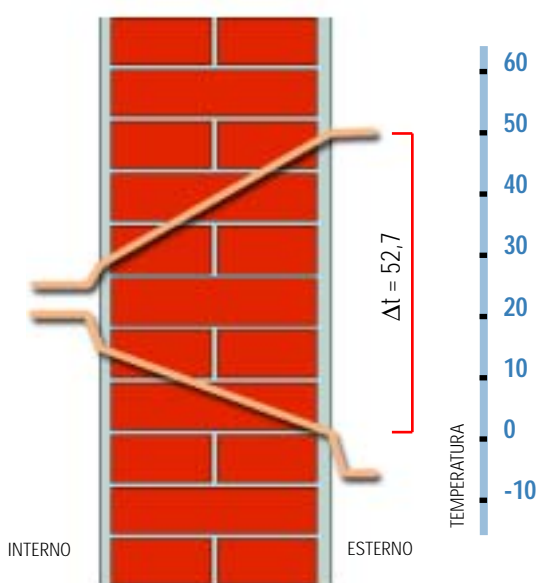


1. MURATURA A DOPPIO TAVOLATO

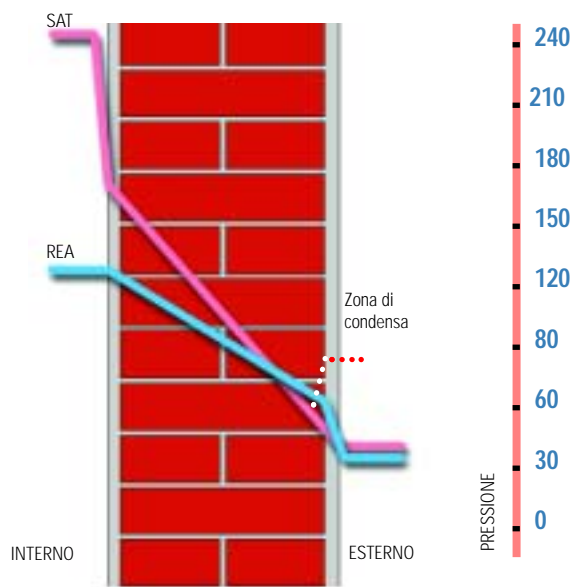


2. MURATURA A DOPPIO TAVOLATO CON ISOLAMENTO DALL'ESTERNO A CAPPOTTO

Fig. 11 A

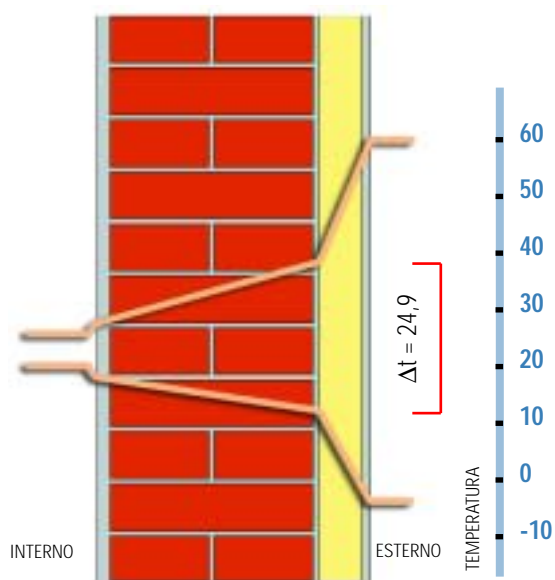


TEMPO DI RAFFREDDAMENTO	22,31 h
SFASAMENTO D'ONDA	8,42 h
CAPACITA' TERMICA	33,9 kcal/m <sup>2</sup> °C
INDICE DI VOLANO TERMICO	33,9 kcal/m <sup>2</sup> °C



PERMEABILITA' AL VAPORE	2,45
TEMP. SUPERF. INTERNA DELLA PARETE ESTERNA	14,3 °C
COEFFICIENTE DI CONDUTTIVITA' TERMICA	1,52 kcal/m <sup>2</sup> h °C

### 1. MURATURA IN MATTONI PIENI DI 25 cm DI SPESSORE



TEMPO DI RAFFREDDAMENTO	112,66 h
SFASAMENTO D'ONDA	8,9 h
CAPACITA' TERMICA	88 kcal/m <sup>2</sup> °C
INDICE DI VOLANO TERMICO	63 kcal/m <sup>2</sup> °C



PERMEABILITA' AL VAPORE	4,00
TEMP. SUPERF. INTERNA DELLA PARETE ESTERNA	17,9 °C
COEFFICIENTE DI CONDUTTIVITA' TERMICA	0,56 kcal/m <sup>2</sup> h °C

### 2. MURATURA IN MATTONI PIENI DI 25 cm DI SPESSORE CON ISOLAMENTO DALL'ESTERNO A CAPPOTTO

Fig. 11 B

### ◆ CRITERI DI SCELTA DEL SISTEMA DI ISOLAMENTO

Da un confronto fra l'isolamento dall'interno e dall'esterno quest'ultima soluzione risulta particolarmente indicata per risolvere in modo efficace le problematiche sin qui esposte.

E' importante tuttavia che le prestazioni del sistema rispondano effettivamente ai requisiti richiesti, anche nei singoli elementi costitutivi.

Infatti, una caduta prestazionale anche di un solo elemento può compromettere la validità di tutto il sistema.

A questo proposito segnaliamo alcuni problemi che possono insorgere per difetto nella scelta dei materiali e nella loro applicazione:

- Lo strato di intonaco sottile armato ed il rivestimento di finitura risultano impermeabili sia all'acqua che al vapore. Con il diagramma di Glaser è possibile verificare che, rispetto ai casi in precedenza esaminati, una variazione della permeabilità al vapore dello strato considerato da 50 a 500  $\mu$ , quindi di un valore ovviamente più alto, può comportare la formazione di condensa nel caso di temperatura esterna inferiore a 0°C. Inoltre, la possibile trasformazione della condensa in ghiaccio, con inevitabile aumento di volume, determina la formazione di bolle sullo strato esterno di finitura, una conseguente rottura dello stesso e quindi il deterioramento in breve tempo di tutto il sistema di isolamento.
- L'armatura dello strato di intonaco è orientata in senso orizzontale e verticale, mentre le tensioni che si sviluppano, ad esempio in corrispondenza degli spigoli di un vano di apertura, tendono a comportare rotture diagonali nello strato stesso. Per assorbire adeguatamente dette sollecitazioni è pertanto necessario che la rete di armatura abbia una struttura orientata secondo le isostatiche di trazione e quindi a 45° circa.
- E' inoltre opportuno considerare che lo strato di intonaco sottile armato ed il rivestimento di finitura sono sottoposti, soprattutto nella stagione estiva, a shock termici di un certo rilievo a causa dell'escursione termica in alcuni casi particolarmente accentuata ed all'azione di improvvisi rovesci di pioggia.

A questo proposito va osservato che lo strato di finitura subisce in modo particolare queste sollecitazioni, in quanto non può beneficiare dell'accumulo di calore della muratura che normalmente si comporta come volano termico, rendendo meno bruschi gli sbalzi di temperatura.

La funzione di tenuta all'acqua, che nella muratura preesistente veniva assolta dall'effetto volano indotto da spessori elevati, nel sistema a cappotto deve essere svolta dal rivestimento esterno con un'azione di barriera idraulica.

Inoltre deve essere assicurata la stabilità meccanica del sistema sottoposto ad escursioni termiche particolarmente accentuate nel rivestimento esterno a causa della sua ridottissima capacità termica.

◆ **METODOLOGIE APPLICATIVE CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AD OPERAZIONI DI RECUPERO EDILIZIO**

Prima di procedere alla fase applicativa è necessario rimuovere gli intonaci in evidente stato di distacco e in procinto di distaccarsi.

Per un esame più approfondito delle condizioni dell'intonaco per quanto riguarda la presenza di lesioni o distacchi interni, si può ricorrere all'impiego di sistemi di analisi con ultrasuoni che si basano sul principio della frequenza di risonanza diversa fra parti incoerenti (distacchi o lesioni) e parti omogenee e compatte (massa dell'intonaco).

Questa metodologia d'indagine, che si può definire non distruttiva, viene impiegata come diagnosi scientifica dello stato di una struttura e si avvale, oltre che del sistema ad ultrasuoni, anche di tecnologie all'infrarosso utili per evidenziare zone soggette a dispersioni di calore collegate alla presenza di ponti termici o insufficienze di coibentazione.

Nel fissaggio meccanico dei pannelli isolanti alla muratura è importante utilizzare un numero di chiodi o tasselli sufficiente ad assicurare la tenuta desiderata. La determinazione del numero di chiodi o tasselli dipende dallo stato della muratura, ma normalmente è di 4/m<sup>2</sup>.

Il sistema deve avere una particolare resistenza meccanica, quindi deve comportarsi come una piastra vincolata alla muratura da chiodi o tasselli e deve essere in grado di impedire con le sue forze il distacco dell'intonaco sottostante (Fig.12).

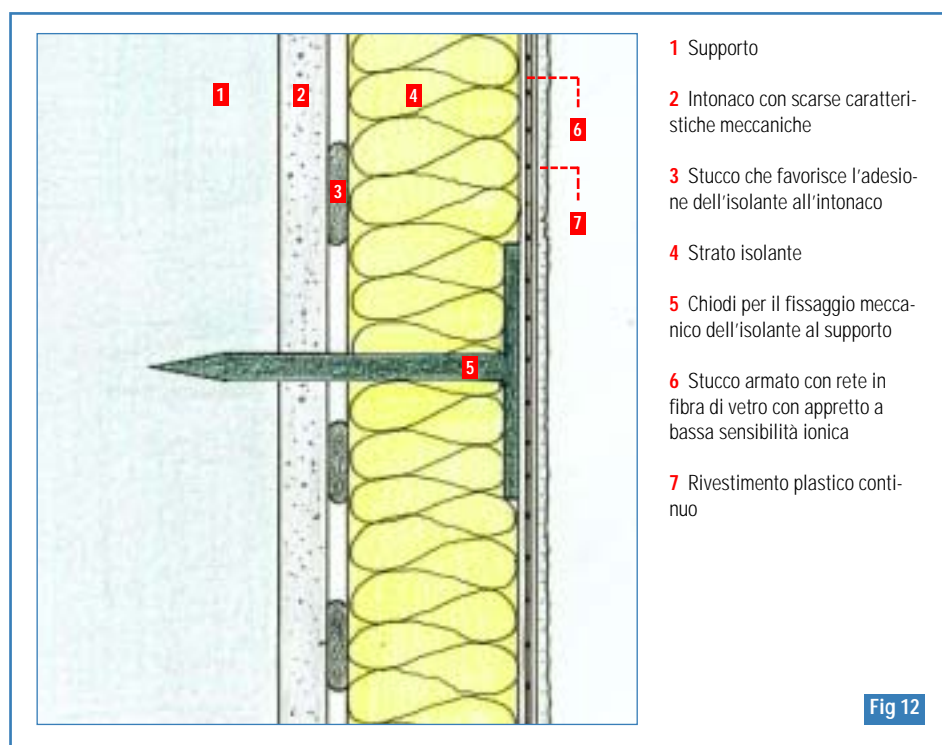


Fig 12



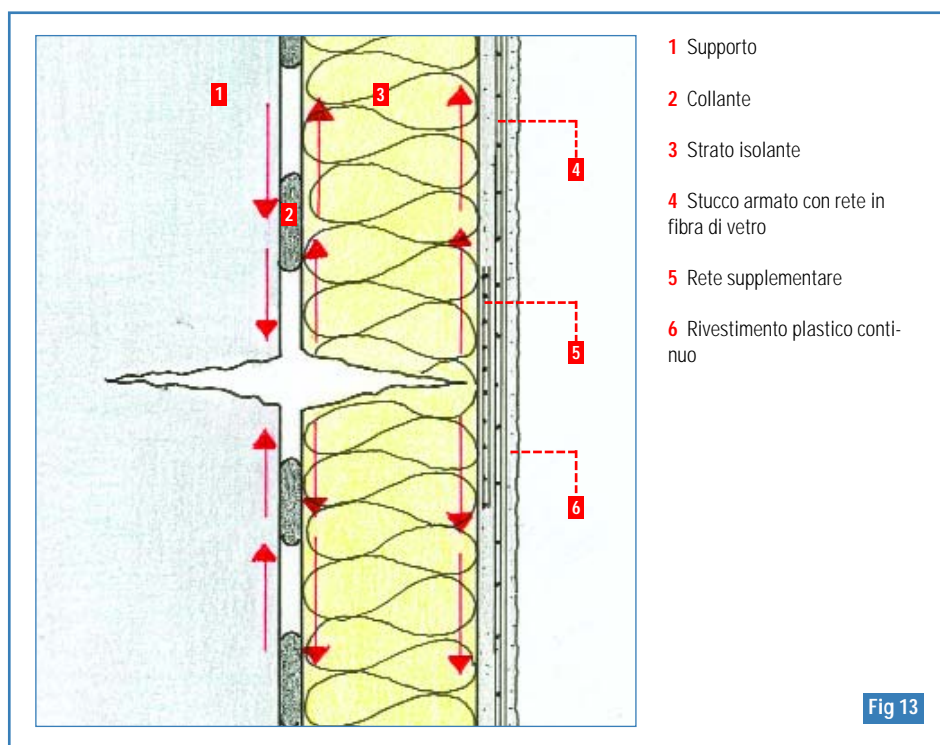
E' bene inoltre distinguere fra degrado superficiale e degrado strutturale. Quello superficiale da luogo a patologie, quali screpolature, rigonfiamenti, fessure superficiali che, interessando lo strato corticale della muratura, non influiscono sulle metodologie di posa di un sistema a cappotto.

Il degrado strutturale, invece, produce due tipi di fessure strutturali: quelle che, una volta generate, restano nello stato in cui si trovano, senza alcun movimento ulteriore, e quelle che continuano a "lavorare", principalmente a causa della dilatazione termica del fabbricato.

Le prime non richiedono particolare attenzione e possono venire risolte mediante ricopertura, a meno che siano collegabili a eventuali "fughe" di vapore.

L'esperienza insegna che in un sistema di isolamento a cappotto con uno spessore di isolante di circa 40 mm le fessure possono essere ricoperte sino ad una larghezza di circa mm 2.

Diversa è la situazione nel caso di fessure strutturali in movimento che, per questa stessa ragione, provocano tensioni sia nell'isolante che nel sistema rete-isolante, come illustrato nello schema riportato in Fig13.



Se il movimento di queste fessure non è dell'ordine di parecchi millimetri, le tensioni possono essere assorbite senza alcun danno ai componenti del sistema. Nel caso di movimenti di una certa grandezza, il fissaggio dell'isolante alla muratura può essere effettuato con un'incidenza di 6-8 tasselli/m<sup>2</sup>, in modo da ripartire gli allungamenti su tratti di lunghezza maggiori.

Per una corretta applicazione del sistema è bene considerare i seguenti fattori:

- ampiezza del movimento della fessura
- modulo elastico dell'isolante
- spessore dell'isolante

In pratica si provvede ad un rinforzo dello strato finale operando nel modo seguente:

- posando un altro strato di rete, largo circa 80 mm, in corrispondenza delle fessure
- utilizzando per l'operazione ora descritta un tipo di rete più robusta, con migliore aderenza alla malta e più rigida di quella normalmente impiegata
- impiegando una malta con migliori caratteristiche meccaniche, in grado di collaborare efficacemente con la rete a resistenza maggiorata

Un particolare problema si può presentare nel caso di fessure che determinano fughe di vapore, in quanto il vapore può arrivare nell'ambiente interno passando al di sotto dell'isolante, generando quindi intorno forti condense.

Se inoltre l'adesivo utilizzato per l'incollaggio dell'isolante tende a perdere proprietà meccaniche in presenza di umidità, si determina il distacco dello stesso isolante dal supporto.

Si è potuto accertare che il fenomeno delle fughe di vapore attraverso fessure è abbastanza frequente in fabbricati in cemento armato con tamponamenti in forati o tavelle in argilla espansa.

Il fenomeno si verifica in corrispondenza di nodi con pilastri e, più frequentemente, sotto la trave di piano, in quanto normalmente manca la malta sull'ultimo corso dei mattoni. Ciò può determinare il distacco dell'intonaco esterno in corrispondenza delle fasce marcapiano (Fig. 14).

Per evitare questi inconvenienti è necessario:

- non utilizzare collanti rilassabili
- verificare che la pressione parziale del vapore non provochi condense nell'interfaccia muratura-strato isolante.

Se risulta che il pericolo di condense è possibile, si può operare otturando con mastici elastici la fessure dall'interno, oppure aumentando lo spessore dello strato isolante, in modo che l'aumento di temperatura eviti la formazione della condensa stessa.



Fig. 14

## ◆ CONCLUSIONI

Considerando che, a causa dei noti problemi già accennati, gli operatori pubblici e privati sono orientati sempre di più alla riqualificazione del patrimonio edilizio esistente, ne deriva che gli interventi da eseguire nel nostro paese interessano diversi milioni di metri quadri di facciate da restaurare e che è opportuno abbinare a questi interventi anche il miglioramento della coibenza termica delle facciate stesse.

La considerazione principale deve essere di natura economica.

Si può facilmente dimostrare che quasi sempre che la differenza di spesa fra un restauro con isolamento a cappotto ed uno senza si può ammortizzare in 3-5 anni.

Inoltre, tenendo conto del prevedibile aumento dei costi energetici, è ipotizzabile per il futuro un accorciamento del periodo di ammortamento delle spese sostenute.

L'isolamento dall'esterno a cappotto protegge tutto il fabbricato dagli shock termici: ne consegue quindi un rallentamento di molti fattori patologici generali oltre a quelli particolari degli intonaci, come è stato già illustrato.

---

Le indicazioni tecniche da noi fornite sono esemplificative. Il cliente è tenuto ad appurare l'idoneità dei prodotti acquistati in funzione del loro uso.

Quaderno Tecnico Waler 3 - Edizione 2003  
Testi ed immagini sono di proprietà della Waler - E' vietata la loro riproduzione

Editing: Polis Immagine Coordinata - Milano  
Realizzazione testi e disegni: Arch. Roberto Ugo Nucci

Waler  
Via Leonardo da Vinci, 5  
20020 Solaro (Milano)  
Tel. 02/9690167 -Fax 02/9691827

The logo for Waler, featuring a stylized 'W' composed of four colored triangles (green, pink, orange, blue) to the left of the word 'Waler' in a bold, black, sans-serif font, with a registered trademark symbol (®) to the right.

**Waler**<sup>®</sup>

W.OT3.00 - MAR. 2003