

MIRASYSTEM



A

GUIDA ELEMENTARE AL RIVESTIMENTO
DI FACCIATA VENTILATO A “CASSETTE
AGGANCIATE” CON IMPIEGO DEI
LAMINATI D’ALLUMINIO MIRAWALL
PCC (POWDER COIL COATED)

BY



OTEFAL
spa

LEGENDA DELLE FIGURE

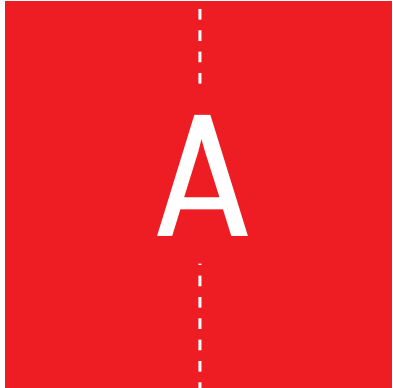
TUTTE LE ILLUSTRAZIONI CONTENGONO GLI STESSI NUMERI CHE INDICANO I DETTAGLI

H = Distanza verticale fra le linee di fuga del rivestimento H1 = Altezza del pannello finito
L = Distanza orizzontale fra le linee di fuga del rivestimento L1 = Larghezza del pannello finito
h = Distanza fra le fessature orizzontali = H1 - 4 mm
l = Distanza fra le fessature verticali = L1 - 4 mm

- 1) Spessore della lamiera Mirawall
- 2) Spessore residuo dopo fessatura
- 3) Pieghette verticali
- 4) Piega orizzontale inferiore
- 5) Piega orizzontale superiore
- 6) 2° piega orizzontale superiore (verso l'alto)
- 7) Scantonatura all'estremità inferiore delle pieghette verticali (per la sovrapposizione)
- 8) Sporgenza della piega verticale oltre la piega orizzontale
- 9) Gancio superiore
- 10) Gancio inferiore. Questo gancio non deve poggiare sul perno ma deve avere un gioco di 2 mm. Invece il gancio superiore deve poggiare saldamente sul perno, per resistere agli sforzi e alle vibrazioni
- 11) Montante della struttura portante. P.es. estruso di lega 6060 con sezione a U, 40≈50 X 40≈50 X 2≈4 mm
- 12) Larghezza dei giunti fra i pannelli (fughe)
- 13) Sovrapposizione del pannello superiore su quello inferiore
- 14) Asse del pannello (per lo schema delle linee di fuga)
- 15) Distanza fra montante e pannelli isolanti (per consentire l'allineamento in piano)
- 16) Spessore dello strato isolante fissato alla parete primaria
- 17) Attacco montante/muro, regolabile in 3 direzioni
 - 17a) Staffa a L mm 60X60X5X100 (altezza) per fissare il montante alla parete, con asole per la regolazione orizzontale e perpendicolare alla parete. Fori larghi 10 mm, lato parete, per allineamento orizzontale. Coppia di asole (larghe 8 mm, lunghe ≈60 mm) sull'ala sporgente, per allineamento in profondità (perpendicolarmente alla parete).
Materiale: acciaio, zincato a caldo dopo taglio e lavorazione.
Bulloni (fig. 9a) di Inox TAM8 (Fischer) per cemento e muratura.
In alternativa, inox FB per cemento. La filettatura di TAM8: 8 MA
 - 17b) Staffa a L mm 60X40X5X100 con fori filettati 6 MA per il bloccaggio dell'allineamento in profondità, con coppie di asole sull'ala più lunga per il secondo allineamento orizzontale quando si fissano i montanti.
Attraverso queste asole passano le viti 6 MA per fissare i montanti e fissare l'allineamento verticale.
Materiale: acciaio zincato a caldo dopo il taglio e le lavorazioni (le filettature devono essere ripassate dopo la zincatura). 2 bulloni con filettatura 6 MA, con rondelle antisvitamento. 2 viti 6 MA di acciaio inox, con rondelle antislitamento e dadi inox sul rovescio.
 - 17c) Guarnizione isolante per evitare corrosione elettrochimica fra la staffa (17 b) e montante (11), con asole orizzontali come (17 b). Materiale plastico.
 - 17d) Viti 6 MA per fissare il montante (11) con allineamento verticale e orizzontale sulla staffa (17 b): due rondelle alettate di inox vengono inserite sotto le teste delle viti per impedire spostamento e svitamento; rondelle alettate e bulloni inox sul rovescio (retro di 17 b).
 - 17e) Perno Ø 8 mm con scanalature laterali e coppiglie di bloccaggio alle estremità, inserito nei fori del montante, per agganciare i pannelli. La distanza fra i perni dipende dalla distanza fra i ganci.
 - 17f) Rivestimento morbido (EPDM, Neoprene, Dutral) Ø 10 mm, spessore 0,8-1 mm, infilato sul perno (17 e); impedisce slittamento sotto pressione del vento e rumori delle dilatazioni termiche dei pannelli.
- 18) Coprigiunto della chiusura superiore
 - 18a) Cappello di chiusura superiore, a filo della superficie del rivestimento
 - 18b) Cappello di chiusura superiore, sporgente fuori della superficie del rivestimento
- 19) Cappello interno della chiusura, che collega con l'impermeabilizzazione della copertura
- 20) Giunto interno del cappello di chiusura
 - 20a) Configurazione corretta del giunto interno "sigillato"
 - 20b) Nelle stagioni fredde il giunto interno corretto assorbe la dilatazione
 - 20c) Nelle stagioni calde il giunto interno corretto assorbe la compressione
 - 20d) Versione errata del giunto interno, incollato su 3 lati
 - 20e) Il giunto errato si rompe in seguito a ritiro termico dovuto al freddo
- 21) Giunto esterno del cappello di chiusura
 - 21a) Il giunto esterno sigillato e coperto
 - 21b) Il giunto esterno "aperto" con guarnizione di tenuta
- 22) Staffa di sostegno dei cappelli, fissata al montante (11)
- 23) Vite di fissaggio con asola ovale
- 24) Giunzione della staffa (22) di sostegno dei cappelli con il montante (11)
- 25) Vite con asola ovale e distanziatore tubolare per fissaggio, regolazione, e aerazione sul rovescio della lamiera di chiusura superiore (18)

- 26) Fissaggio esterno del cappello esterno (18) alla staffa di sostegno (22)
- 27) Staffa interna, fissata a filo superiore del muretto prima dell'isolamento e dell'impermeabilizzazione, per il secondo fissaggio e allineamento del cappello interno (19)
- 28) Barra perimetrale con sezione a L per il fissaggio e l'allineamento del cappello interno (19)
- 29) Fissaggio della barra (28) alla staffa (27)
- 30) Estremità dell'impermeabilizzazione della copertura
- 31) Muretto di finitura superiore dell'edificio
- 32) Pannello a cassetta del rivestimento
- 33) Chiusura inferiore allineata con la linea inferiore dei pannelli
- 34) Chiusura inferiore sporgente verso il basso rispetto alla linea inferiore dei pannelli
- 35) Chiusura inferiore che rispetta larghezza eguale allo scuretto fra i pannelli
- 36) Chiusura regolabile verso il muro
- 37) Staffa per fissaggio al montante della struttura portante
- 38) Giunto elastico fra chiusura inferiore regolabile (36) e muro
- 39) Viti di fissaggio della chiusura inferiore
- 40) Viti di fissaggio della staffa (37)
- 41) Controtelaio della finestra, con attacchi a muro
- 42) Membrana di tenuta (EPDM o Dutral), incollata alla finestra e al muro
- 43) Finitura inferiore delle due spalle (49) laterali alla finestra
- 44) Supporto e giunto tra soglia e la finestra
- 45) Finestra preesistente
- 46) Profilato superiore di giunzione pannelli-finestra
- 47) Soglia della finestra
- 48) Piegia della soglia per impedire infiltrazione d'acqua sotto le spalle (49)
- 49) Spalla di lamiera, visibile dall'esterno, che allinea i lati della finestra alle linee di fuga verticali (caso Bb)
- 50) Spostamento verticale dell'interasse della fuga orizzontale (14) rispetto al vano finestra
- 51) Spalle interne dietro alle pieghe dei pannelli (caso Bc)
- 52) Schema forma di taglio e piega dei pannelli laterali per la finestra (non allineata con le linee di fuga verticali) (caso Bc)
- 53) Chiusura esterna della parte superiore della finestra
- 54) Chiusura interna della parte superiore della finestra
- 55) Vetro isolante
- 56) Tubo quadrato di alluminio 30X30X2 mm (caso Ba)
- 57) Finitura interna del vano finestra
- 58) Parete interna
- 59) Spessori di plastica per il montaggio
- 60) Esterno della finestra
- 61) Finestra di alluminio
- 62) Anta apribile della finestra di alluminio
- 63) Scarico dell'acqua dalla finestra
- 64) Taglio termico
- 65) Interno della finestra
- 66) Giunzione della parte superiore della finestra
- 67) Sigillatura fra finestra e imbotte
- 68) Sigillatura fra pannello esterno (52) e spalla (51)
- 69) Gocciolatoio della membrana di tenuta
- 70) Pannello per angolo rientrante
- 71) Pannello per angolo sporgente
- 72) Chiusura d'angolo superiore per pannello d'angolo rientrante
- 73) Chiusura d'angolo superiore per pannello d'angolo sporgente
- 74) Pannello curvo
- 75) Profilo d'alluminio a L di supporto, curvo
- 76) Tappi all'estremità della struttura portante dei pannelli curvi
- 77) Nastro biadesivo (p. es. Scapa, Norton, 3M)
- 78) Montante strutturale (11), intagliato per alloggiare i profilati di sostegno (75)
- 79) Bordo laterale del pannello curvo
- 80) Chiusura laterale, costituita da una serie di elementi piegati in lamiera di alluminio lunghi 4 - 6 m, con giunti di 15 - 20 mm fra elementi successivi. I giunti devono coincidere con le linee di fuga orizzontali
- 81) Larghezza in facciata della chiusura laterale (80), minimo 50 mm, decisa su base estetica
- 82) Pannello d'angolo della chiusura laterale (casi G, J)
- 83) Distanza e sigillatura fra profilo di sostegno e parete (per compensare leggere ondulazioni della parete)
- 84) Larghezza del profilato portante (85) (per compensare le maggiori ondulazioni della parete)
- 85) Profilo di sostegno a L (blu), unito alla chiusura (80) mediante viti
- 86) Collegamento innestato fra i giunti della chiusura (80)
- 87) Montante tubolare ($\approx 60 \times 30$ mm), fissato alla parete, che porta i pannelli d'angolo (82) fissati con viti tramite la staffa a L (88)
- 88) Staffa a L che facilita la giunzione fra il pannello d'angolo (82) e il montante tubolare (87). Dovrebbe essere largo quanto il bordo del pannello, e con asole ovali per le viti.
- 89) Giunto ad innesto dei montanti della struttura, minimo 50 mm (deciso su base estetica)
- 90) Staffa di irrigidimento del montante già fissato alla parete primaria

MIRASYSTEM



BY





MIRASYSTEM

ARGOMENTI

- | | | |
|---|---|------------|
| 1 | OGGETTO | Grey |
| 2 | SCHEMI BASE DEL
MIRASYSTEM "A" | Blue |
| 3 | FINESTRE | Orange |
| 4 | COMPONENTI | Green |
| 5 | LAVORAZIONE DEI PANNELLI | Yellow |
| 6 | POSA IN OPERA | Red |
| 7 | ALTRI SISTEMI:
TENUTA E ALLINEAMENTO | Light Blue |

CAPITOLO

FIGURE

1 OGGETTO

PAG. 11

1.1. Mirawall come materiale per rivestimenti esterni

1.2. Il principio dei pannelli scatolati e agganciati

2 SCHEMI BASE DEL MIRASYSTEM "A"

PAG. 13

2.1. Il pannello

2.2. Fissaggio alla parete primaria

2.3. Caratteristiche del sistema

2.3.1. Il disegno base

2.3.2. Chiusura superiore

2.3.3. Chiusura inferiore

2.3.4. Chiusura laterale

2.3.5. Angoli rientranti

2.3.6. Angoli sporgenti

2.3.7. Angoli curvi

3 FINESTRE

PAG. 27

3.0. Impostazione del problema

3.1. Finestre: relazione con muro e rivestimento

3.2. Finestra Ba, complanare al rivestimento

3.3. Finestre Bb, Bc, arretrate rispetto al rivestimento

3.3.1. Bb, esattamente allineata al reticolo

3.3.2. Bc, che interrompe le linee verticali

4 COMPONENTI

PAG. 35

4.1. Sistemi di ancoraggi a muro

4.2. Montanti e rinforzi

4.3. Pannelli isolanti

4.4. I pannelli di Mirawall

4.4.1. La lamiera Mirawall

Fig. 1 - La Torre FIM a Varsavia e la sezione tipica del sistema a pannelli agganciati (Permasteelisa) con rivestimento Mirawall color "granito"

Fig. 2 - Un semplice rivestimento a pannelli agganciati di Mirawall sulla facciata di un supermarket e sua sezione verticale (Tecnoalmet)

Fig. 3 - Schema base del Mirasystem "A"

Fig. 4 - Sequenza della piegatura a mano di pannelli Mirawall

Fig. 5 - Rivestimento Mirasystem "A" con angoli

Fig. 6 - Sezione verticale di Mirasystem "A"

Fig. 7 - Sezione orizzontale del montaggio di Mirasystem "A"

Fig. 8 - Prospetto del montaggio di Mirasystem "A"

Fig. 9 - Veduta esplosa del sistema di montaggio di Mirasystem "A"

Fig. 10 a), b), c) - Chiusura superiore del rivestimento Mirasystem "A"

Fig. 10 d) - Dettagli dei giunti

Fig. 11 - Chiusura inferiore del rivestimento Mirasystem "A"

Fig. 12 a) - Tre schemi di chiusure laterali di Mirasystem "A"

Fig. 12 b), c) - Sezione orizzontale delle chiusure laterali F, G, J

Fig. 13 a) - Prospetto dell'estremità superiore dell'angolo rientrante, con complemento d'angolo fissato a vite (72); **b)** Sezione orizzontale; **c)** Sezione verticale

Fig. 14 - Prospetto dell'estremità superiore dell'angolo sporgente, con chiusura superiore d'angolo (73) fissata a vite

Fig. 15 a), b), c), d) - Sezioni di giunti con pannelli curvi

Fig. 16 a) - Reticoli modulari di facciata

Fig. 16 b) - Posizioni della finestra nel reticolo

Fig. 17 a), b) - Finestra complanare con il rivestimento

Fig. 18 a), b) - Finestra nel muro, allineata con le linee di fuga orizzontali e verticali

Fig. 19 a), b) - Finestra nel muro, allineata solo con le linee di fuga orizzontali

Fig. 20 - Tipico schema di attacco a muro

Fig. 21 a), b) - Pannelli e tasselli Fischer

- 4.4.2. Deflessione sotto carico statico
- 4.4.3. Prove di deflessione
- 4.4.4. Dimensionamento
- 4.4.5. Rinforzi
- 4.4.6. Tipi di pannelli

5 LAVORAZIONE DEI PANNELLI

PAG. 45

- 5.1. Fresatura e tranciatura
 - 5.1.1. Tecniche di fresatura
 - 5.1.2. Tranciatura
- 5.2. Piegatura dei pannelli
 - 5.2.1. Piegatura a mano
 - 5.2.2. Piegatura a rotazione
 - 5.2.3. Piegatura alla pressa idraulica
- 5.3. Piegatura dei pannelli d'angolo

Fig. 22 a) - Massima distanza (m) fra gli appoggi per mantenere la deflessione entro 1/50 della distanza
Fig. 22 b) - Risultati di prove di deflessione su pannelli Mirasystem

Fig. 23 a), b), c), f) - Il pannello Mirasystem
Fig. 23 d), e) - Giunto a 90° visto dall'alto: prevalenza della piega orizzontale o verticale
Fig. 23 g) - La fresatura prima della piega è indispensabile per i pannelli di laminati compositi

Fig. 24 - Schemi di fresatura e tranciatura per pannello Mirasystem
Fig. 25 - La fresatrice Holzer
Fig. 26 a) - La macchina Euromac per tranciare e fresare
Fig. 26 b) - La punzonatrice/tranciatrice Tekna
Fig. 26 c) - Schema generale di tranciatura per il pannello base Mirasystem
Fig. 26 d) - L'unità scantonatrice CIMSA U.T.A. per gli angoli
Fig. 26 e) - L'unità punzonatrice CIMSA U.F. 4-80
Fig. 26 f) - Le barre che vengono montate sulla pressa piegatrice per alloggiare i ferri trancia CIMSA
Fig. 27 a), b), c), d), e), f) - Passi di piegatura a mano su pannelli di Mirawall sottile o fresato
Fig. 28 a), b), c) - Una macchina MA per piegatura a rotazione (Schechtl/Carbonini)
Fig. 29 - Piegatura alla pressa idraulica
Fig. 30 - Tipica attrezzatura per piega raggiata su Mirawall da 3 mm non fresato
Fig. 31 - Attrezzatura per piegatura ad angolo vivo alla pressa idraulica su Mirawall da 3 mm fresato
Fig. 32 a), b), c), d) - Passi base di piegatura per pannello d'angolo

6 POSA IN OPERA

PAG. 53

- 6.1. Allineamento verticale e orizzontale
- 6.2. Fissaggio dei montanti
- 6.3. Isolamento
- 6.4. Finestre
- 6.5. Veduta d'insieme

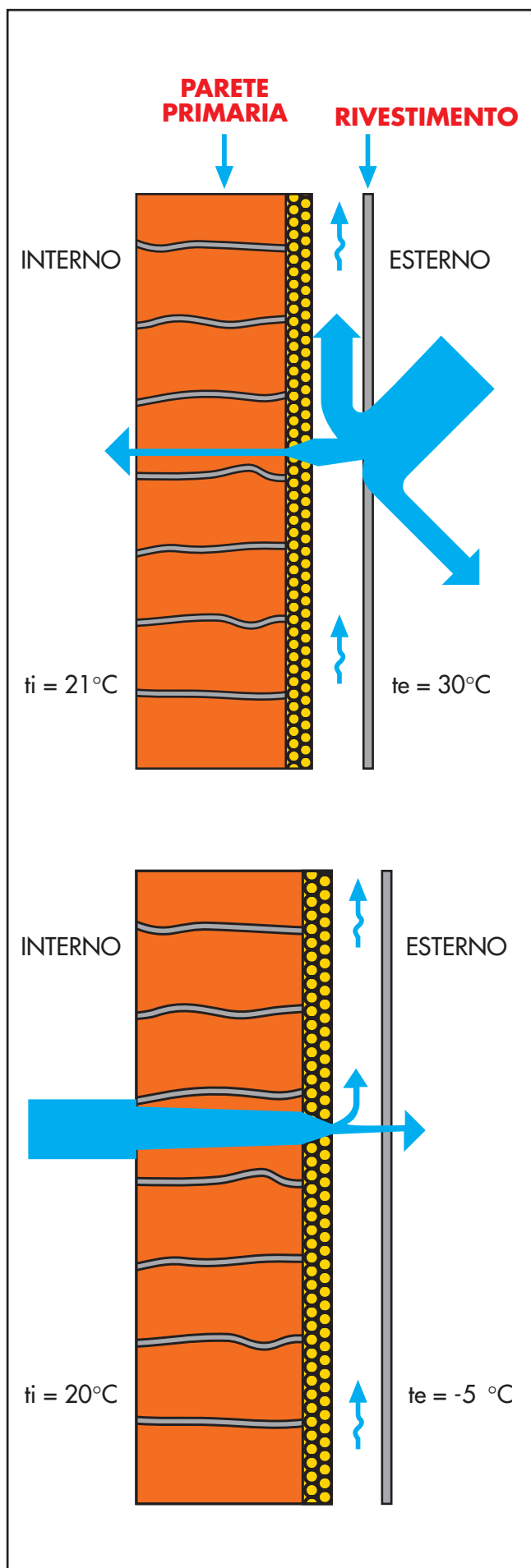
Fig. 33 a) - Posa in opera dei montanti: in rosso, la prima serie
Fig. 33 b) - Uso del filo a piombo per assicurare la verticalità
Fig. 33 c) - Dettaglio del giunto (89)
Fig. 33 d) - Il giunto (89-1) è sul lato del montante contro la parete primaria
Fig. 34 a), b) - Il giunto (89) che collega gli elementi di montante
Fig. 35 a) - Fissaggio di elementi di montante con gli attacchi (90)
Fig. 35 b) - Le coppie di fori nell'attacco (90) che consentono di compensare le irregolarità del muro
Fig. 35 c) - Dettaglio dell'attacco fisso (90)
Fig. 35 d) - Dettaglio dell'attacco regolabile (17)
Fig. 36 a) - Isolamento
Fig. 36 b) - Veduta frontale della facciata installata
Fig. 36 c) - Sezione verticale della facciata installata

7 ALTRI SISTEMI: TENUTA E ALLINEAMENTO

PAG. 59

Fig. 37 - Un sistema recente (Fenzi Panel Wall) che consente montaggio e allineamento con il solo cacciavite
Fig. 38 a), b), c) - Il sistema Alcoa Teknowall MP (Modular Panel)
Fig. 39 - Il sistema "Urano" della Deller, con pannelli portati da molle a V scorrevoli nei montanti di alluminio estruso

PRESENTAZIONE



La facciata ventilata è, fra i diversi tipi di involucro edilizio, quello più efficace per il bilancio energetico. Un'intercapedine fra il rivestimento esterno e la parete primaria (v. fig. a sinistra) migliora l'isolamento tanto in estate (sopra) che in inverno (sotto). Uno strato isolante applicato contro la parete primaria migliora ulteriormente le prestazioni termiche.

Oggi inoltre cresce l'interesse per l'involucro ventilato nel recupero degli edifici vecchi, quando al miglioramento termico si unisce il rinnovo estetico.

Molti tipi di facciata ventilata, sempre più complessi e raffinati, sono stati proposti negli anni sul mercato.

Ma rimane ancora valido il sistema più elementare e collaudato, nel quale il rivestimento esterno è semplicemente costituito da pannelli a "cassetta" agganciati a montanti a U fissati alla parete primaria.

Questa "madre di tutti i sistemi ventilati" ha riacquisito importanza da quando per la fabbricazione dei pannelli a cassetta è divenuta disponibile la lamiera di alluminio Mirawall, che ne riduce i costi di fabbricazione e ne migliora le prestazioni. Caratteristiche di Mirawall sono l'alto spessore, la planarità, e specialmente il rivestimento a polvere in continuo con il processo PCC (Powder Coil Coating), un processo sviluppato dalla Otefal che ne è leader mondiale.

Constatata la crescente richiesta di Mirawall anche da parte di fabbricanti meno esperti, la Otefal offre loro con questo manuale una guida di base all'impiego del Mirawall nella semplice facciata a "cassette".

Il facciatista più esperto ovviamente saprà impiegare Mirawall in molti altri modi. Ma anche a lui forse interesserà confrontare le sue conoscenze con quanto emerge qui, riconsiderando la vecchia facciata a cassette alla luce di un fatto nuovo: l'arrivo di Mirawall.

Proprio per questa novità, il sistema -di per sé antico e ben noto- assume qui il nome di Mirasystem "A": dove "A" significa la semplicità della tecnologia, e "Mira" ne sottolinea l'aspetto innovativo.

MIRASYSTEM

A

SISTEMA BASE PER RIVESTIMENTI
DI FACCIATA VENTILATI CON PANNELLI
DI ALLUMINIO MASSICCIO MIRAWALL

1 OGGETTO

Questo documento presenta i sistemi base raccomandati per la lavorazione e il montaggio di rivestimenti esterni di fabbricati con la tecnologia Mirasystem "A".

La tecnologia Mirasystem "A" è caratterizzata dall'impiego di lamiere di "Mirawall", uno speciale laminato di alluminio massiccio rivestito con vernice a polvere in continuo con il processo PCC (Powder Coil Coating) sviluppato dalla Otefal.

1.1. Mirawall come materiale per rivestimenti esterni

Il Mirasystem "A" è probabilmente il più semplice fra i tanti sistemi oggi disponibili per schermi esterni e facciate ventilate nell'edilizia.

I vantaggi di Mirasystem "A" derivano principalmente dall'impiego delle lamiere Mirawall, che presentano le caratteristiche seguenti:

- I pannelli fabbricati con le lamiere preverniciate sono immediatamente pronti per l'installazione;
- La fabbricazione dei pannelli è più facile rispetto ai laminati alluminio/plastica/alluminio;
- L'elevato spessore del rivestimento (60-80 µm, 2≈3 volte più del normale coil coating) assicura la protezione anche sugli spigoli delle piegature;
- È disponibile un' ampia gamma di colori ad alta resistenza.

1.2. Il principio dei pannelli scatolati e agganciati

I componenti fondamentali del rivestimento Mirasystem "A" sono i pannelli scatolati (o "cassette") fabbricati partendo da lamiere Mirawall di elevato spessore (2-3 mm).

I pannelli Mirawall sono appesi a montanti con sezione a U, fissati a una parete "primaria" di muratura o cemento (Fig. 3).

Una caratteristica intrinseca della facciata ventilata è un'intercapedine di larghezza 20-70 mm fra il rivestimento esterno e la parete primaria. Quasi sempre, questa intercapedine è occupata parzialmente da uno strato di materiale isolante ancorato alla parete primaria.

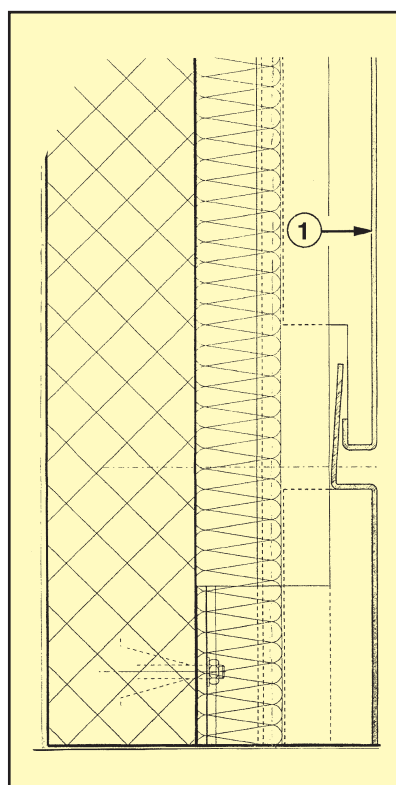


Fig. 1 - La Torre FIM a Varsavia (a sinistra) e la sezione tipica del sistema a pannelli agganciati (1), realizzati con lamiera Mirawall color "granito" (Perma-steelisa)



I pannelli a cassetta sono appesi ai montanti per mezzo di ganci tranciati nei bordi laterali.

Il Mirasystem "A", nella sua versione di base, non è un rivestimento a tenuta di aria e acqua. La tenuta non è un requisito essenziale per le funzioni di schermo alla pioggia e di ventila-

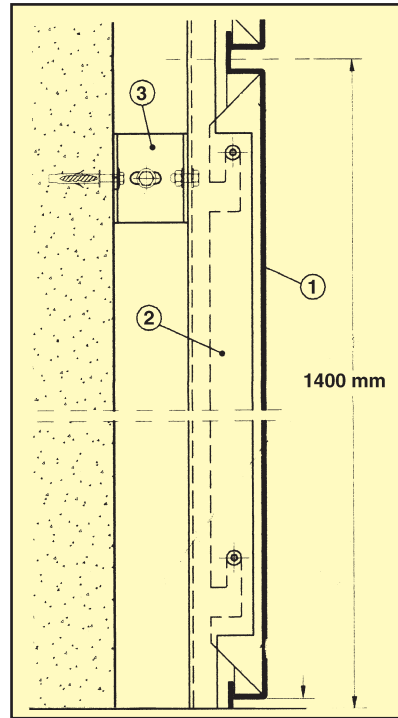


Fig. 2 - Un semplice rivestimento con pannelli Mirawall a cassetta sulla facciata di un supermarket (a sinistra) e il relativo schema in sezione verticale (Tecnoalmet)

1 = pannello a cassetta di Mirawall (Rainscreen - schermo alla pioggia);
2) = Montante;
3) = Staffa portante a muro.

zione, sempre che le piccole quantità di acqua infiltrata vengano raccolte, scaricate, o evaporate, come avviene normalmente per il Mirasystem "A" in condizioni di esposizione non estreme.

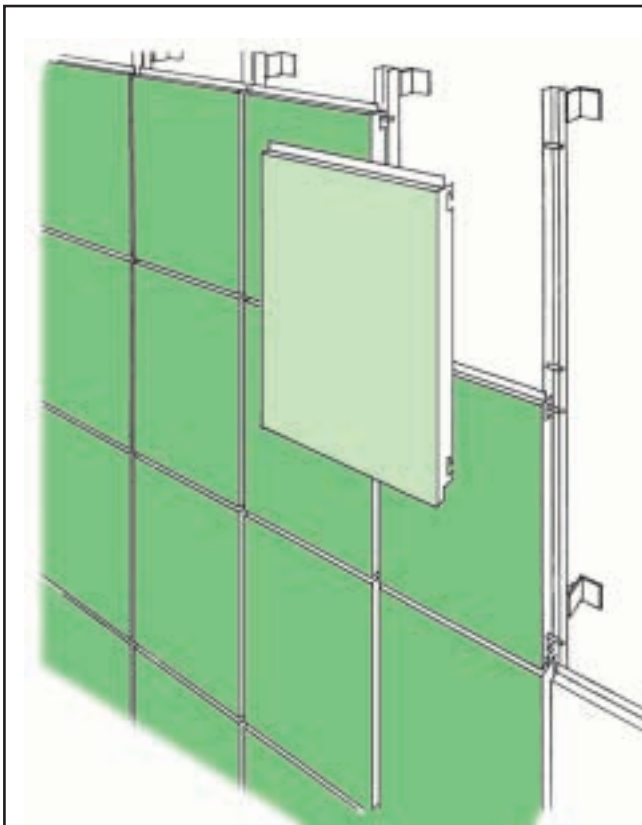


Fig. 3 - Schema base del Mirasystem "A" (senza strato isolante)

2 SCHEMI BASE DEL MIRASYSTEM "A"

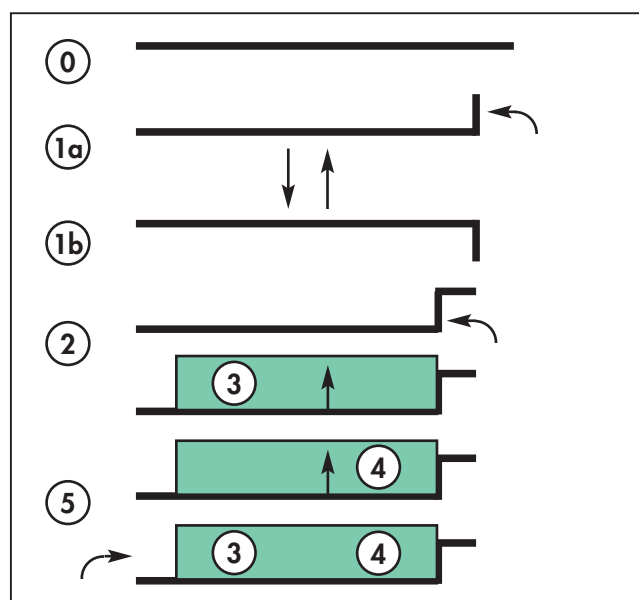
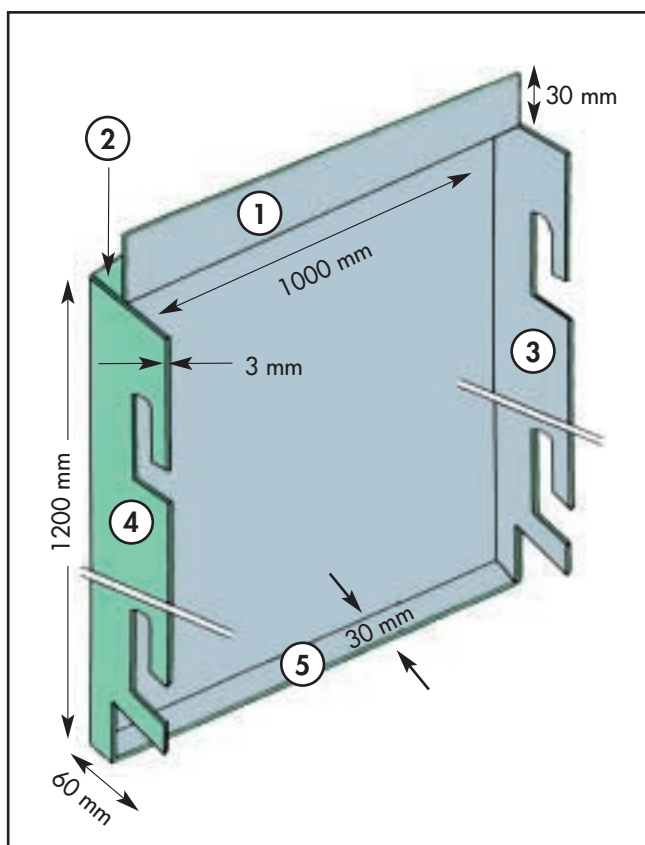
2.1. Il pannello

Il componente base del Mirasystem "A" è il pannello fabbricato con lamiera d'alluminio Mirawall di elevato spessore.

La Fig. 4 mostra le caratteristiche essenziali di un pannello 1000 X 1200 mm fabbricato con lamiera da 3 mm, e la sequenza della sua fabbricazione. Il capitolo 5 descrive più nel dettaglio i diversi processi di fabbricazione.

In breve, la piegatura deve essere preceduta dal taglio o tranciatura degli angoli come è richiesto da qualunque forma "a cassetta" (v. Cap. 5.1). Per lamiere di alto spessore come quella in esempio, la piegatura a mano o con macchine a leva ("da lattoniere") richiede una prelimina-

re fresatura posteriore lungo le linee previste per la piegatura, in modo da ridurre localmente lo spessore a 0,8-1,8 mm (v. cap. 5.1.1). Ciò permette di ottenere pieghe ad angolo vivo, oltre a consentire la piegatura a mano con l'aiuto di elementari attrezzature a leva (Cap. 5.2.1). È anche possibile piegare in una pressopiegatrice idraulica, e in questo caso si può evitare la fresatura posteriore, come discusso nel Cap. 5.2.3.



Passi di piegatura:

0 = Lamiera Mirawall 1060 x 1320 x 3 mm, già tranciata agli angoli e fresata sul retro, con faccia esterna verso il basso

1a = Prima piega del lato corto superiore

1b = La lamiera viene rovesciata, con la faccia esterna verso l'alto

2 = Seconda piega del lato superiore

3 = Piega del primo lato lungo

4 = Piega del secondo lato lungo

5 = Piega del lato inferiore (chiusura della cassetta)

2.2. Fissaggio alla parete primaria

I pannelli di Mirawall sono collegati ai montanti, che sono ancorati alla parete primaria per mezzo di staffe regolabili. La **fig. 5** e i dettagli nelle **fig. da 6 a 12** presentano schematicamente un rivestimento con angoli sporgenti e rientranti.

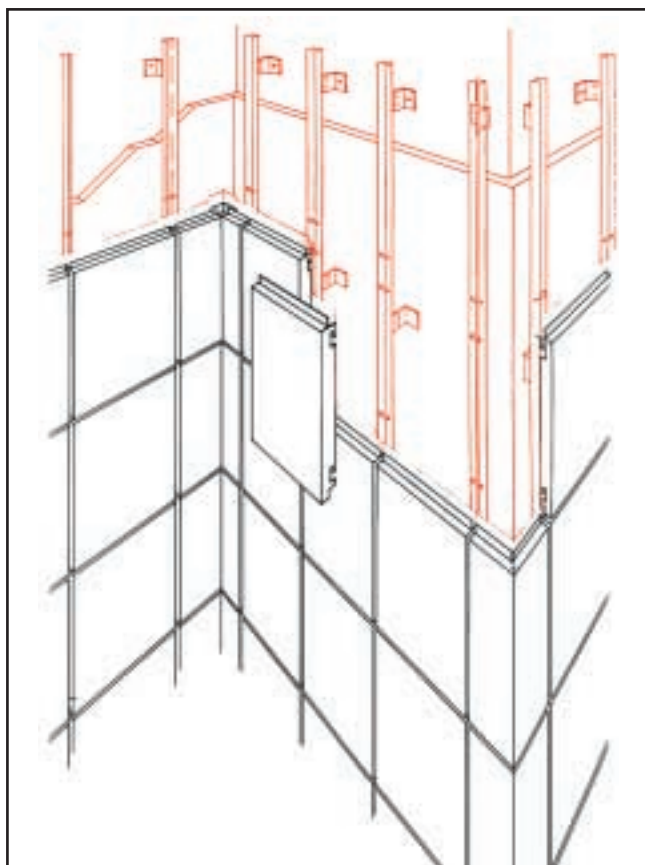


Fig. 5 - Rivestimento Mirasystem "A" con angoli sporgenti e rientranti

Un rivestimento Mirasystem "A" completo comprende normalmente anche lo strato di materassini isolanti fissati alla parete primaria: questo strato isolante, combinato con l'intercapedine ventilata, migliora decisamente l'efficienza termica abbassando il coefficiente K di trasmissione, in aggiunta all'effetto di rinnovo estetico causato dal rivestimento.

2.3. Caratteristiche del sistema

Le caratteristiche basilari del Mirasystem "A" sono presentate nelle **figg. da 6 a 9**.

I dettagli e i componenti sono numerati in sequenza, e ognuno è distinto dallo stesso numero in tutto questo manuale.

NOTA: *L'elenco numerato completo delle descrizioni si trova nei risvolti delle copertine.*

I principali argomenti da discutere nel caso del Mirasystem "A" (come per qualunque sistema in generale) sono i seguenti:

- Il disegno base (Cap. 2.3.1.)
- La chiusura superiore (collegamento alla copertura) (Cap. 2.3.2.)
- La chiusura inferiore (Cap. 2.3.3.)
- Chiusure laterali (Cap. 2.3.4.)
- Angoli rientranti e sporgenti (Cap. 2.3.5., 2.3.6.)
- Rivestimenti curvi (Cap. 2.3.7.)
- Inserimento di finestre (Cap. 3.)
- Componenti (Cap. 4)
- Fabbricazione meccanica (Cap. 5.)

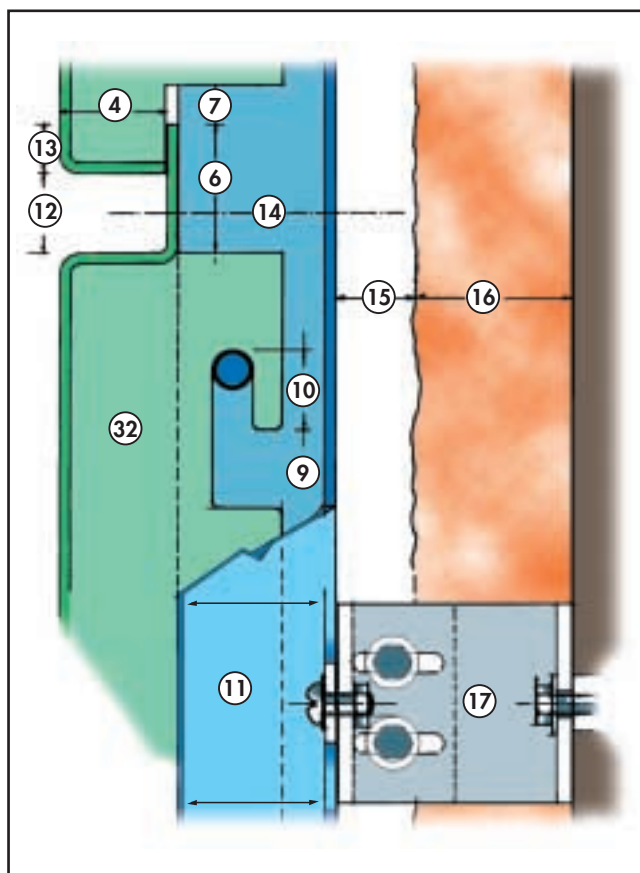


Fig. 6 - Sezione verticale di Mirasystem "A"

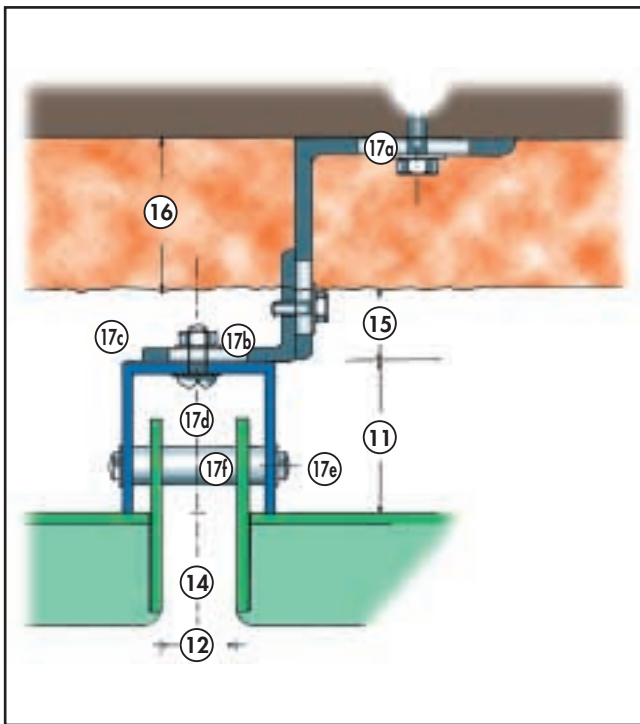


Fig. 7 - Sezione orizzontale del montaggio di Mirasystem "A"

- Posa in opera (Cap. 6.)
- Allineamento della facciata (Cap. 6.1.)

Altri argomenti, come il comportamento nel tempo, il dimensionamento statico-dinamico, le dilatazioni, e lo smaltimento dell'acqua, non vengono trattati in dettaglio in questa descrizione del sistema-base, e debbono essere esaminati separatamente con l'assistenza di esperti.

2.3.1. Il disegno base

Il rivestimento Mirasystem "A" è costituito da file verticali di pannelli sovrapposti ai bordi. Osservando le figg. da 6 a 9, le caratteristiche principali da considerare sono le seguenti:

- La forma dei pannelli (Cap. 4.4.6.)
- La struttura portante (Cap. 2.3.1)
- La geometria delle fughe (Cap. 3.1)
- L'intercapedine (Cap. 2.3.)
- I pannelli isolanti applicati alla parete primaria (Cap. 4.3.)
- I sistemi di allineamento in 3 dimensioni (Cap. 2.3.1., 4.)

I pannelli ("cassette") hanno le pieghe verticali (3 in fig. 8) più larghe di quelle orizzontali (4, 5), così che le asole (9), (10) tranciate sulle pie-

ghe verticali possano agganciarsi ai perni orizzontali (17e) portati dai montanti (11).

La maggiore larghezza delle pieghe verticali evita di dover intagliare i montanti per alloggiare le pieghe orizzontali. Questa soluzione è più semplice e più robusta rispetto ad altre, come quella che usa ganci sporgenti rivettati alle pieghe laterali (v. 4.4.6.).

I diversi modi per fare i pannelli (spessore del metallo, giunzioni degli angoli, tecniche di piegatura) sono presentati nel Cap. 4.

I pannelli possono avere asole-gancio aggiuntive fra quelle superiori e inferiori, per migliorarne la resistenza meccanica, in funzione delle dimensioni del pannello, come mostrato nei cap. 4.4.1., 4.4.2.

Le dimensioni dei ganci ((9), (10) nelle Figg. da 6 a 9) normalmente sono quelle mostrate nello schema alla pagina seguente. In zone di vento particolarmente forte occorrono ganci più larghi, da calcolare per ogni caso specifico.

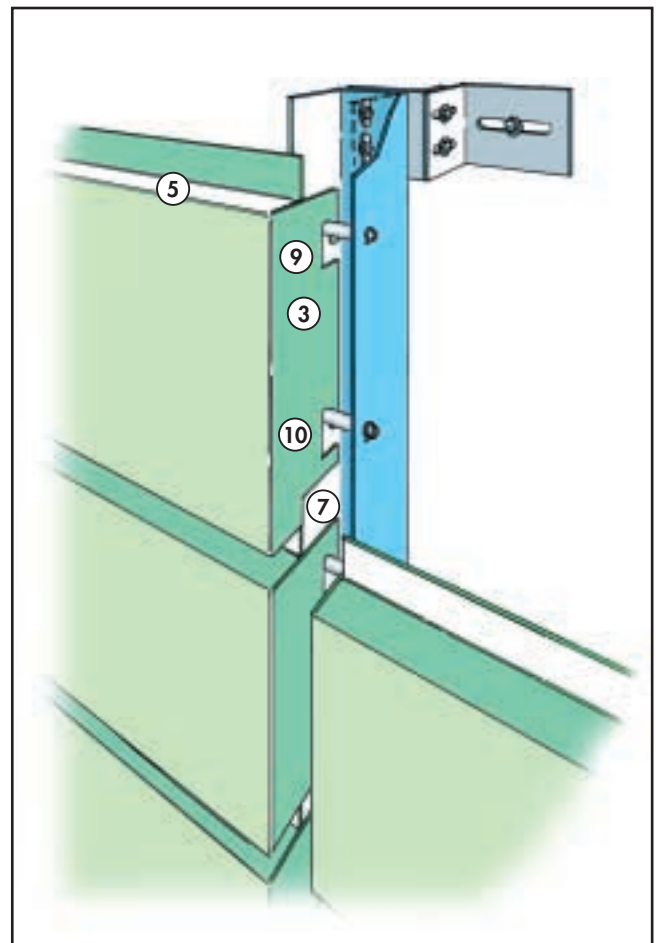


Fig. 8 - Prospetto del montaggio di Mirasystem "A"

Il gancio superiore ha larghezza maggiore di 1-2 mm rispetto al diametro del perno della struttura. Questo facilita l'inserimento e l'appoggio sul perno.

Il gancio inferiore non deve poggiare sul suo perno, ma deve essere sollevato di 2 mm per consentire la dilatazione termica. Il dettaglio (7) nelle **figg. 8 e 9** mostra come le estremità inferiori delle pieghe verticali sono tagliate per consentire la sovrapposizione dei pannelli.

La struttura portante è costituita dai montanti a U (11), dai perni di acciaio inox (17e), (17f) e dalle staffe regolabili (17a), (17b) che fissano il rivestimento alla parete.

La larghezza dello scuretto fra i pannelli (12) dipende dalle dimensioni dei pannelli e dalla geometria della facciata. Il progetto prevede, in genere, che gli scuretti orizzontali e verticali abbiano la stessa larghezza.

Possono essere richiesti scuretti di larghezza ridotta al minimo, quando sia prevista l'applicazione di sigillante o di guarnizioni di tenuta, ma la facciata a tenuta non viene discussa in questo schema base. Qualche accenno vi è fatto al Cap. 7.

La larghezza degli scuretti e le dimensioni dei pannelli influenzano *la geometria architettonica* (dettagli H, L in **figg. 12, 16**) e devono essere quindi definite in sede di progettazione e in base a concetti estetici.

L'intercapedine ((11)+(15) in **fig. 6, 7**) è la caratteristica essenziale della facciata ventilata. La sua larghezza è ≈ 50 mm per rivestimenti fino a 12 m di altezza; per altezze maggiori fino a 20 m si aumenta fino a 70 mm.

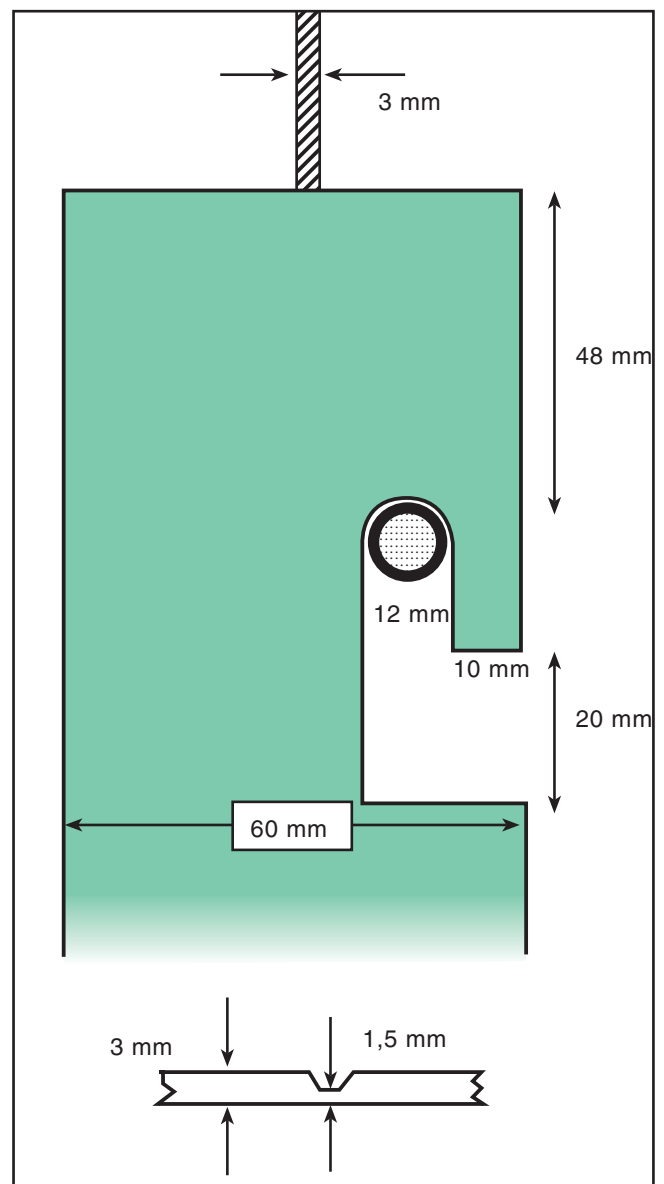
Per edifici molto alti, dove la parete verticale diviene un fattore molto importante nel bilancio termico, la circolazione di aria nell'intercapedine deve essere calcolata e controllata per assicurare un flusso d'aria regolare ed efficiente lungo tutta la superficie interna dell'intercapedine: p.es. uno spazio troppo ridotto può causare riscaldamento dell'aria, o uno troppo ampio turbolenza.

L'intercapedine, in realtà, è la somma di due spazi: lo spazio (15) (**fig. 7**) ha come scopo principale quello di lasciare una certa tolleranza per aggiustare la complanarità dei pannelli,

mentre lo spazio (11) cioè lo spessore del montante, è quello che serve effettivamente alla ventilazione.

I pannelli isolanti ((16) nelle **figg. 6, 7, 9**) hanno normalmente uno spessore di 40-50 mm, secondo il calcolo termico.

Il materiale comunemente usato è fibra di vetro, e uno strato di $40 \approx 50$ mm in una facciata ventilata con schermo esterno di alluminio migliora l'isolamento abbassando il coefficiente K da 2 a 0,63. Edifici molto alti, o con speciali esigenze di isolamento, possono richiedere uno strato isolante di maggior spessore: in tal caso, l'ala della staffa (17 a) deve essere più lunga per consentire lo spazio (15) occorrente per regolare la complanarità dei pannelli.



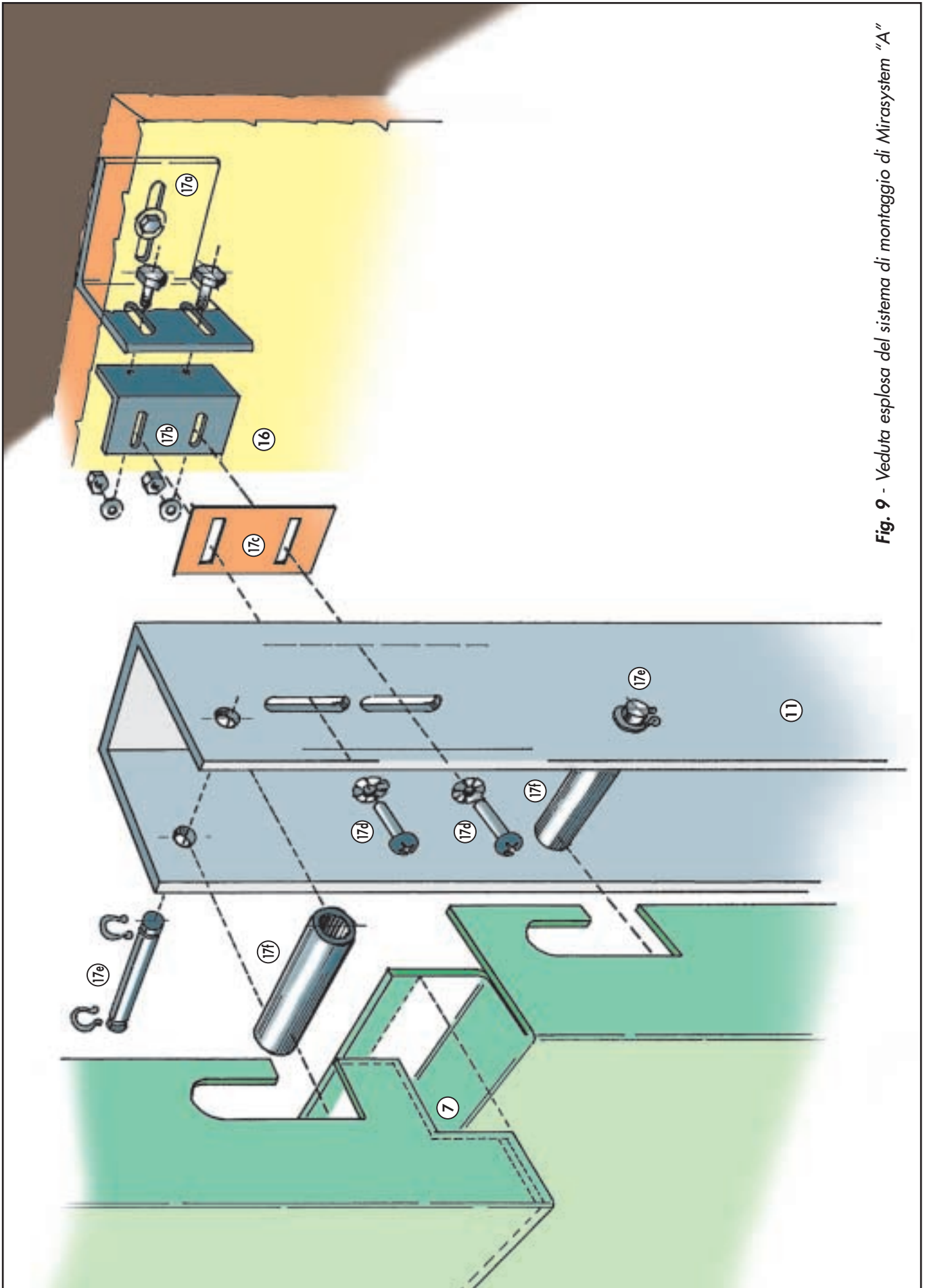


Fig. 9 - Veduta esplosa del sistema di montaggio di Mirasystem "A"

Maggiori dettagli sullo strato isolante si trovano nel Cap. 4.3.

L'allineamento dei pannelli per ottenere un rivestimento perfettamente piano è estremamente importante ai fini estetici, ed è illustrato nel Cap. 6. Il Mirasystem "A" è concepito come prodotto di base molto semplice, con un numero minimo di componenti: il suo allineamento durante la posa viene interamente ottenuto spostando i montanti in tre direzioni, come è consentito dalle asole nel sistema di fissaggio. Posizionato in modo corretto, l'attacco viene bloccato con viti e bulloni.

2.3.2. Chiusura superiore

La chiusura superiore (**Fig. 10**) è una zona critica del rivestimento (o della facciata ventilata) perché deve assolvere ad alcune funzioni essenziali:

- a) Impedire infiltrazioni d'acqua dalla copertura;
- b) Consentire la circolazione dell'aria nell'intercapedine ventilata;
- c) Collegare il rivestimento all'impermeabilizzazione della copertura;
- d) Concludere la pannellatura con una soluzione esteticamente accettabile.

Per assolvere a queste funzioni, la chiusura superiore comprende un rivestimento ("cappello") di lamiera piegata (18) che collega e include i differenti elementi che si incontrano in cima alla facciata, e precisamente:

- I pannelli dello schermo ((32) in **fig. 10a**)
- I montanti (11)
- Il rivestimento isolante (16) applicato sulla muratura
- La finitura superiore del muretto (31)
- L'impermeabilizzazione della terrazza o del tetto (30)

I due cappelli della chiusura superiore ((18) esterno, collegante con la facciata; e (19) interno, collegante con il tetto) hanno rispettivamente la forma di canali a U e a Z e corrono tutt'intorno al perimetro della facciata.

Essi vengono realizzati congiungendo una serie di elementi lunghi 3-5 metri fabbricati piegando lamiere di alluminio anodizzato o di Mirawall. I giunti ((20) in **fig. 10c**) del cappello esterno (18) sono nascosti sotto la lamiera perché risultano sulla parte in vista, mentre quelli (21) dell'inter-

no (19) non sono in vista e non c'è bisogno di nasconderli. Per lo stesso motivo, per il rivestimento interno (19) si può usare lamiera meno costosa. La **figura 10 a**) mostra due versioni alternative della chiusura superiore: la versione (18 a) è a filo con lo schermo della facciata, mentre la versione (18 b) sporge fuori del piano del rivestimento.

La scelta fra le due alternative dipende da ragioni estetiche.

I giunti (20) e (21) richiedono particolare attenzione perché le dilatazioni termiche possono danneggiare la tenuta all'acqua. La **fig. 10 d**) presenta alcuni "si" e "no" su questi giunti.

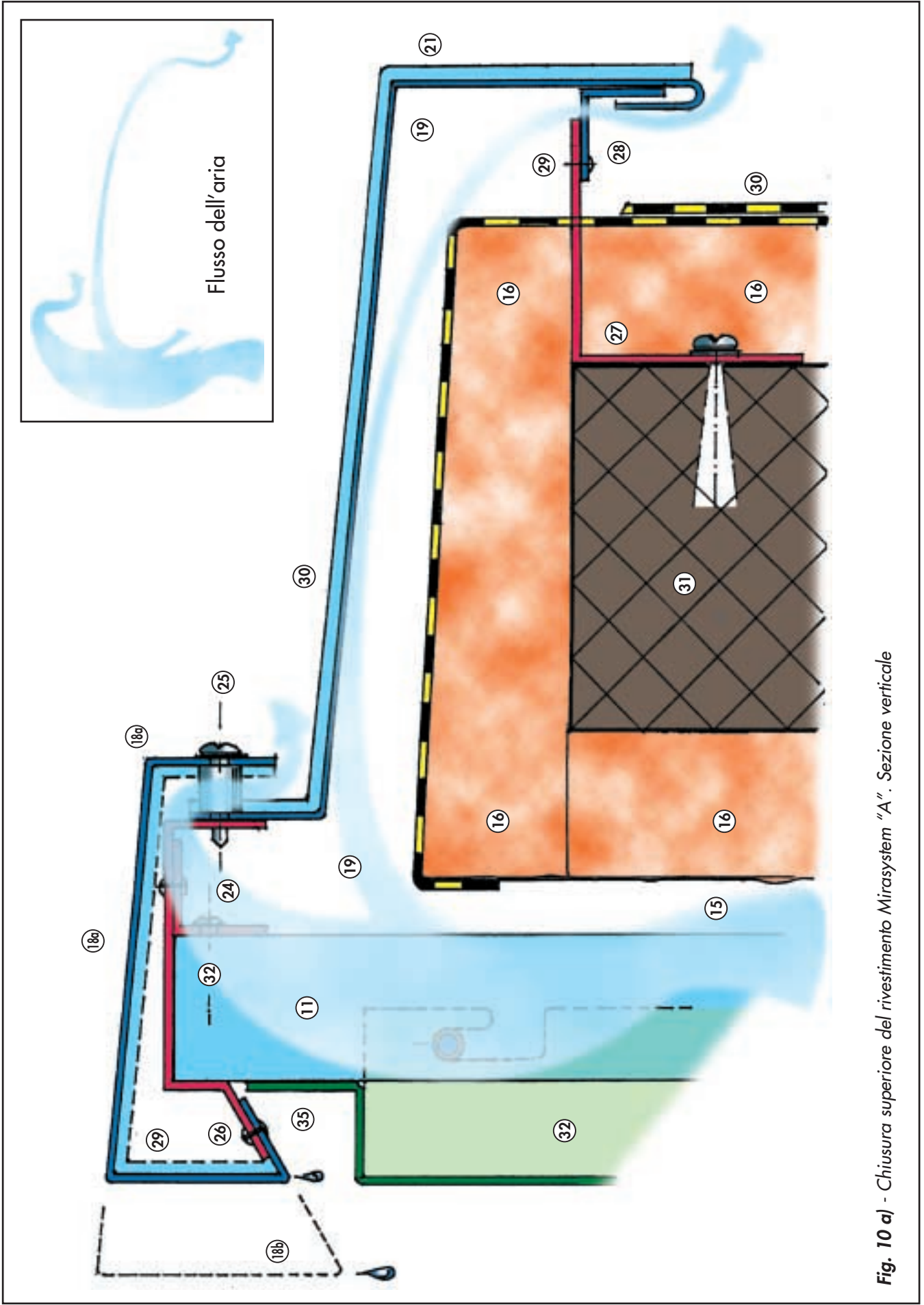
I dettagli (21a), (21b), e (21c) mostrano una conformazione corretta del giunto interno (21), comprendente giunzioni adesive sui due lati. Per questo, la sua applicazione deve essere fatta dopo l'interposizione di un fondo di giunto spugnoso. I dettagli (21d), (21e) presentano "cose da non fare" riguardo allo stesso giunto, e dimostrano che l'incollaggio su 3 lati tende a causare la rottura del giunto come conseguenza della dilatazione termica.

Problemi analoghi per i giunti nascosti esterni (20). Oltre alle versioni "sigillate" (20a), (21a), è possibile per esterni e interni anche la versione a "giunto aperto": quella per l'esterno è in (20 b). I rivestimenti (18), (19) della chiusura superiore vengono fissati per mezzo di viti di acciaio inossidabile (25) a staffe (22), applicate ai montanti (11) della struttura portante dello schermo a pannelli.

I fori per il passaggio delle viti (25) nel rivestimento devono essere ovali per consentire le dilatazioni termiche.

L'installazione dei rivestimenti della chiusura superiore non richiede alcun intervento sulla finitura superiore della muratura (31), né sui pannelli isolanti (16), né sul rivestimento del tetto (30), salvo l'applicazione di alcune staffe di alluminio a L (27), fissate sul lato interno della finitura superiore del muro (31) prima di applicare i materassini isolanti.

I bordi dei rivestimenti della chiusura superiore devono essere fissati saldamente: il bordo del rivestimento interno (19) a tale scopo è agganciato al profilo a L (28) che corre tutt'intorno al perimetro della facciata ed è portato dalle staffe interne (27) già citate.



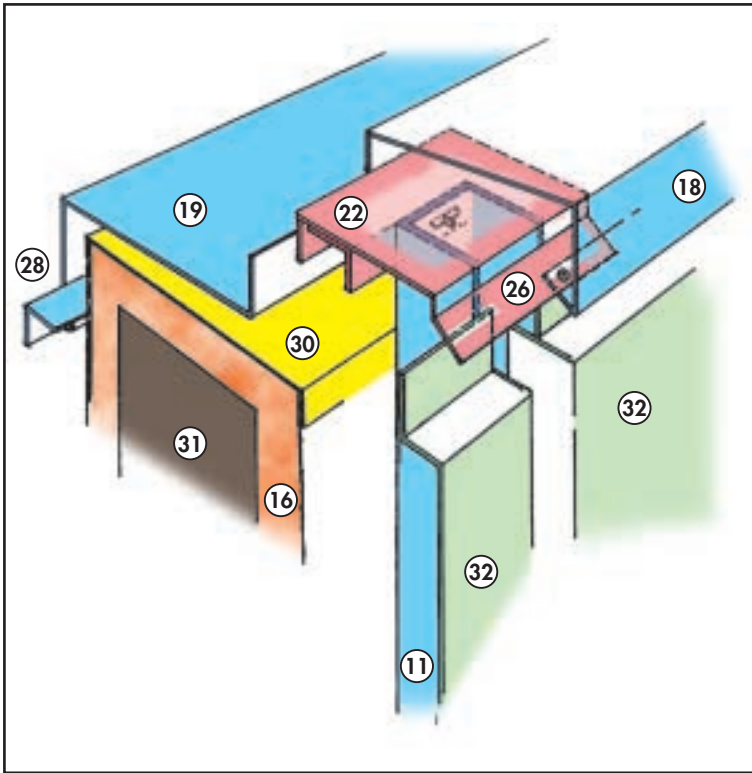


Fig. 10 b) - Chiusura superiore di Mirasystem "A". Prospetto

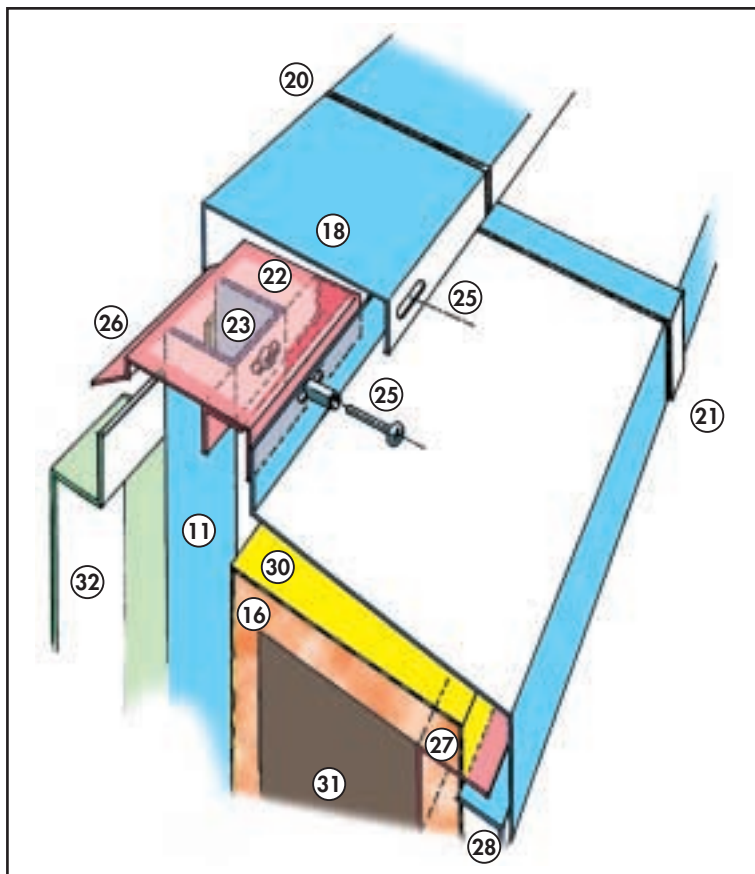
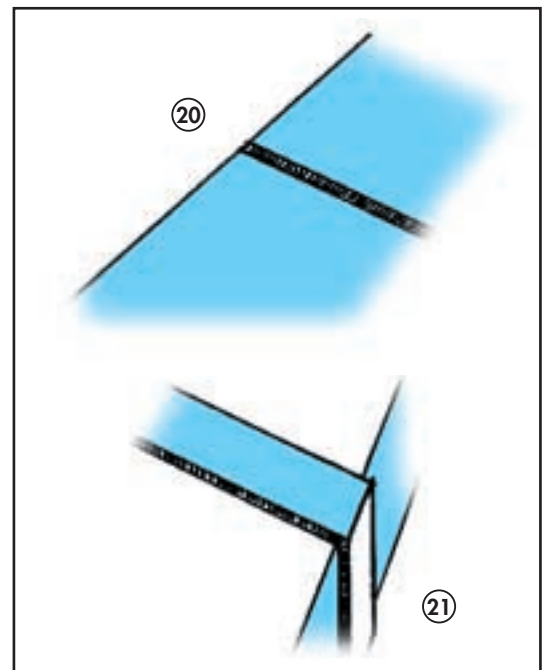
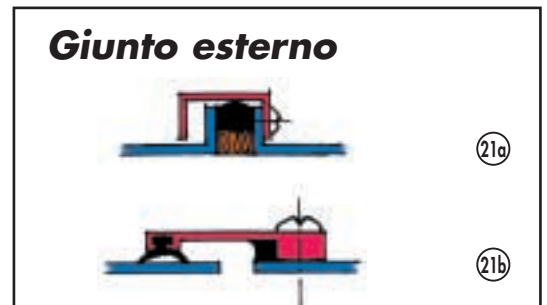
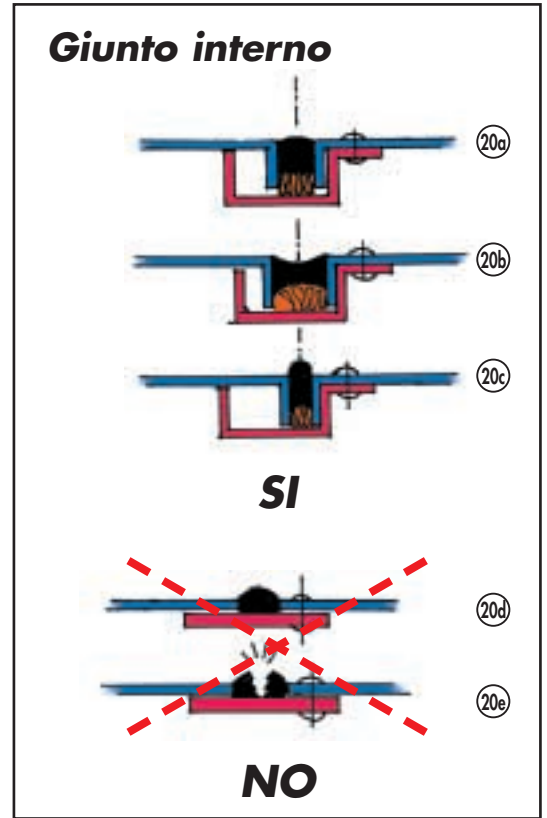


Fig. 10 c) - Chiusura superiore del Mirasystem "A". Giunti

Fig. 10 d) - Dettagli dei giunti

2.3.3. Chiusura inferiore

La chiusura inferiore (Fig. 11) ha funzioni prevalentemente estetiche. Le sue caratteristiche

principali sono: a) Assicurare il collegamento fra il rivestimento e la parete primaria, nascondendo e compensando ogni eventuale mancanza di planarità;

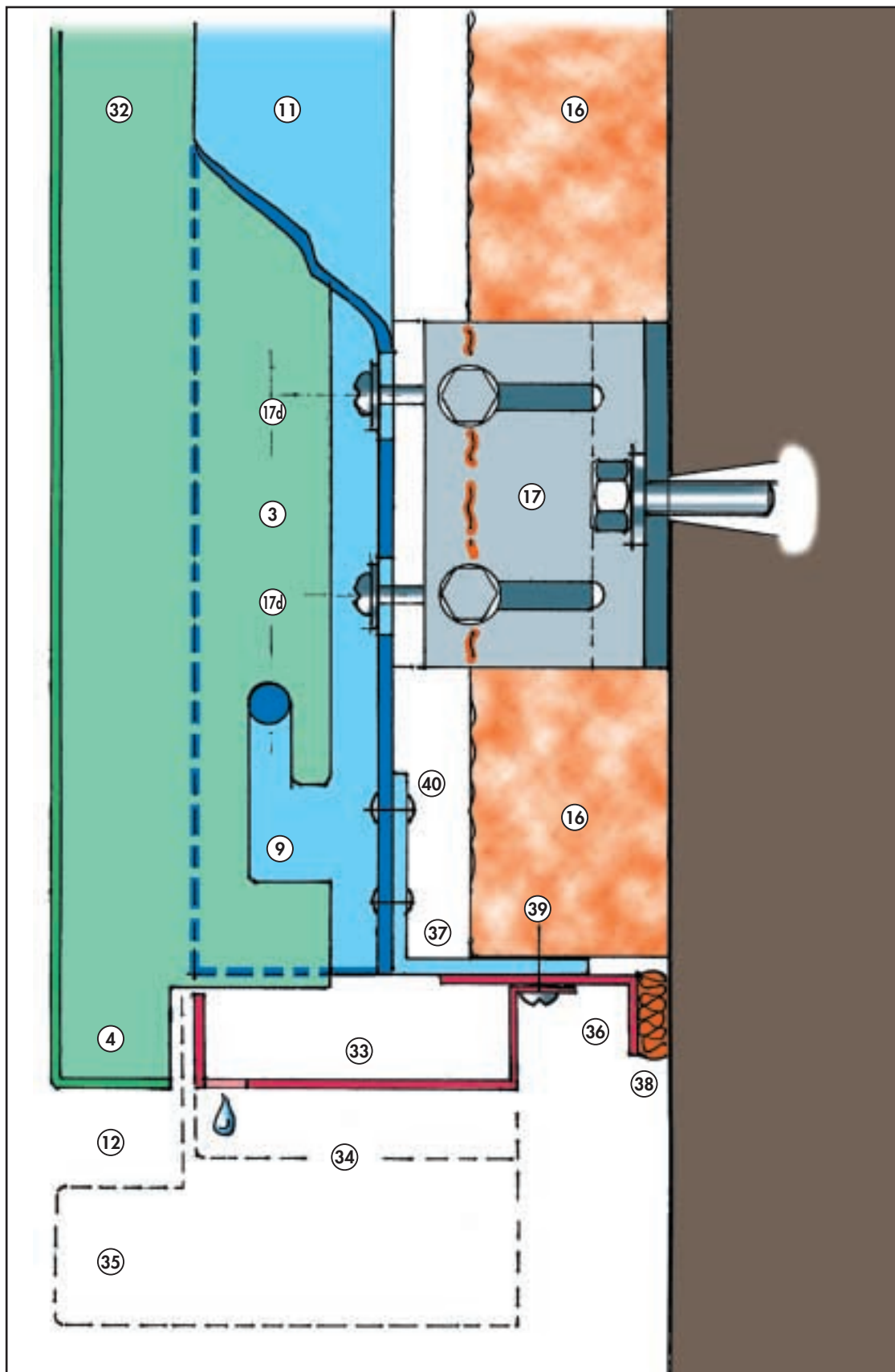


Fig. 11 - Chiusura inferiore del rivestimento Mirasystem "A"

b) Realizzare una finitura soddisfacente della facciata;

c) Assicurare il deflusso dell'acqua piovana senza che questa scorra sulla parete.

Sono possibili diverse soluzioni: i dettagli (33), (34), (35) mostrano alcune delle possibili alternative. La versione (33) è allineata con la linea inferiore dei pannelli, la (34) è sporgente verso il basso, e la (35) rispetta una larghezza uguale a quella del giunto ("scuretto") fra i pannelli. Il dettaglio (36) mostra la chiusura regolabile contro il muro, realizzata mediante una staffa (37) fissata ai montanti della struttura portante attraverso un sigillante (38) con viti (39), (40).

2.3.4. Chiusura laterale

In linea di massima, la chiusura laterale dovrebbe essere coerente con le linee di fuga architettoniche, quindi il primo e l'ultimo pannello dovrebbero avere la stessa larghezza degli altri. In

un progetto normale, la larghezza della facciata può essere divisa in modo da soddisfare tale condizione di uniformità. Però questo non è sempre possibile, specialmente quando si tratti di un lavoro di rinnovo di facciata esistente.

Perciò, si possono verificare 3 condizioni principali per la chiusura laterale, come mostrato nella **fig. 12 a)**: gli schemi F, G che hanno alle estremità pannelli coerenti con le linee di fuga, e lo schema J con pannelli estremi non coerenti. Le **fig. 12 b)** e **12 c)** mostrano i dettagli costruttivi in sezione orizzontale. Le due alternative F, G della chiusura "coerente" sono diverse perché la F richiede un coprifiolo aggiuntivo (80), mentre nella versione G è lo stesso ultimo pannello (82) che viene piegato per creare la chiusura laterale ed è fissato all'ultimo montante (87) mediante una staffa a L (88). Nella versione F, il coprifiolo (80) può avere larghezze diverse (81) per motivi estetici: un lato di questo coprifiolo è agganciato ai montanti nello stesso modo dei pannelli, mentre l'altro lato è fissato con viti al profilato (85) fissato a muro.

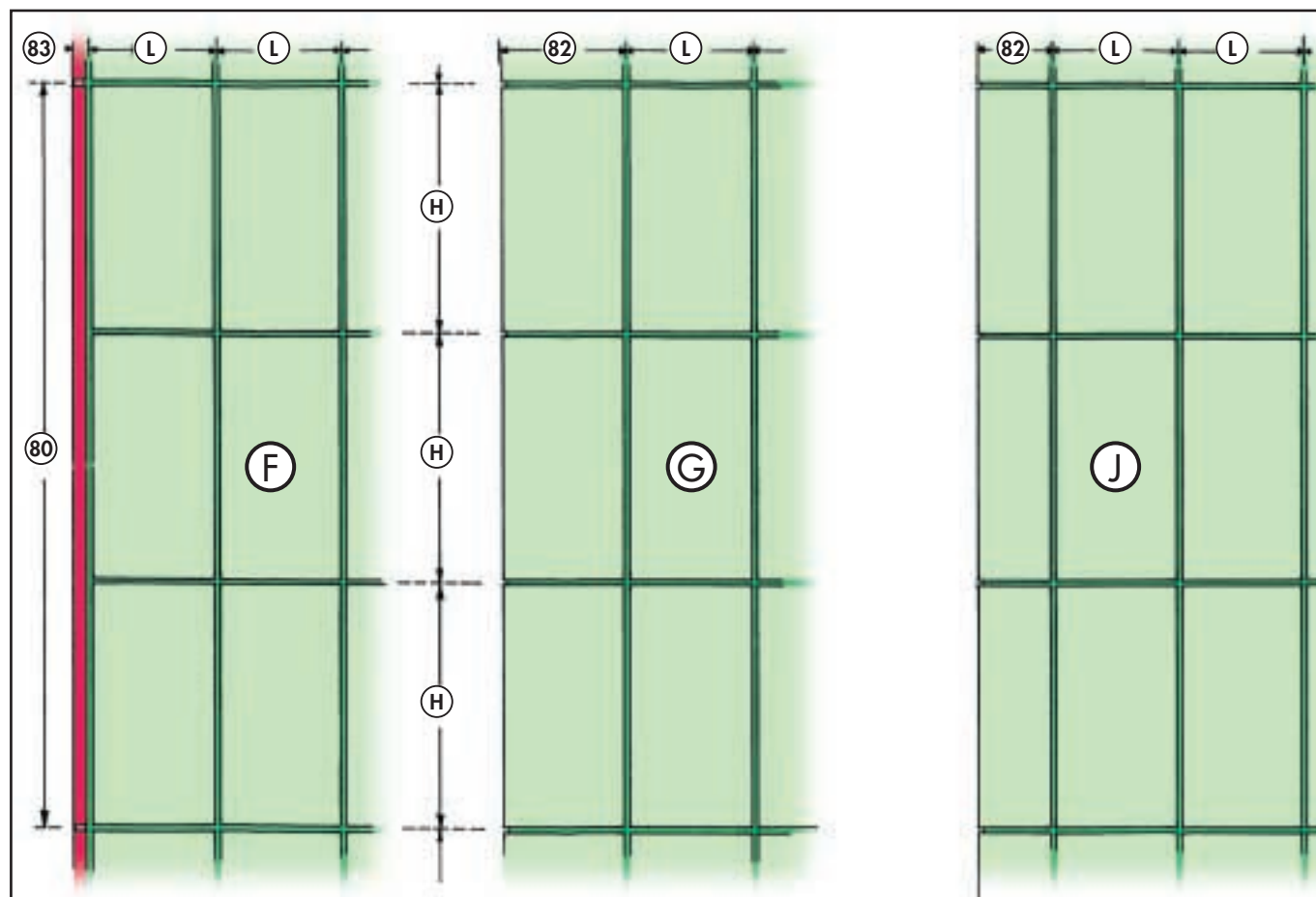


Fig. 12 a) - Tre schemi di chiusure laterali di Mirasystem "A": F = con coprigiunto all'estremità; G = con pannello estremo piegato a 90° e presentante frontalmente la larghezza standard degli altri pannelli; J = con pannello estremo piegato a 90° e larghezza frontale non standard

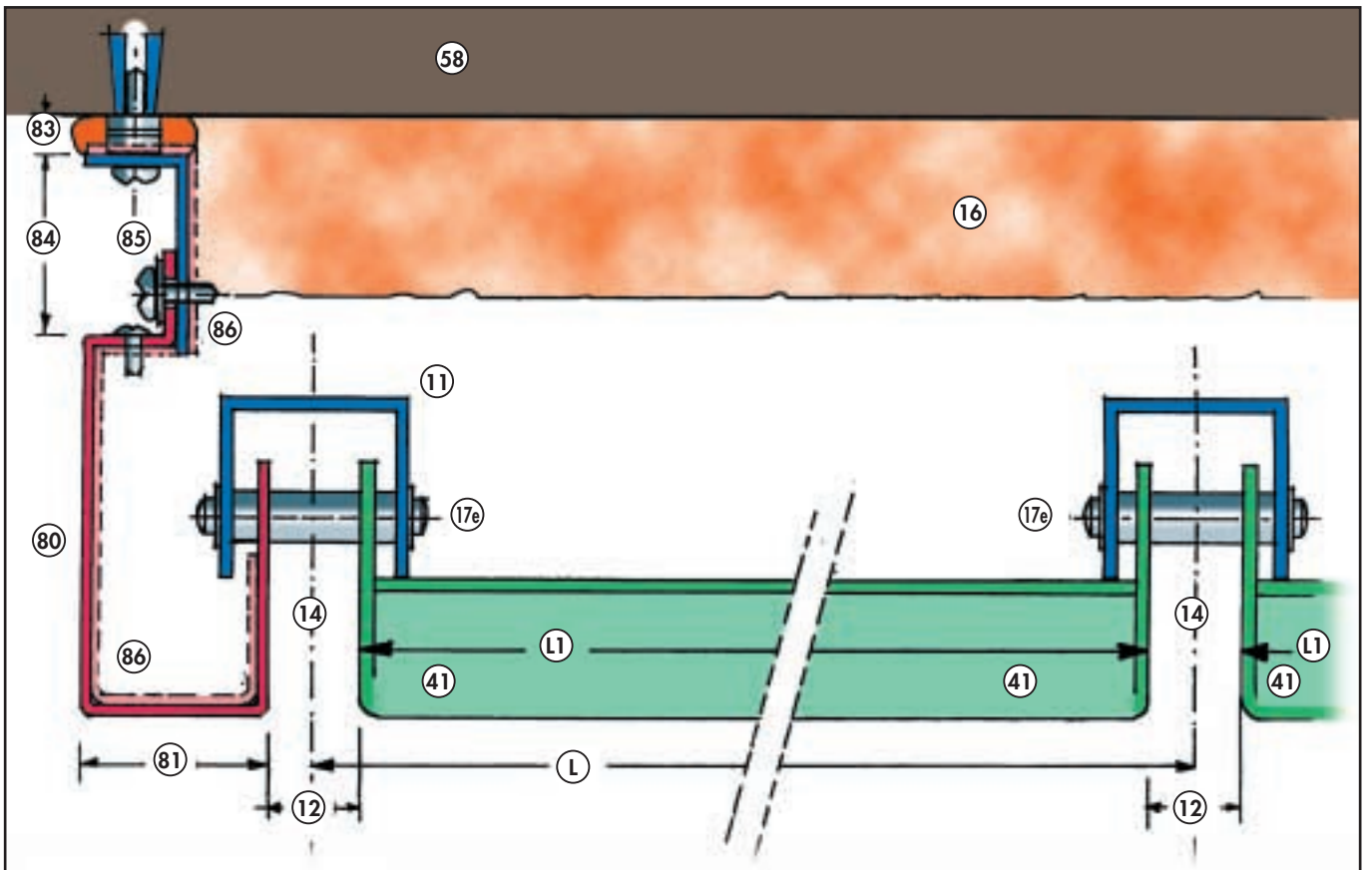


Fig. 12 b) - Sezione orizzontale della soluzione F

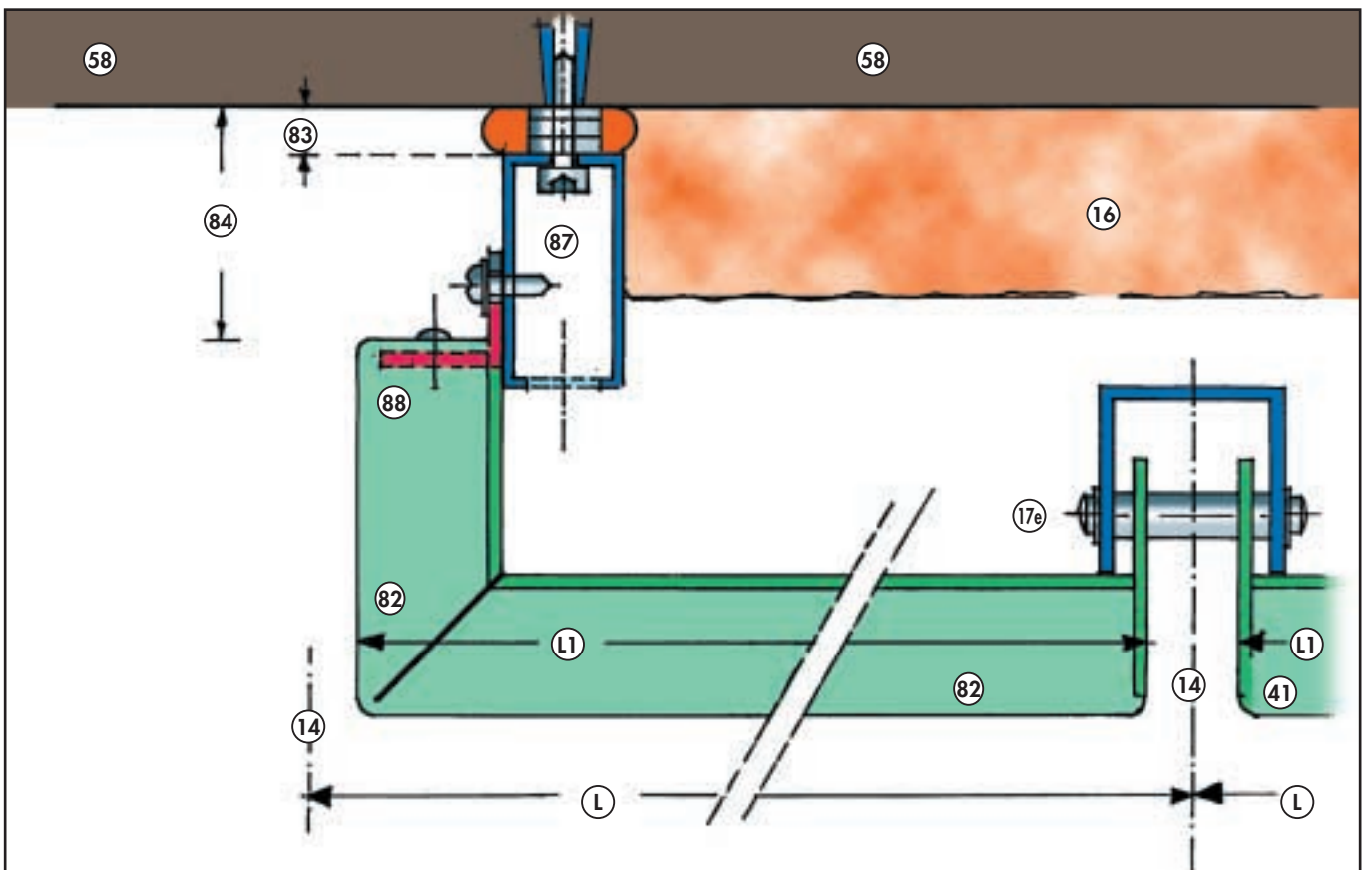


Fig. 12 c) - Sezione orizzontale delle soluzioni G, J

La chiusura "non modulare" J è piuttosto simile alla soluzione G: la sola differenza è che la larghezza del pannello sulla fronte è differente dalla larghezza L1 del pannello standard (32). Le viti che collegano la chiusura laterale ((80), rosso) con il profilo a muro ((85), blu) devono passare attraverso fori ovali alti 15 mm per consentire la dilatazione termica. Per la stessa ragione devono essere ovali tutti i fori per viti nei profilati di supporto (80), (85), (87) e nelle staffe della soluzione G (88).

Qualunque delle tre alternative F, G, J venga scelta, è necessario tener conto delle irregolarità nel piano della parete primaria. Le deviazioni dalla planarità devono essere assorbite dai profilati portanti ((85) nel caso F, (87) nei casi G, J).

Perciò, questi profilati portanti devono avere un rivestimento posteriore spugnoso (83) -per esempio "Compriband"- che permette di realizzare un collegamento saldo con la parete anche se questa presenta ondulazioni.

Ovviamente, i punti dove i profilati di sostegno sono fissati alle staffe a muro devono avere una base rigida, e questo si ottiene introducendo fra il profilato e il muro dei distanziatori -generalmente un certo numero di rondelle metalliche.

Lo spazio (84) ha come funzione principale quella di consentire allo schermo esterno di assorbire tutte le ondulazioni della parete primaria: quindi l'ampiezza di tale spazio dipende dall'entità delle ondulazioni, e varia da 40 mm fino a 100-150 mm e anche più.

L'ampiezza esatta dello spazio (84) deve essere stabilita in sede preliminare attraverso controlli di verticalità.

2.3.5. Angoli rientranti

Una soluzione semplice per gli angoli rientranti, già illustrata genericamente in **fig. 5**, è illustrata in dettaglio nelle **fig. 13 a), b), c)**. I sistemi per la fabbricazione dei pannelli d'angolo sono descritti nel Cap. 5.3., **fig. 32**.

Il pannello sagomato per l'angolo rientrante (70), illustrato nelle **Fig. 13 a), b), c)** è agganciato ai montanti nel solito modo, ma occorre

una chiusura angolare superiore(72).

Questa può essere fabbricato piegando e saldando lamiera di lega d'alluminio come mostrato nel disegno, oppure può essere foggiate con plastica rinforzata con fibre (la scelta dipende da quanti pezzi occorrono).

La chiusura angolare è unita al pannello mediante due viti di acciaio inossidabile.

2.3.6. Angoli sporgenti

L'angolo sporgente (**Fig. 14**) richiede anch'esso un pannello d'angolo (71) e una chiusura angolare superiore (73), e a questo caso si applicano le stesse considerazioni fatte per l'angolo rientrante.

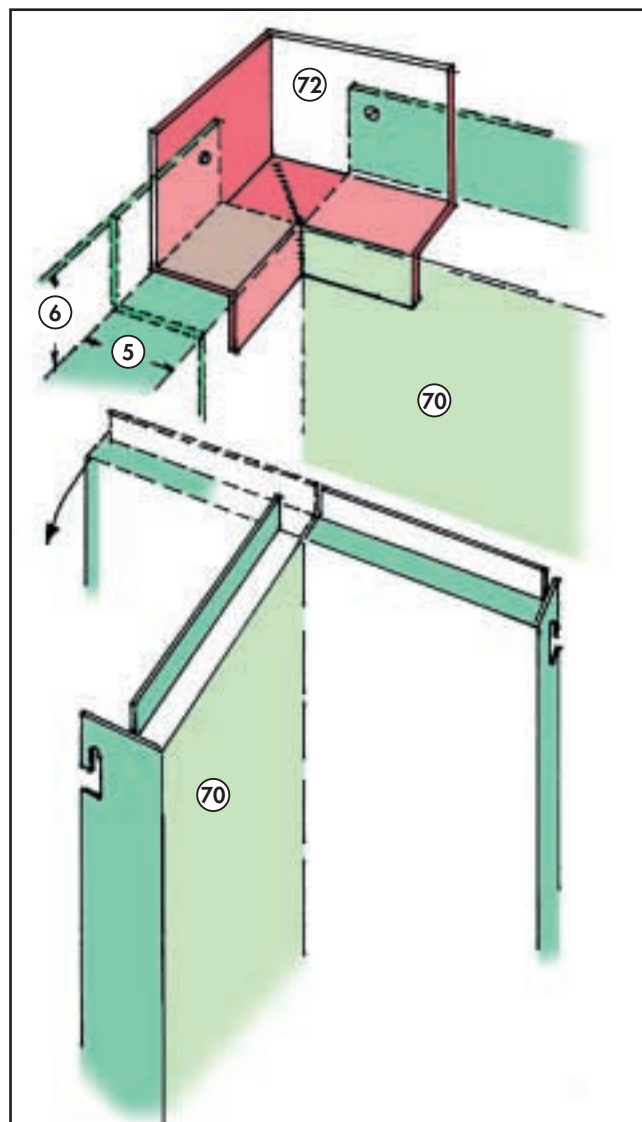


Fig. 13 a) - Prospetto dell'estremità superiore dell'angolo rientrante, con chiusura d'angolo (72) fissata mediante viti

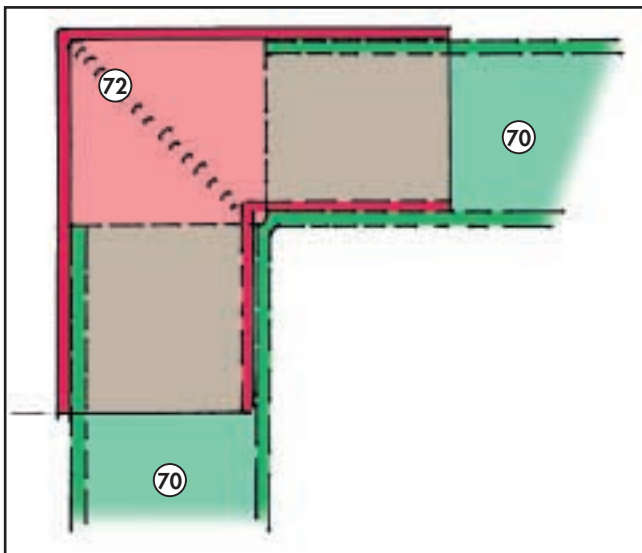


Fig. 13 b) - Estremità superiore del rivestimento d'angolo rientrante - Sezione orizzontale con la chiusura d'angolo (72)

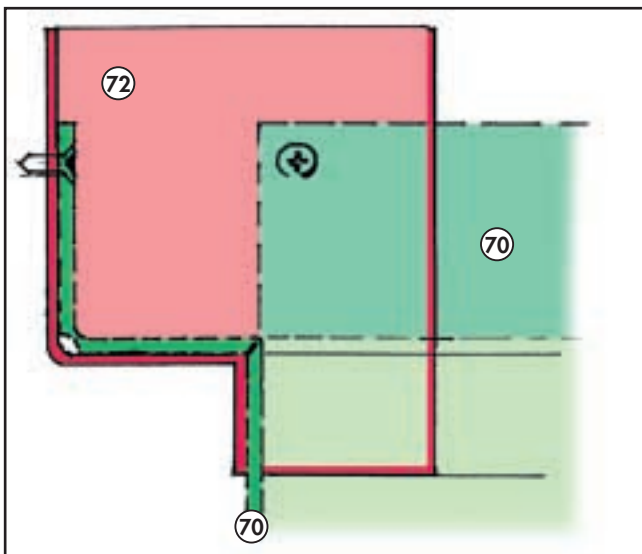


Fig. 13 c) - Estremità superiore del rivestimento d'angolo rientrante - Sezione verticale con fissaggio a vite della chiusura d'angolo (72)

2.3.7. Angoli arrotondati

Il caso degli angoli arrotondati (**Fig. 15**) è più complicato, e dovrebbe essere affrontato da fabbricanti esperti.

La **Fig. 15** mostra un angolo sporgente arrotondato, e anche la struttura dell'angolo interno arrotondato è basata sugli stessi criteri. Le **Fig. 15 a), b)** mostrano le sezioni orizzontali di un pannello e del dettaglio del giunto; **15 c)** è la sezione verticale corrispondente, e **15 d)** mostra il sistema di piegatura.

Il pannello curvo (74) di raggio R è portato da una struttura posteriore (75) realizzata con barra estrusa di alluminio a L curvata allo stesso raggio R. La **Fig. 15a)** mostra come vengono rispettate le caratteristiche dimensionali e le linee di fuga (14). Notare in **15c)** il dettaglio (78) dove il montante (11) è intagliato per alloggiare le barre della struttura posteriore, che sono fissate alle pieghe verticali laterali dei pannelli curvi per mezzo di blocchetti d'arresto (76) e viti. I pannelli curvi, ovviamente, non hanno pieghe orizzontali superiori e inferiori: queste sono sostituite dalle barre

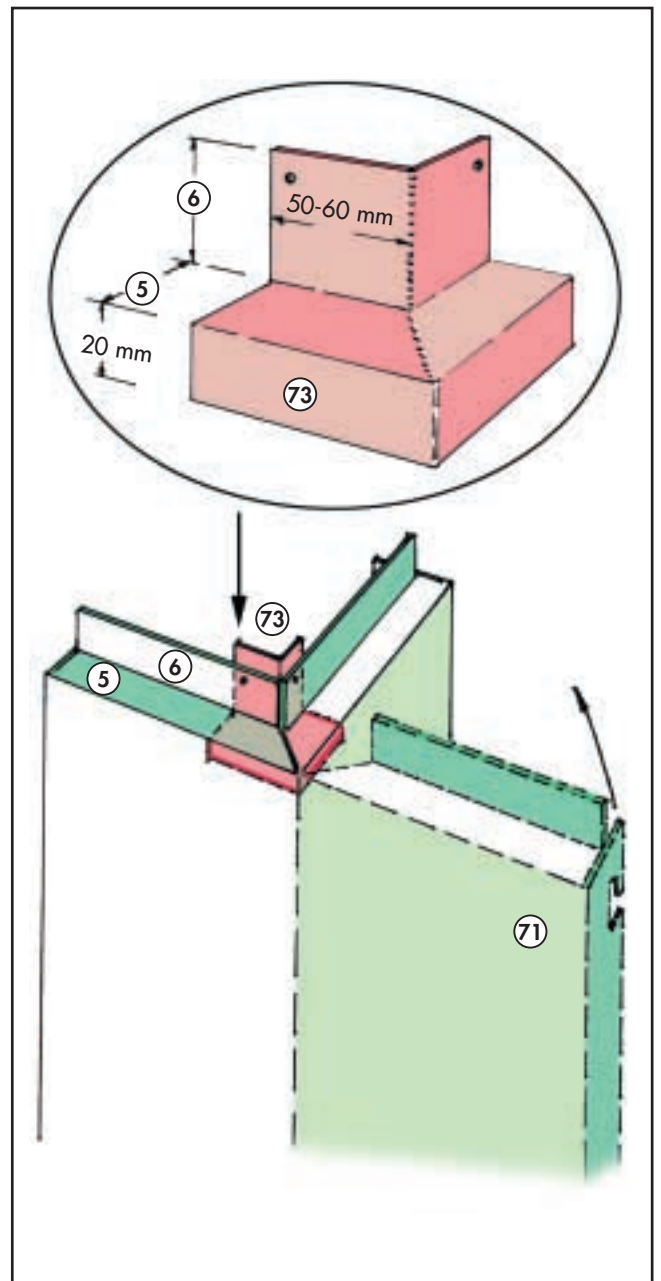


Fig. 14 - Prospetto dell'estremità superiore dell'angolo sporgente, con chiusura superiore (73) fissata con viti

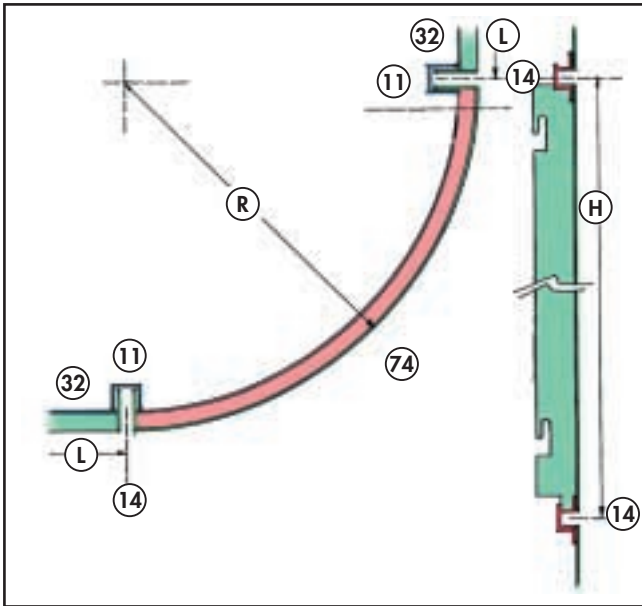


Fig. 15 a) - Giunzione fra rivestimento piano e pannello ad angolo curvo. Sezione orizzontale

sul retro (75), collegate al bordo orizzontale del pannello da nastro biadesivo (77) e alle pieghe verticali dalle viti con i blocchetti d'arresto (76). I pannelli d'angolo curvi sono agganciati ai montanti (11) analogamente ai pannelli piani, essendo dotati di ganci tranciati nelle pieghe verticali come ai punti 4.4.5, 5.1.

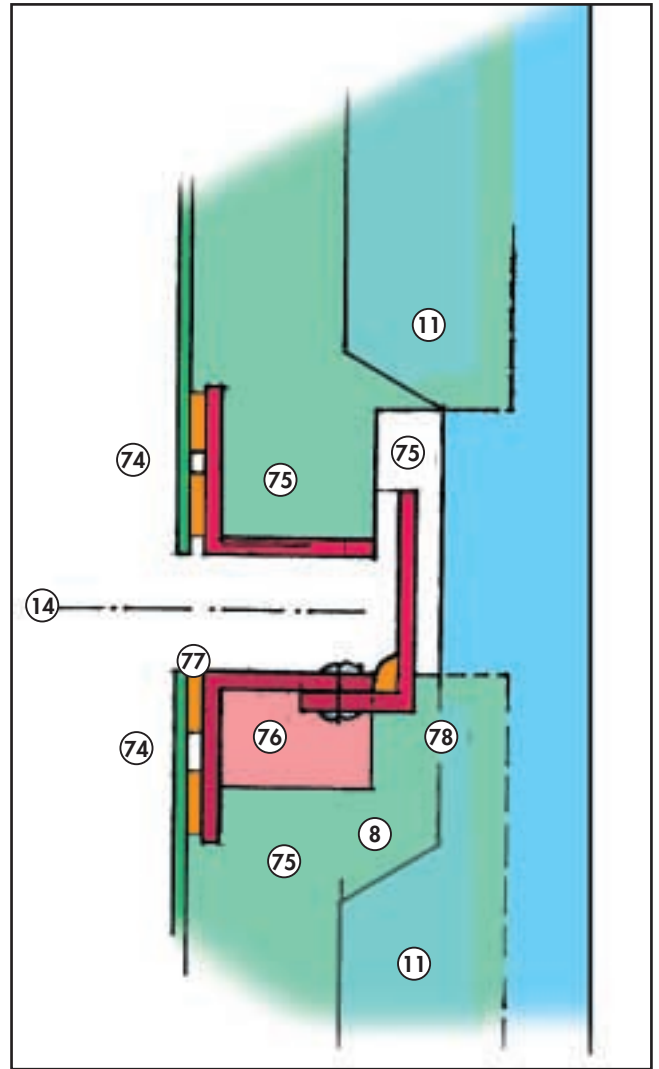


Fig. 15 c) - Sezione verticale

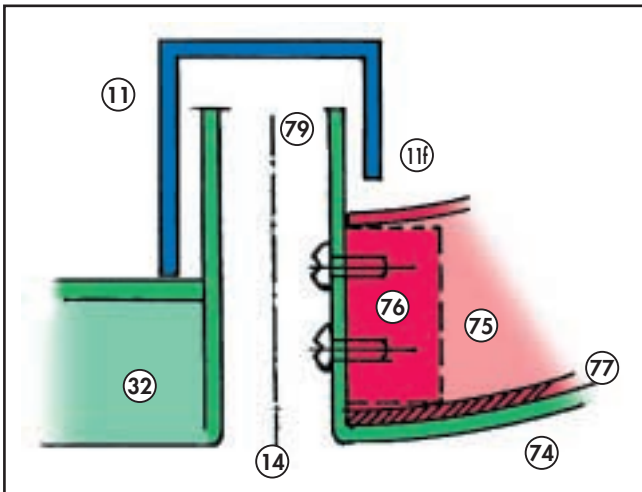
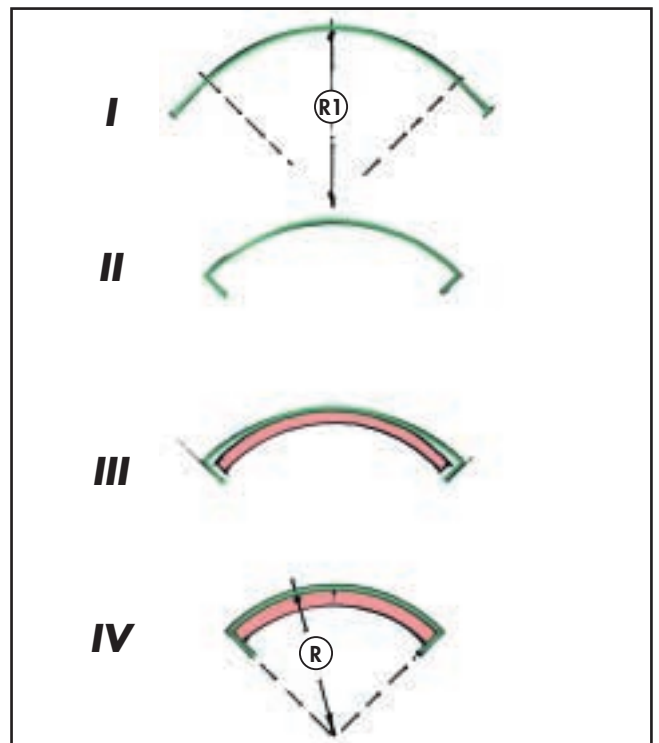


Fig. 15 b) - Dettaglio del giunto

Fig. 15 d) - Schema di piegatura e assemblaggio del pannello curvo
 I, II = Piegatura con raggio maggiore;
 III = Applicazione sul profilato strutturale;
 IV = Fissaggio con viti al raggio definitivo



3 FINESTRE

3.0. Impostazione del problema

L'inserimento di finestre nella facciata ventilata presenta una grande varietà di situazioni, che dipendono o dal progetto architettonico (nel caso di edifici nuovi), o dalla necessità di adattare il rivestimento a vani finestra preesistenti (generalmente nei lavori di rinnovo).

La "modulazione" dei pannelli è il problema principale, ed è determinata da diversi fattori, quali:

- Superfici con sporgenze o rientranze, finestre, ecc.
- Andamento della facciata non rettilineo (verticalmente o orizzontalmente)
- Angoli sporgenti o rientranti
- Giunti della pannellatura coincidenti con finestre preesistenti

I casi possibili di relazioni fra rivestimento e finestre sono quasi infiniti, ma a titolo d'esempio, da-

to un reticolo base (fig. 16), vengono illustrati qui di seguito i 3 casi più frequenti (Fig. 17, 18, 19)

3.1. Finestre: loro relazione con il muro e il rivestimento

La fig. 16 a) mostra i 3 casi di moduli di facciata che si incontrano più comunemente nella partizione della facciata ventilata.

Nell'esempio, l'interpiano fra le linee di fuga orizzontali è ipotizzato 3,20 m (HP).

Nel caso A i pannelli sono quadrati, con lati eguali a $1/4$ della distanza interpiano HP; nel caso B i pannelli sono rettangolari, con altezza pari a $1/2$ dell'interpiano; e il caso C è una combinazione dei moduli precedenti.

Variando le combinazioni dei moduli, il rivestimento può essere adattato a diverse situazioni come quelle esemplificate più sopra. Nella scelta della larghezza del modulo, è opportuno considerare che moduli più grandi e dimensioni standardizzate dei pannelli riducono i costi dei pannelli.

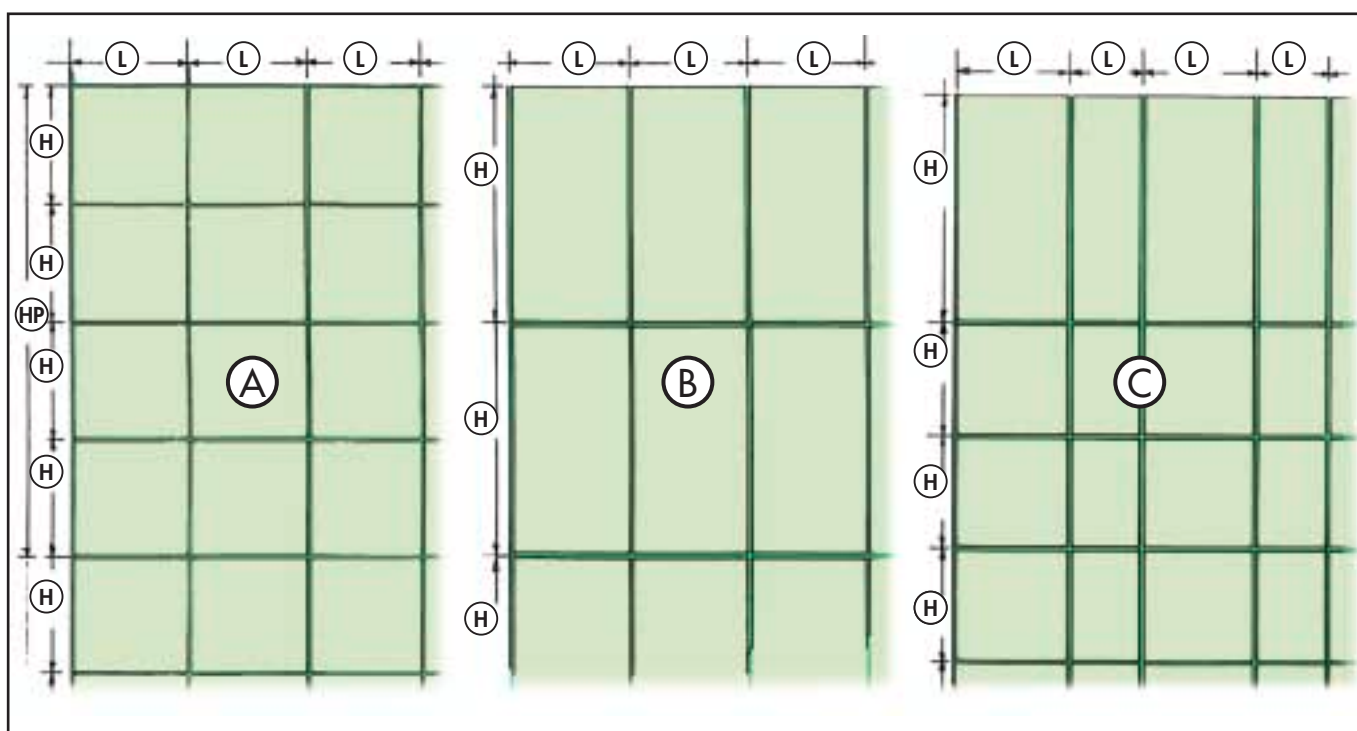


Fig. 16 a) - Reticoli modulari di facciata

Per semplicità, l'adattamento del rivestimento sulla finestra viene qui trattato considerando solo il caso B di **fig. 16 a)**; ma le considerazioni relative si possono facilmente adattare agli altri casi A e C della stessa figura.

La **fig. 16 b)** presenta le 3 principali situazioni di una finestra rispetto al modulo del rivestimento scelto:

- Ba = Larghezza 1 modulo, complanare al rivestimento, allineata alle linee di fuga
- Bb = Larghezza 2 moduli, arretrata rispetto al rivestimento, allineata alle linee di fuga
- Bc = Larghezza maggiore del modulo, non allineata alle linee di fuga verticali (resta allineata a quelle orizzontali).

Naturalmente, la situazione di non allineamento è più comune nel rivestimento di facciate esistenti.

3.2. Finestra Ba, complanare al rivestimento

La finestra Ba in **fig. 16 b)** ha le sezioni verticale e orizzontale illustrate nelle **fig. 17 a), b)**. In questo esempio si suppone che il telaio della fi-

nestra sia un tipo Schüco a taglio termico, ma lo schema si può facilmente adattare ad altri sistemi di serramenti.

Sezione orizzontale (fig. 17 a)

Notare le linee di fuga dei pannelli (14) e lo spostamento di 1 cm (50) rispetto al muro interno, del quale si deve tener conto quando si stabilisce la modularità della facciata.

Il controtelaio della finestra (41) è fissato al muro con staffe di alluminio o acciaio zincato. La giunzione è assicurata dai due montanti e dalla traversa superiore (41), e la tenuta è assicurata dalla membrana elastica (42) incollata al muro. Il montante (11) che porta il rivestimento è interrotto per tutta l'altezza della finestra + 9 cm al disopra e -4 cm al disotto delle linee di fuga del modulo (14); qui è sostituito da un tubo quadrato di alluminio 30X30X2 mm (56), fissato per mezzo di viti alla cima e al fondo del montante a U interrotto. Ne consegue che il piano esterno della finestra è solo leggermente arretrato rispetto al piano del rivestimento, e i due pannelli ai lati della finestra si possono agganciare su un perno (17 e) sporgente dal tubo. Il risultato è che la finestra è collegata correttamente al rivestimento, è ben isolata, e si inserisce esattamente nelle linee di fuga architettoniche.

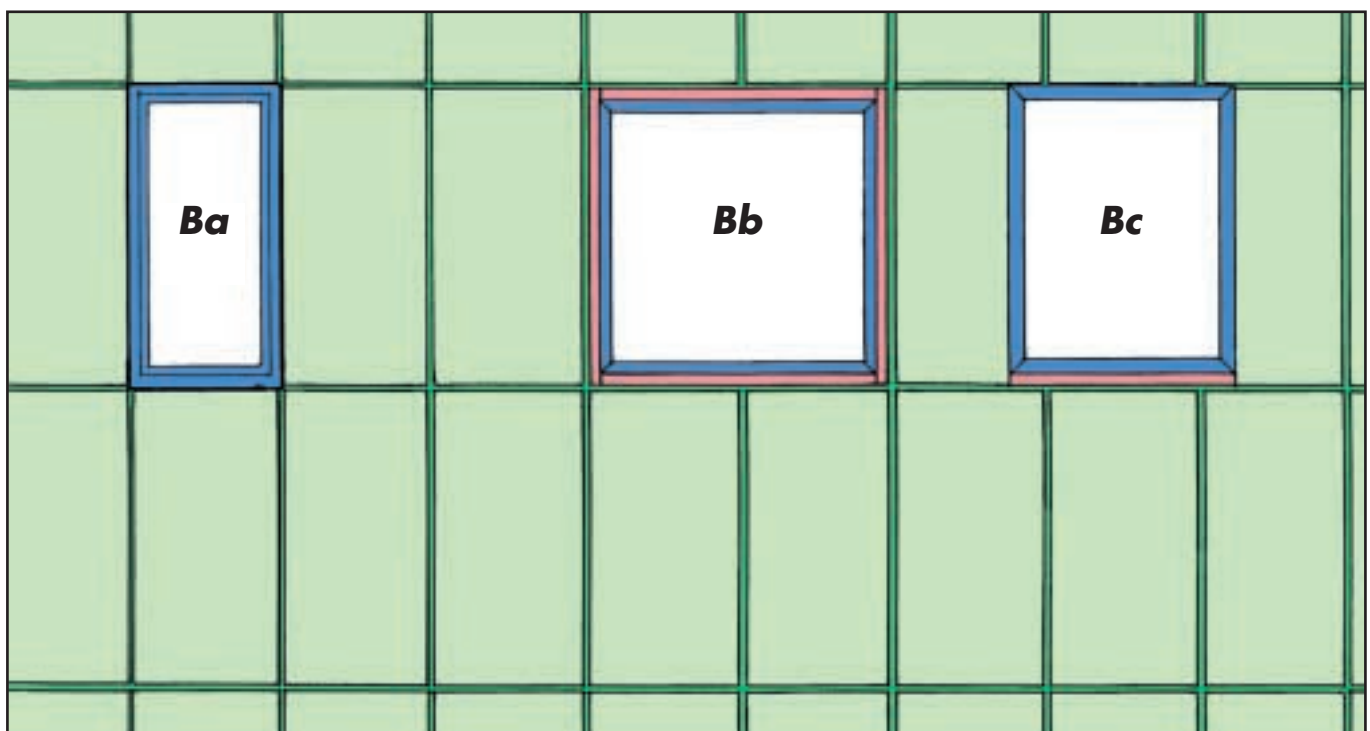


Fig. 16 b) - Posizione delle finestre nel reticolo architettonico della facciata

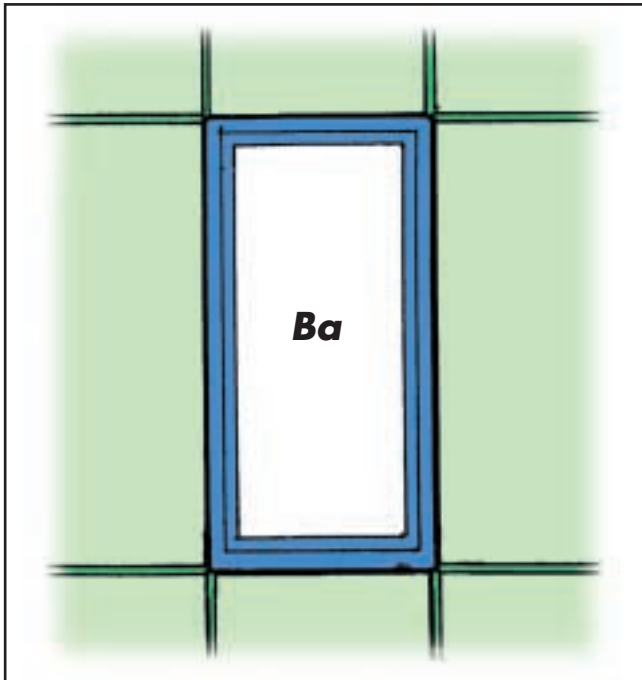


Fig. 17) - Finestra complanare con il rivestimento

Sezione Verticale (Fig. 17 b)

Notare qui i moduli dei pannelli. Il pannello sopra la finestra ha una scantonatura (7) più lunga di quella normale: 65-70 mm invece di 20 mm. Il pannello sotto la finestra deve avere la piega orizzontale superiore (5) più larga (30 mm) di quella normale.

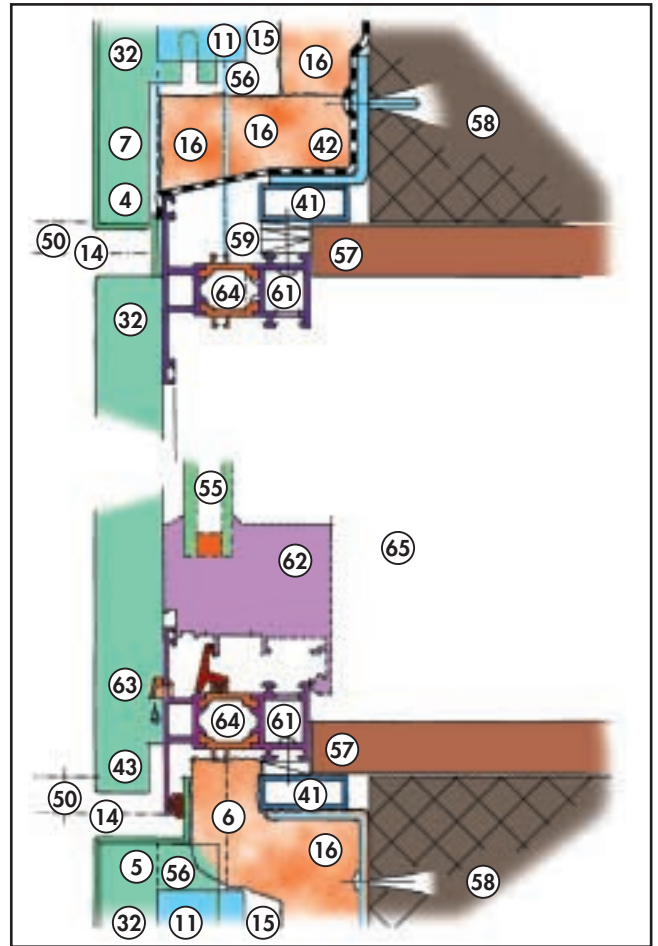


Fig. 17 b) - Finestra complanare con il rivestimento - Sezione verticale

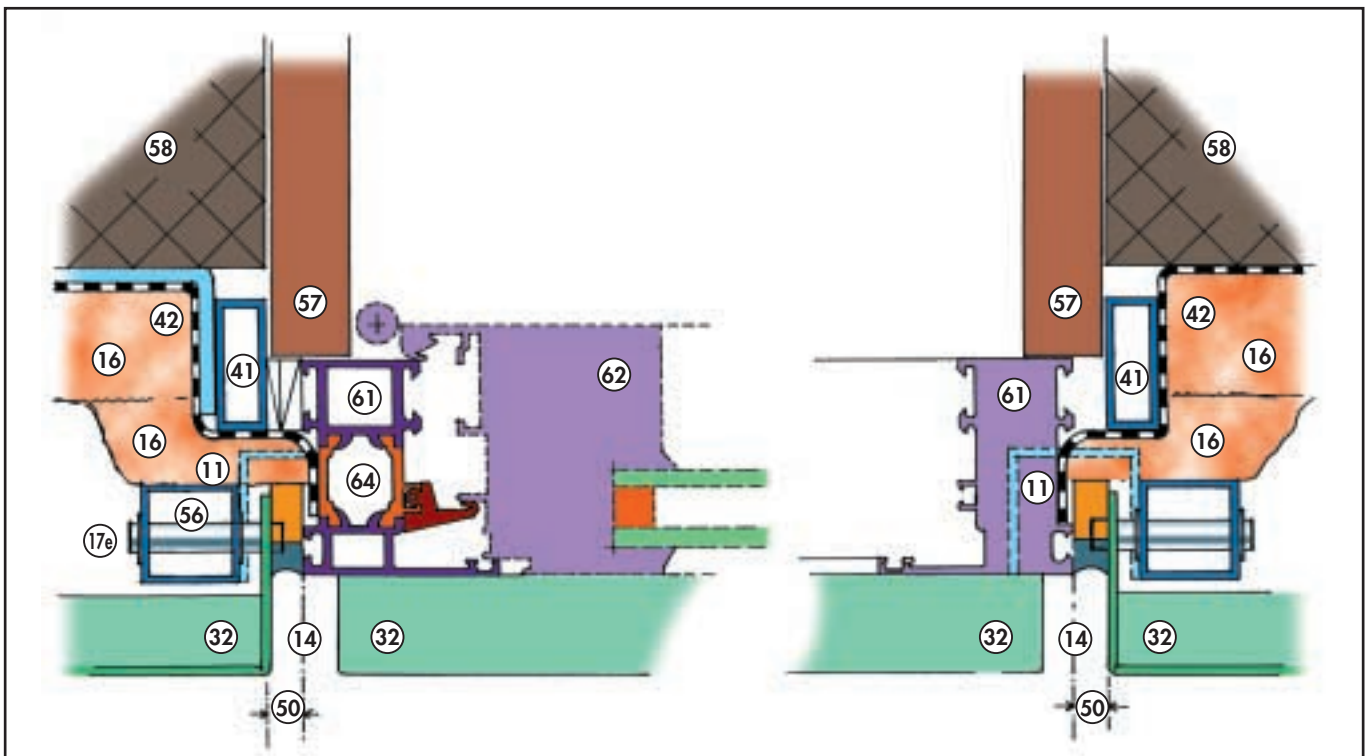


Fig. 17 a) - Sezione orizzontale

La finestra ha una battuta dall'esterno contro la piega verticale del pannello sottostante (6), e la sua traversa superiore è coperta dalla piega inferiore del pannello soprastante. La membrana di tenuta (42) viene incollato sulla finestra e sul muro prima di posare il materassino isolante. Notare in cima e in basso di questa sezione il tubo rettangolare 40X15X2 mm (41), ancorato al muro con staffe a L, al quale è fissata la finestra. La finestra a taglio termico è isolata, ed è unita a elementi "caldi" per il suo lato "caldo".

3.3. Finestre Bb, Bc, arretrate rispetto alla parete

Le **fig. 18, 19** presentano due casi tipici che si verificano quando il rivestimento viene applicato a una parete preesistente che è già munita di vani finestra, con o senza i relativi serramenti. Perciò in queste figure i telai delle finestre non sono evidenziati nei dettagli, perché potrebbero essere di qualunque tipo.

Le due possibilità sono: o la finestra si inserisce esattamente nelle linee di fuga del rivestimento (versione Bb), oppure si inserisce esattamente nelle linee orizzontali, ma non in quelle verticali (versione Bc).

3.3.1. Finestra Bb, esattamente allineata con il reticolo

La **fig. 18 a)** mostra la sezione orizzontale di una finestra dentro il suo vano originale, e la finestra è stata allineata alla griglia del reticolo incorniciandola con spalle (49) e soglie (47) di lamiera. I moduli dei pannelli, qui, ripetono le dimensioni dell'apertura della finestra: questo dimensionamento deve esser tenuto presente nel progetto.

È da notare che i montanti (11) qui non sono interrotti (diversamente dal caso Ba), e le spalle (49) del vano sono agganciate verticalmente sugli stessi perni dei pannelli (32).

La traversa di rinforzo superiore (41) è un tubo di lega di alluminio 40X15X2 mm, fissato lateralmente dietro i montanti (11).

La soglia (47) ha un bordo (48) che impedisce l'infiltrazione di acqua.

La spalla (49) è fissata e sigillata (66) contro il telaio (65) della finestra, così che la finestra è a tenuta di acqua e d'aria.

I materassini isolanti sono posati sui lati rientranti del vano (soglia, lati e trave superiore).

La **fig. 18 b)** mostra la sezione verticale della stessa finestra. Nella parte alta si vede il tubo trasversale (41) e il profilo gocciolatoio superiore (46) che all'esterno si inserisce entro le linee di fuga del rivestimento (14).

La finestra (45) arresta e sostiene i materassini isolanti (16), e la membrana superiore (42) è incollata alla parete prima di fissare lo strato isolante. Il gocciolatoio e il rivestimento superiori (46) sono corti, e contenuti quindi fra le due spalle (49). In basso, la soglia (47) fissata al pannello sottostante con le pieghe laterali (48) è più lunga della distanza fra le spalle (49): questo per la tenuta all'acqua. La parte frontale della soglia è spostata verso l'interno (spostamento quasi inavvertibile dall'esterno), così da permettere alle spalle (49) di scendere (43) fino alla linea di fuga (14). Anche in basso, il materassino isolante copre il muro fin contro la finestra.

La superficie visibile della spalla (49) qui è larga 30 mm come quella della chiusura superiore (46) e della soglia (47). Ma si possono usare larghezze maggiori, o comunque diverse.

Un altro dettaglio da notare è la soglia posizionata contro la finestra e sigillata (44) sotto gli scarichi dell'acqua della finestra (63).

3.3.2. Finestra Bc, che interrompe le linee verticali

La **fig. 19 a)** mostra la sezione orizzontale di una finestra Bc che non si inserisce con il suo modulo orizzontale nelle linee verticali: perciò i pannelli laterali devono essere specialmente tagliati e piegati a misura (52), mentre i pannelli sottostanti e soprastanti rimangono del formato standard (32). Le spalle laterali (51) sono nascoste dietro le pieghe del pannello (52) e non sporgono. Esse corrono tutta l'altezza fino ad arrivare dietro al pannello (32) soprastante.

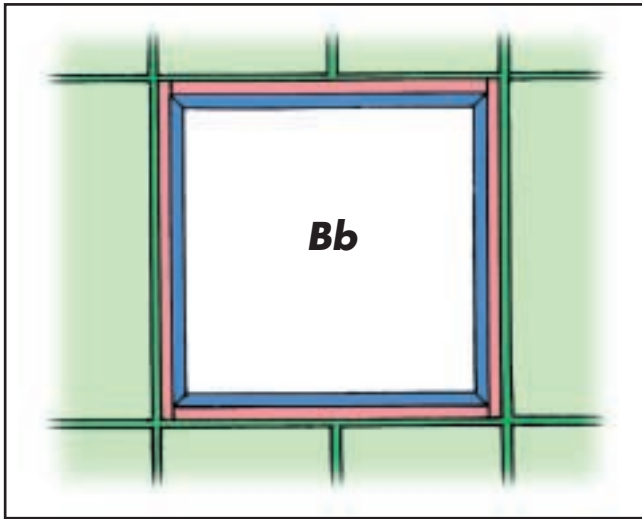


Fig. 18 - Finestra dentro il muro, allineata con le linee di fuga orizzontali e con quelle verticali

La soglia (47) è più larga della luce delle spalle, e ha una piega (48) che impedisce l'infiltrazione di acqua.

Le spalle (51) sono fissate e sigillate contro la finestra (45) e sono a tenuta d'acqua. Lo strato isolante corre lungo la testa del vano nel muro fino alla finestra.

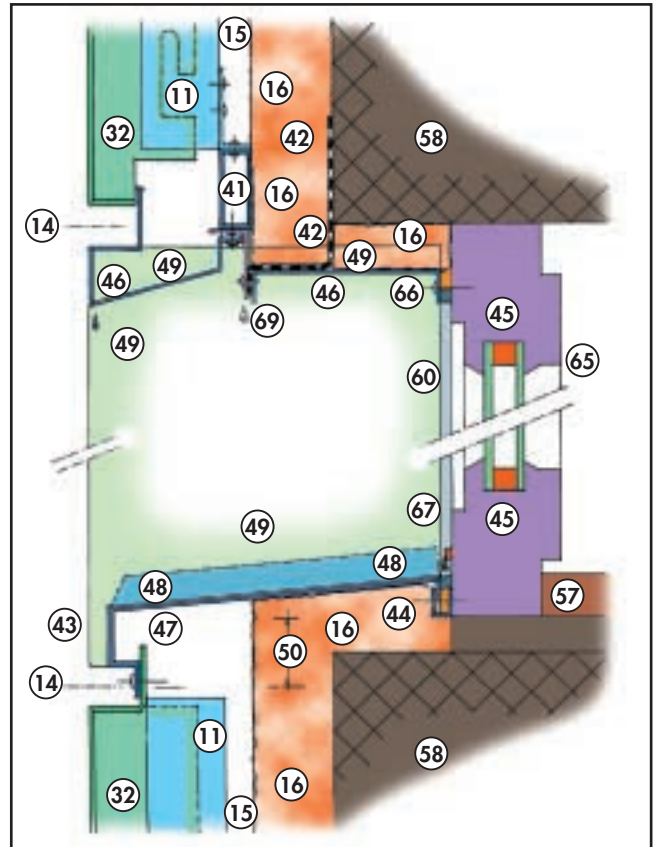


Fig. 18 b) - Sezione verticale della finestra allineata tanto con le linee orizzontali, quanto con quelle verticali

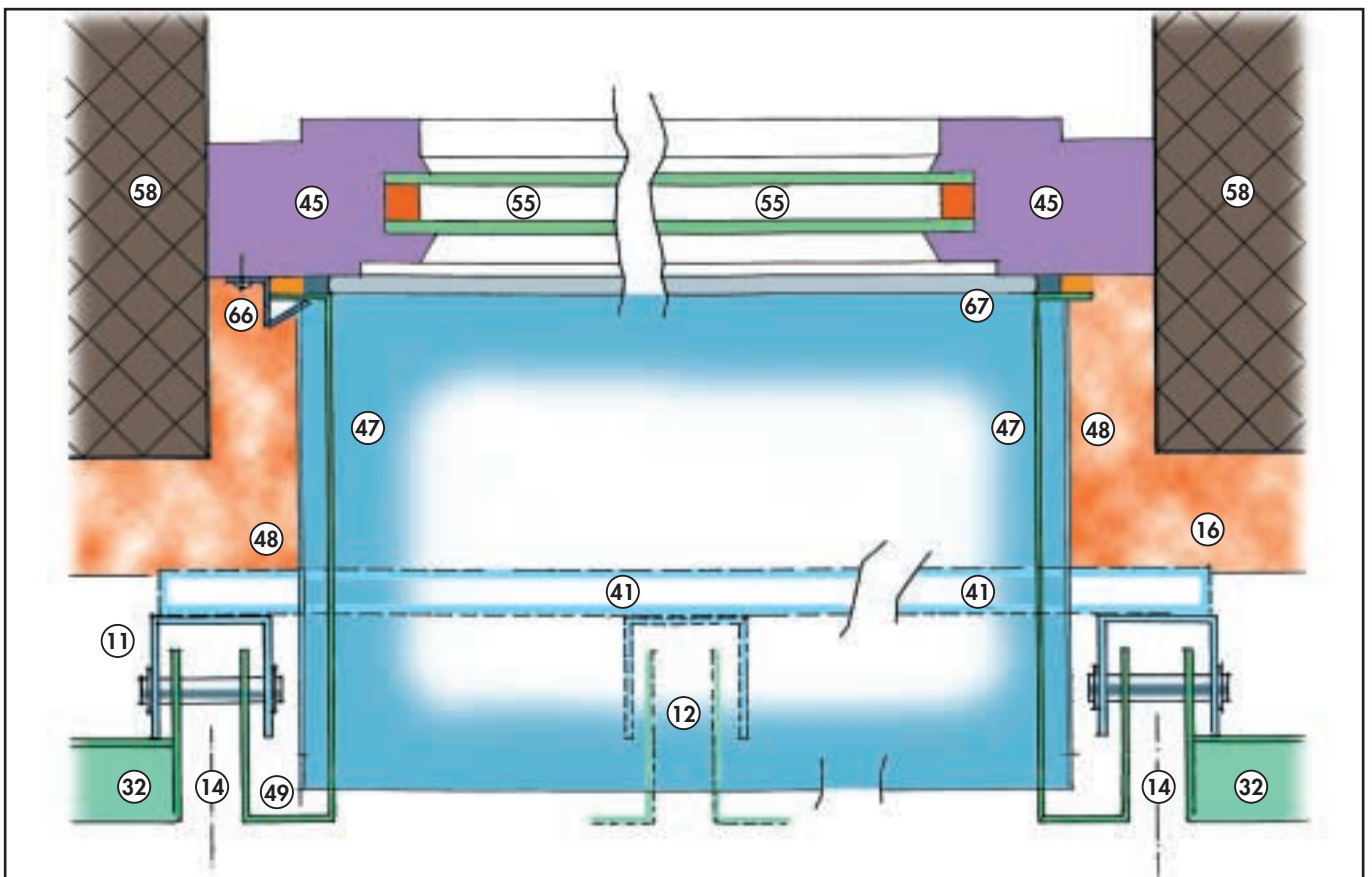


Fig. 18 a) - Sezione orizzontale

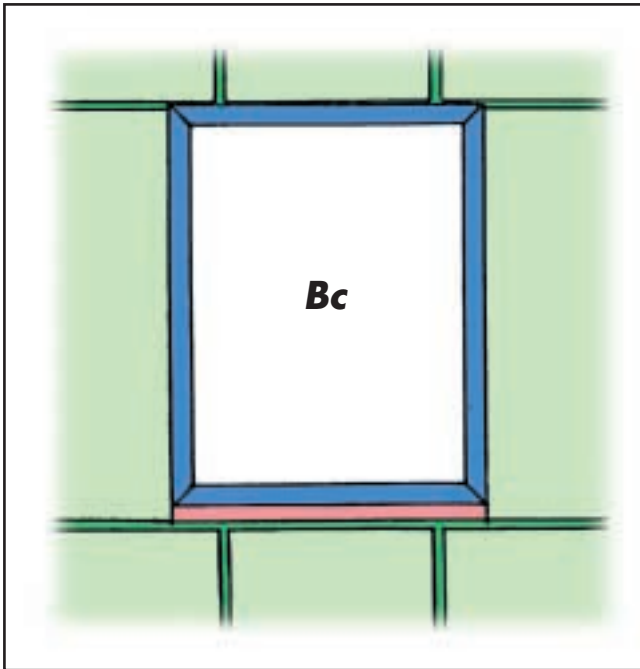


Fig. 19 - Finestra nel muro, allineata solo con le linee di fuga orizzontali

La **fig. 19 b)** (sezione verticale) mostra, in alto, la traversa di rinforzo (41) e i profilati che collegano la finestra al soffitto (53), (54).

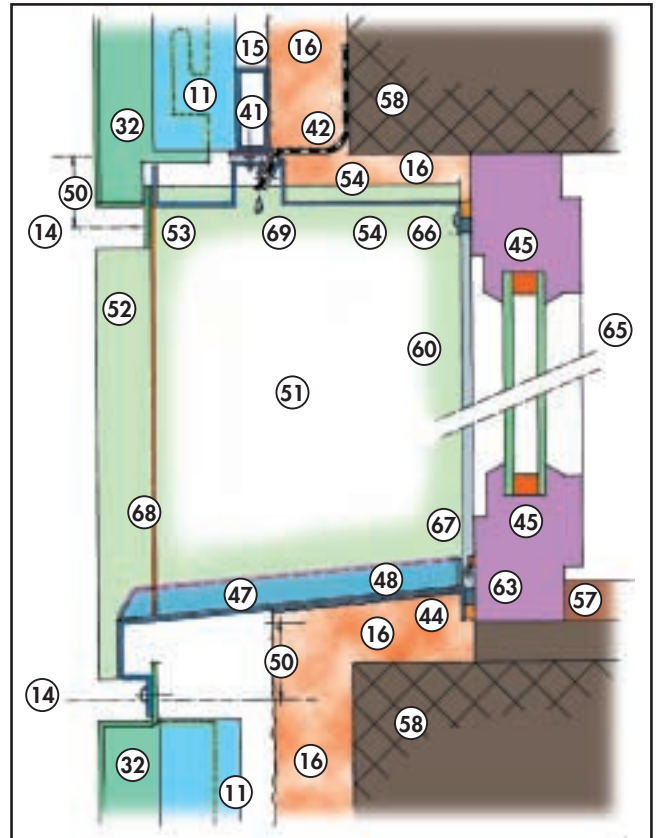


Fig. 19 b) - Sezione verticale della finestra nel muro, allineata con le sole linee orizzontali

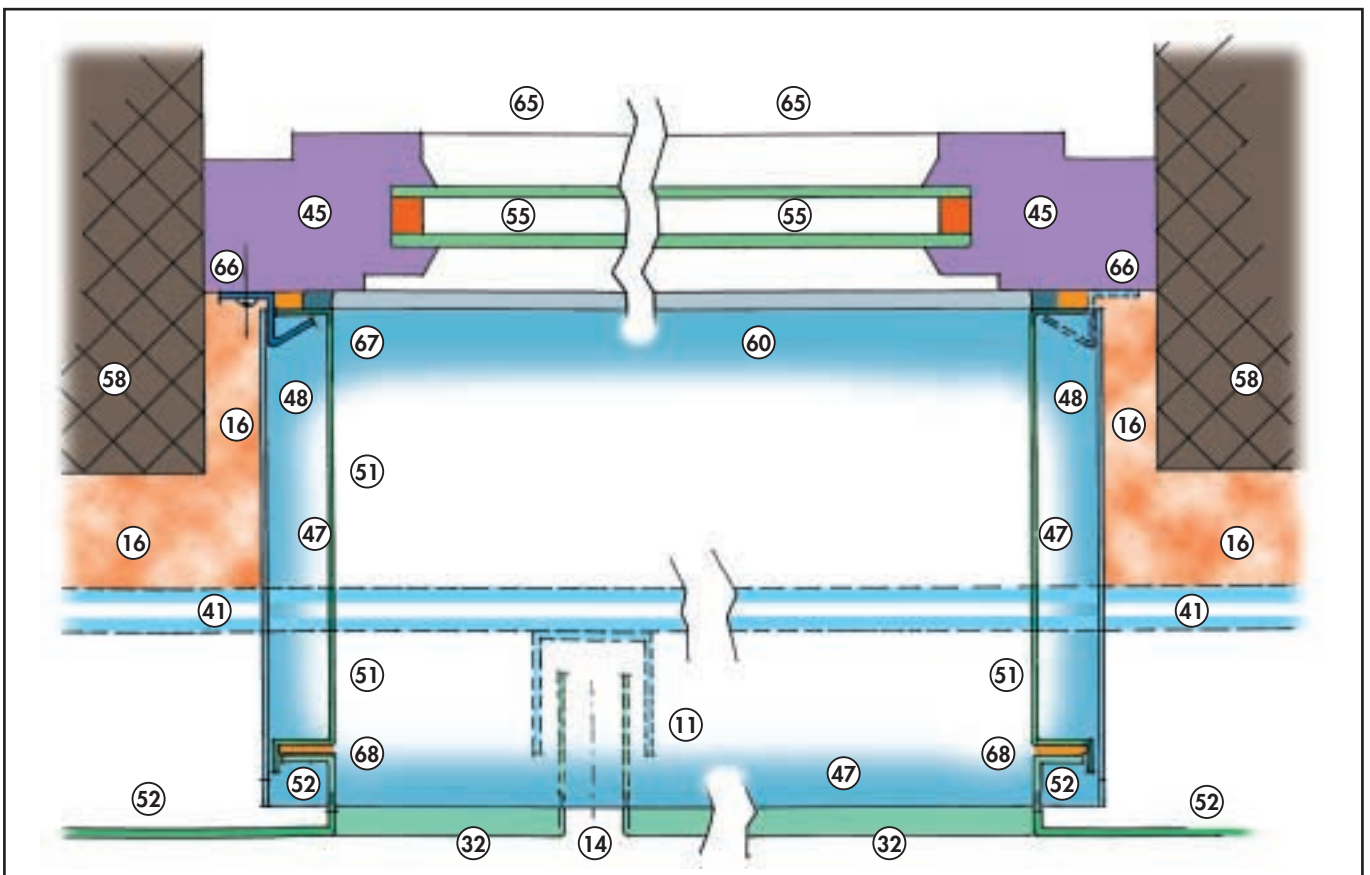


Fig. 19 a) - Sezione orizzontale

Il profilo gocciolatoio esterno (53) è fissato al tubo (41) e il profilo superiore interno (54) è fissato e sigillato contro il telaio della finestra (45). Questo profilo superiore interno riceve esternamente la membrana superiore (42) ed è unito alla traversa tubolare (41) per mezzo delle staffe che bloccano anche la membrana superiore incollata al profilo (54). Queste chiusure hanno la stessa larghezza della luce della finestra. Inferiormente, la soglia (47) è fissata all'esterno sul pannello sottostante, e per motivi di tenuta all'acqua è più larga della luce fra le spalle (51).

La parte anteriore della soglia è spostata all'interno (spostamento inavvertibile dall'esterno) così da permettere alle spalle (49) di scendere (43) fino alla linea di fuga (14).

Anche in basso, il materassino isolante copre il muro contro la finestra.

Un altro dettaglio da notare è la soglia posizionata contro la finestra e sigillata (44) sotto il livello dei fori di scarico dell'acqua nella finestra (63).

4 COMPONENTI

4.1. Sistemi di ancoraggio a muro

Il sistema di ancoraggio (17) adottato per Mirasystem "A" (v. Fig. 9) è il più comune.

La fig. 20 mostra le caratteristiche del fissaggio a espansione TAM 8 e presenta una vista esplosa del sistema. Una descrizione più dettagliata si trova nella Legenda nei risvolti di copertina.

I tasselli a muro TAM 8 possono essere di acciaio zincato a caldo, o preferibilmente di acciaio inossidabile AISi. Le staffe (17 a) e (17 b)

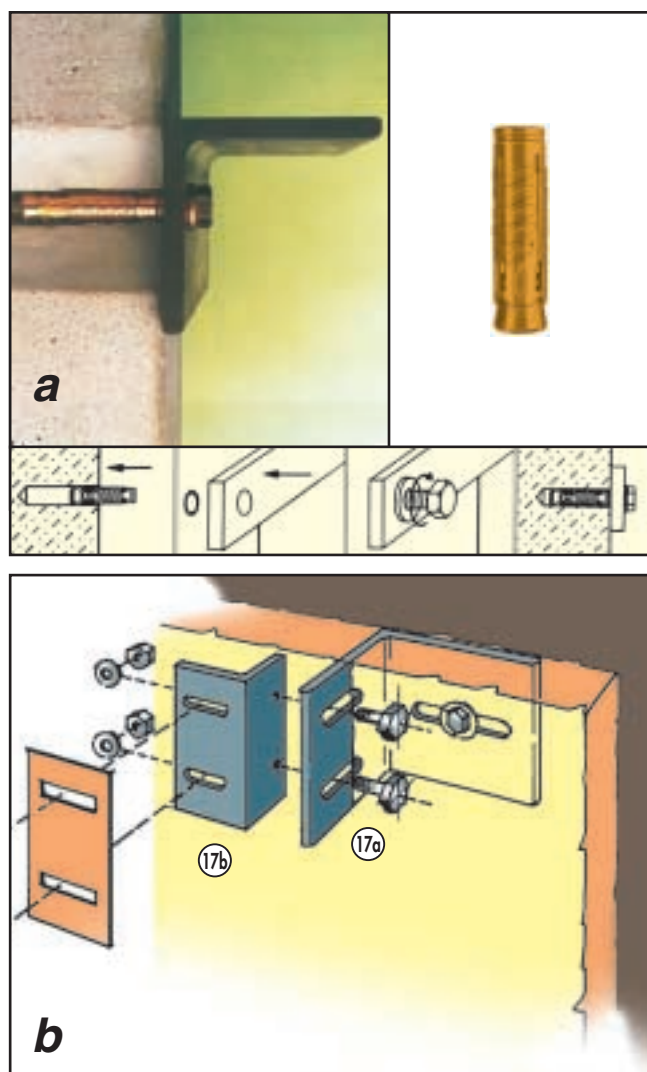


Fig. 20 - Tipico schema di attacco a muro, con tassello Fischer nel muro (a), e le due staffe (17) d'acciaio (o d'alluminio) (b) con asole che permettono la regolazione nelle 3 direzioni

sono munite di asole che consentono la regolazione della posizione nelle 3 direzioni rispetto al muro: perpendicolare, parallela e ortogonale. Queste staffe possono essere in acciaio zincato o inox.

Esistono sistemi di ancoraggio particolari, e gli specialisti normalmente dispongono di ancoraggi su proprio disegno.

4.2. Montanti e rinforzi

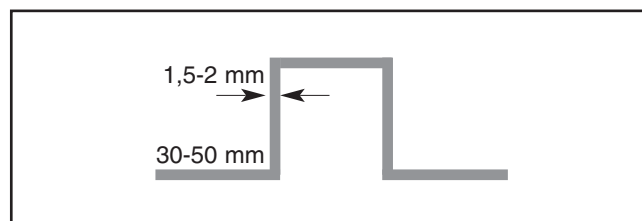
Nella versione di Mirasystem "A" qui presentata i montanti sono semplicemente dei profilati a U in alluminio estruso come da dettaglio (11).

I montanti vengono forati per alloggiare i perni ai quali si agganciano i pannelli (struttura "a scaletta").

La posizione dei perni deve essere determinata dopo il rilievo, con la definizione del modulo di facciata. L'allineamento dei pannelli è molto facilitato infatti se le posizioni delle "scalette" sono precise (v. cap. 6.1.).

Rinforzi posteriori ai pannelli possono essere necessari per contenere le deformazioni quando le dimensioni dei pannelli superano i limiti imposti dalla pressione del vento (v. cap. 4.4.4.).

Ma è meglio evitarli per quanto possibile, perché la loro presenza sul rovescio può nel tempo causare disuniformità d'aspetto sul davanti, per effetto di escursioni termiche. Se proprio non si possono evitare i rinforzi, questi dovrebbero essere realizzati con profilati a omega estrusi di lega d'alluminio 6060 (v. disegno sottostante).



I rinforzi vengono fissati con adesivo silicico o, più convenientemente, si possono usare nastri Scapa biadesivi.

4.3. Pannelli Isolanti

Normalmente il rivestimento "Mirasystem "A" viene applicato su una parete in muratura e viene utilizzato anche per realizzare un importante effetto di isolamento.

Perciò lo strato isolante è un componente essenziale del sistema.

I materassini isolanti Isover (dettaglio (16)) sono di fibra di vetro, e la loro faccia esterna è protetta da un sottile strato vetroso permeabile al vapore.

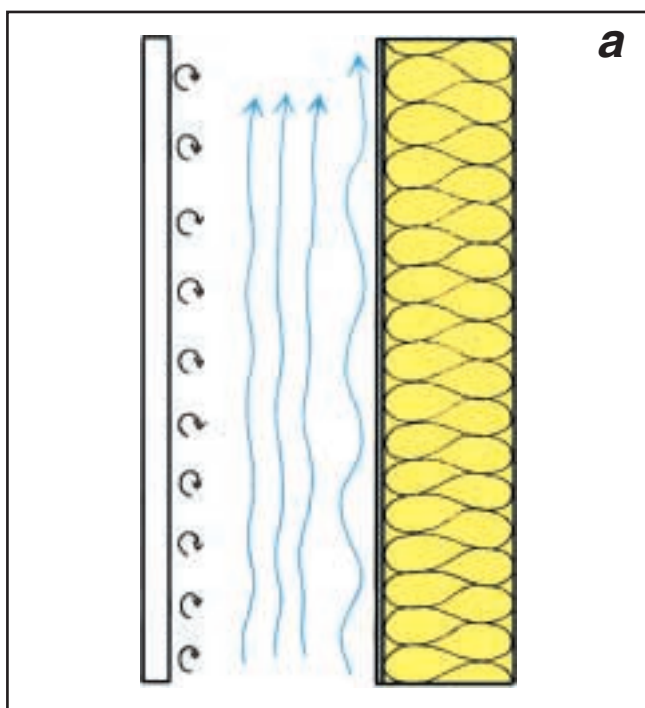
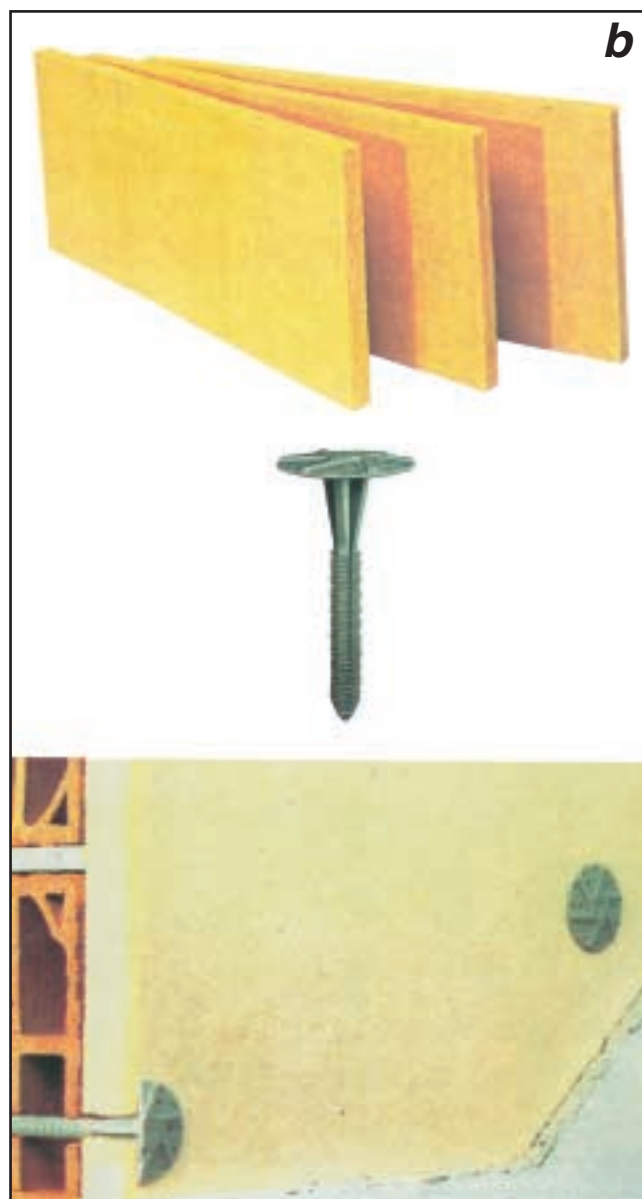


Fig. 21 - a) (a sinistra) la superficie liscia del rivestimento vetroso favorisce un flusso d'aria regolare; **b) (a destra)** Pannelli e fissaggi

Questo strato esterno ha 4 funzioni:

- Sebbene permeabile al vapore, è impermeabile all'acqua: le fibre di vetro del materassino sono così protette da infiltrazioni d'acqua, sempre possibili nelle pareti non a tenuta;
- Permette al vapore proveniente dall'interno del fabbricato di passare nell'intercapedine e di essere trasportato via dal flusso d'aria ascendente;
- Evita il distacco delle fibre più esterne;
- La sua superficie liscia e dura offre minima resistenza al flusso d'aria ascendente che è essenziale per la funzionalità del rivestimento ventilato.



I pannelli Isover sono disponibili comunemente in spessore da 30 a 60 mm: si considera che uno strato spesso 40 mm abbassi il coefficiente K di una comune parete in muratura da 2,0 a 0,63. La **fig 21 b)** mostra un tassello Fischer, e il sistema per fissare i pannelli isolanti a una parete in muratura.

4.4. I pannelli di Mirawall

4.4.1. La lamiera Mirawall

I pannelli per il rivestimento Mirasystem "A" vengono fabbricati partendo da lamiera Mirawall, prodotta e fornita dalla Otefal SpA.

Il Mirawall è un laminato "Panel Quality" di lega di alluminio rivestito con uno strato di alto spessore (60-80 µm) della speciale vernice poliestere "Pulcolam", applicata con un nuovo processo di rivestimento a polvere in continuo (PCC, Powder Coil Coating).

Il laminato "Panel Quality" è stato elaborato dalla Otefal in collaborazione con i suoi fornitori di alluminio, allo scopo di produrre lamiere di Mirawall con planarità ottica e in grado di sopportare forti deformazioni senza cricature o messa a nudo del metallo base.

Il Mirawall viene normalmente fornito con metallo base di lega 5005 (Alluminio/Magnesio 1%) o 3003 (Alluminio/Manganese) allo stato H24. Può essere fornita su richiesta la lega ad alta resistenza 5754 (Alluminio/Magnesio 3%) negli stati H22, H24 o H34.

La Tabella qui sotto riepiloga le proprietà meccaniche dei suddetti materiali.

Caratteristiche meccaniche dei laminati di alluminio Mirawall PCC			
Lega	Stato	Limite Snervamento N/mm ²	Carico di Rottura N/mm ²
3003	H24	≥ 115	140-180
5005	H24	≥105	140-180
5754	H22	≥130	220-260
5754	H34	≥190	240-280

4.4.2. Deflessione sotto carico statico

Il pannello scatolato o "cassetta" impiegato nel Mirasystem "A" è descritto in dettaglio al punto 4.4.6 e nella Fig. 23. Alcune indicazioni generali sono già state date nei capitoli precedenti. Una domanda che viene posta di frequente è:

"Come si devono dimensionare e progettare i pannelli e i loro supporti per assicurare che il rivestimento non venga deformato permanentemente o strappato via dall'azione del vento?"

Vengono qui date informazioni generali su questo argomento, particolarmente con riferimento a carichi statici e alle tre categorie di carico di vento attualmente considerate dalle Norme DIN ed Europee (0,5 - 0,8 - 1,1 kN/m²).

Queste informazioni vengono presentate come guida di massima: i carichi dinamici del vento infatti dipendono tanto fortemente dalle condizioni locali, che qualunque rivestimento più alto di 8 metri in zone di vento forte dovrebbe essere calcolato da uno strutturista considerando fattori come la turbolenza, gli effetti d'angolo, e la configurazione degli edifici circostanti.

4.4.3. Prove di deflessione

La fig. 22 a) mostra la massima distanza fra gli appoggi per lamiere piane di leghe diverse con diversi spessori e in diversi stati, per contenere la deformazione entro 1/50 della distanza fra gli appoggi. Questi dati forniscono un'idea generale delle differenze che ci si possono aspettare quando si usano materiali diversi: naturalmente il comportamento dei pannelli a cassetta è migliore, data la loro maggiore rigidità rispetto alla lamiera piana.

Sono stati anche eseguiti calcoli della rigidità teorica di un pannello a cassetta perfetto, e sono state inoltre eseguite prove pratiche di deflessione su pannelli Mirasystem "A" di produzione corrente.

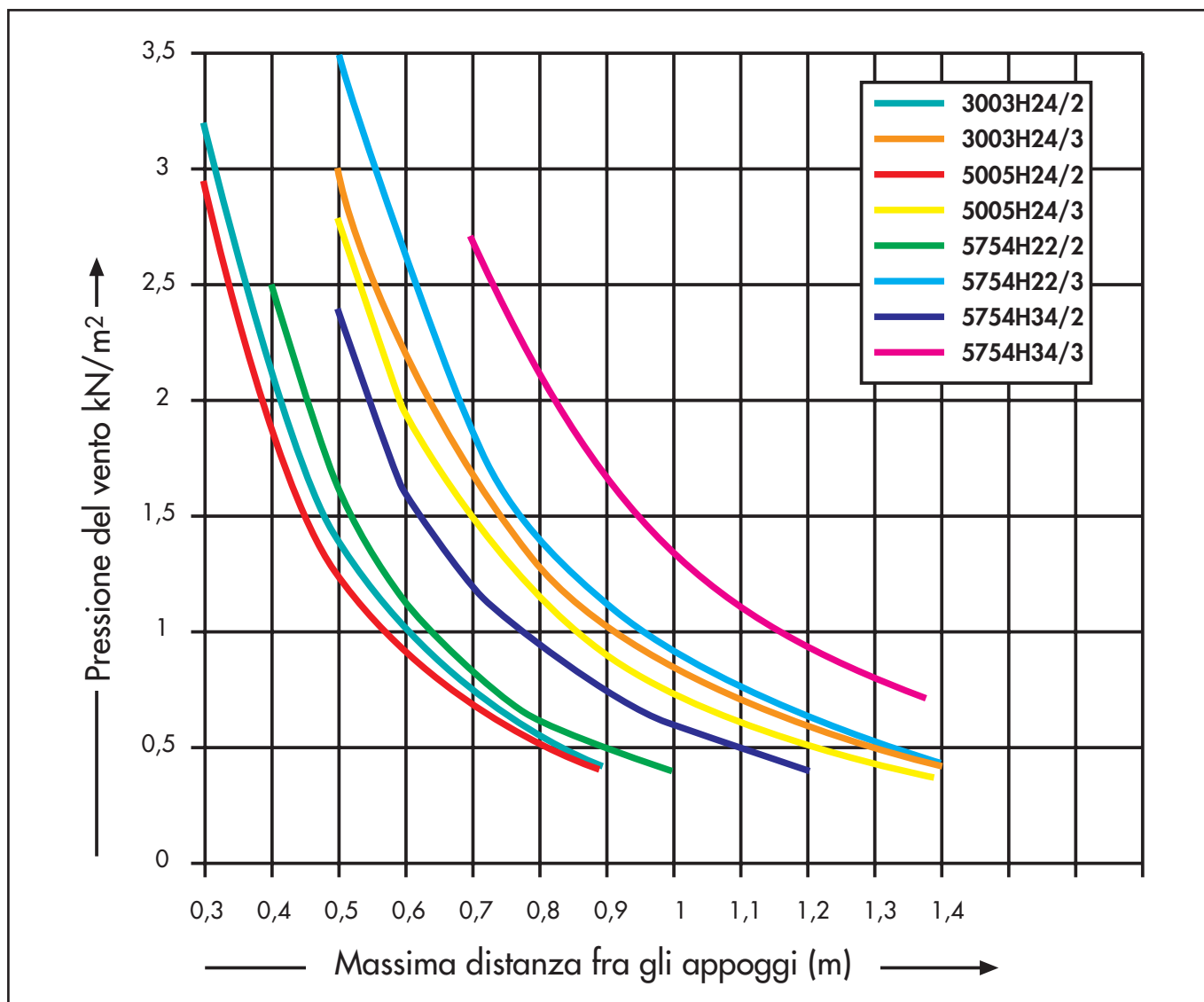
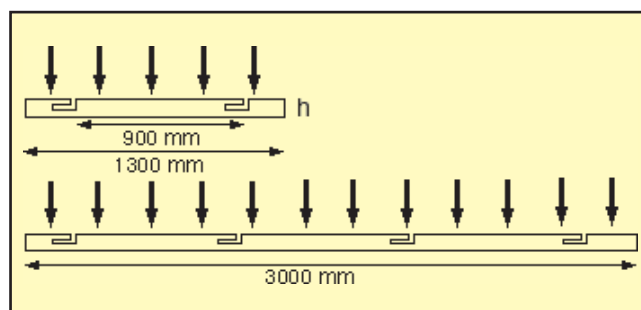


Fig. 22 a) - Massima distanza (metri) fra gli appoggi per lamiere di diverse leghe (v. legenda in alto), per mantenere la deflessione entro $1/50$ della distanza fra gli appoggi. /2 = spessore 2 mm /3 = spessore 3 mm

I risultati delle prove pratiche illustrati in **fig. 22 b)** mostrano che la deflessione dei pannelli reali è intermedia fra quella delle lamiere piane e quella superiore del pannello a cassetta calcolata teoricamente.

Il confronto in **fig. 22 b)** è fra un pannello relativamente piccolo da 1300X1300 mm, fabbricato con Mirawall di spessore 2 mm, e un pannello più grande (3000X1000 mm) fabbricato con Mirawall di maggior spessore (3 mm).

I pannelli erano stati agganciati orizzontalmente con la faccia esterna verso il basso ed erano stati caricati posteriormente con pesi crescenti, simulando così le sollecitazioni più pericolose causate dalla depressione.



Le deflessioni erano misurate nel punto medio del pannello. Quindi, un pannello 1300X1300X2 mm non subisce deformazione permanente sotto un carico statico di $1,1 \text{ kN/m}^2$, equivalente a un vento a 150 km/h. E il risultato non venne influenzato significativamente dalla larghezza dei bordi piegati, né da una fresatura sul retro pri-

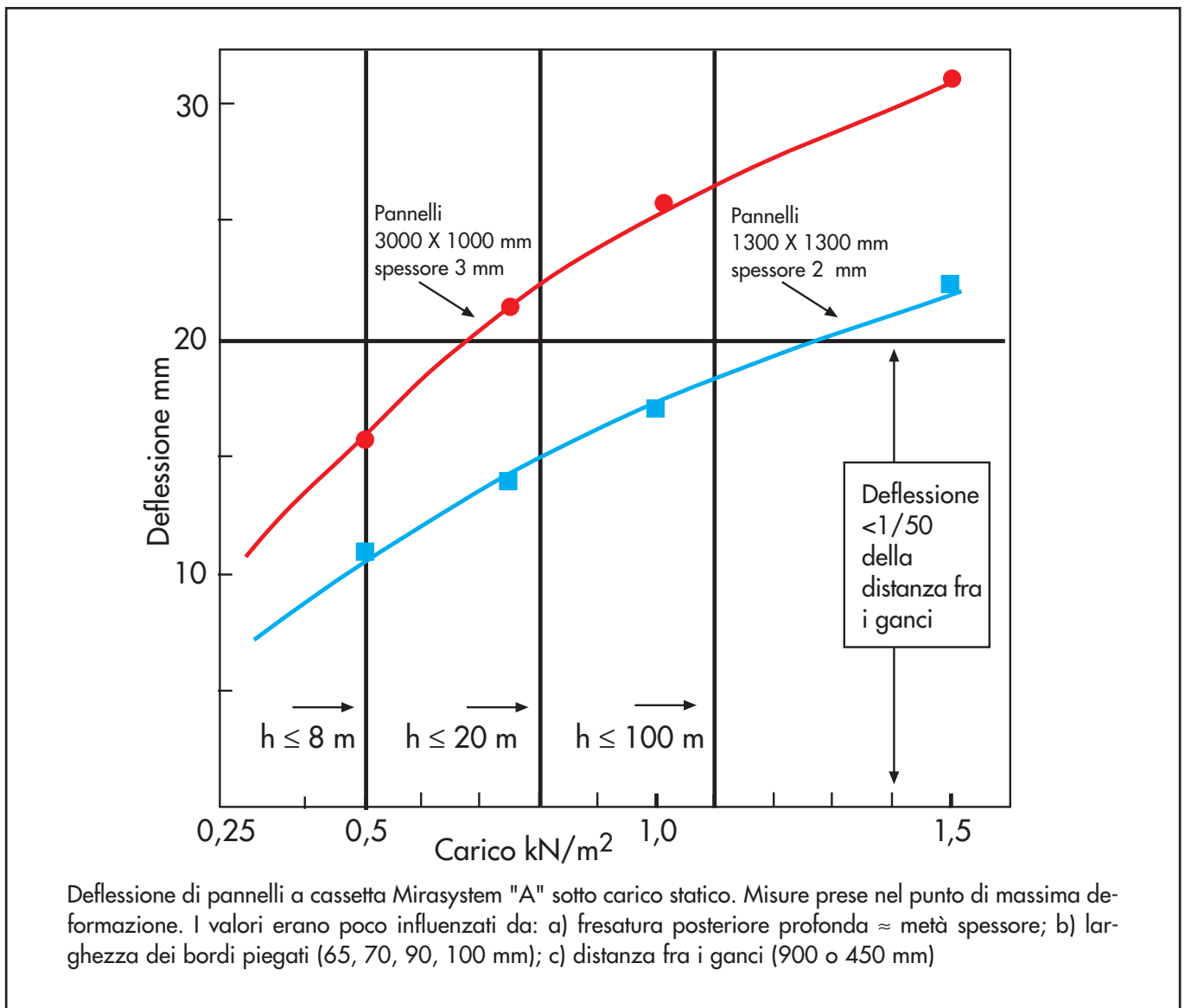


Fig. 22 b) - Risultati di prove di deflessione statica su pannelli Mirasystem con forme e spessore di metallo diversi

ma della piegatura, e nemmeno da distanze fra i ganci che variavano da 450 a 900 mm. Per contro, lo stesso diagramma di **Fig. 22 b)** mostra che un pannello molto più lungo (mm 3000X1000), sebbene fabbricato con lamiera più spessa (3 mm) superava la deflessione accettabile già sotto un carico relativamente basso di $0,8 \text{ kN/m}^2$. In un caso simile, qualora ci fosse da aspettarsi carichi maggiori, la deflessione dovrebbe essere contenuta o aumentando il numero di coppie di ganci, o applicando rinforzi sul rovescio.

4.4.4. Dimensionamento

Sulla base delle prove statiche e dell'esperienza, sono state elaborate alcune istruzioni di massima circa il dimensionamento dei pannelli e il numero di rinforzi: esse sono riepilogate nella tabella seguente. Nei casi intermedi si può ricorrere all'interpolazione, sempre tenendo presenti gli avvertimenti esposti alla fine del punto 4.4.2.. Come regola generale, quando ci si aspettino carichi di vento superiori a $0,5 \text{ kN/m}^2$ la distanza verticale fra le agganciature dovrebbe essere non superiore a 950 mm, e la distanza fra i montanti non superiore a 1100-1200 mm, inserendo se necessario dei rinforzi posteriori.

**DIMENSIONI E RINFORZI RACCOMANDATI PER PANNELLI MIRASYSTEM
LEGHE 5005 E 3003 H24**

Carico di vento 1,1 kN/m²

ALTEZZA mm	LARGHEZZA mm			
	1000		1500	
	Spessore mm	Rinforzi N°	Spessore mm	Rinforzi N°
1000	2	0	2	0
1500	2	0	3	0
2000	2,5	0	3	1
2500	3	1	3	2
3000	3	2	3	3

Carico di vento 0,8 kN/m²

ALTEZZA mm	LARGHEZZA mm			
	1000		1500	
	Spessore mm	Rinforzi N°	Spessore mm	Rinforzi N°
1000	2	0	2	0
1500	2	0	2,5	0
2000	2,5	0	2,5	1
2500	2,5	0	3	1
3000	3	1	3	2

Carico di vento 0,5 kN/m²

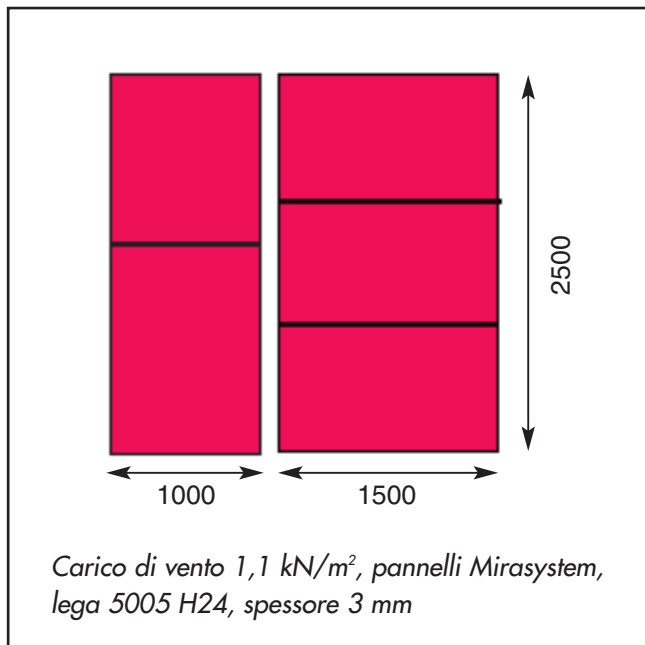
ALTEZZA mm	LARGHEZZA mm			
	1000		1500	
	Spessore mm	Rinforzi N°	Spessore mm	Rinforzi N°
1000	2	0	2	0
1500	2	0	2	0
2000	2	0	2,5	0
2500	2-3	1-0	3	1
3000	2-3	1-0	3	1

NOTE:

- 1) Distanza verticale fra i ganci non superiore a 950 mm.
- 2) Se si usa la lega più dura 5754 H34 lo spessore può essere ridotto di 0,5 mm (p.es. 2,5 mm invece di 3 mm, o 1,5 mm invece di 2 mm). I pannelli più sottili della lega più dura si fletteranno più profondamente sotto il carico del vento (1/40 della distanza fra gli attacchi invece di 1/50) ma non soffriranno deformazione permanente.

4.4.5. Rinforzi

Quando le dimensioni del pannello superano quelle normali, occorre aumentare il numero dei punti di aggancio, oppure inserire sul rovescio dei rinforzi, cioè profilati a forma di L o di omega, anche piegati dalla stessa lamiera, fissati



con adesivo siliconico o nastro biadesivo come indicato al punto 4.2 e secondo i criteri indicati nella Tabella precedente. Un esempio di applicazione della Tabella è mostrato nella figura soprastante.

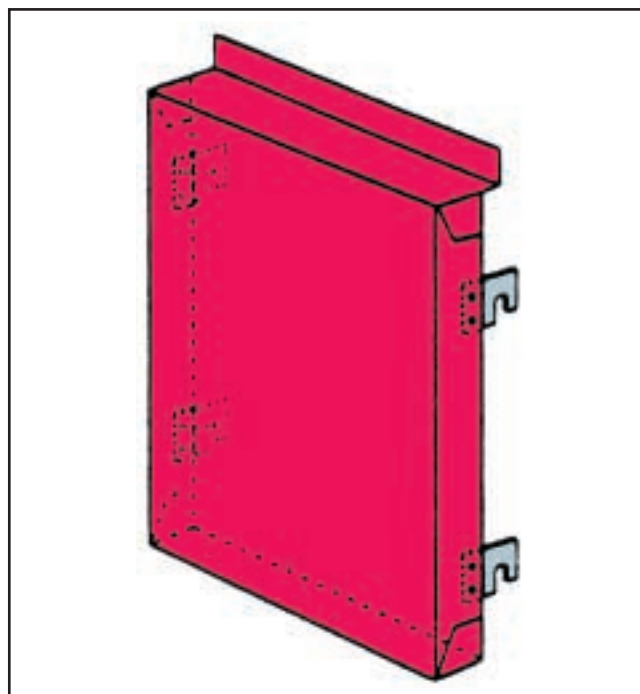


Fig. 23 b) - Un pannello con ganci riportati

4.4.6. Tipi di pannelli

Mirasystem "A" usa normalmente pannelli del tipo "ad ala rialzata", con giunzione d'angolo a 90° senza piastrine rivettate: è il tipo di pannello più semplice, e ha due alternative possibili: spigoli arrotondati (senza fresatura posteriore), oppure angoli vivi (con fresatura). Questo modello elementare, realizzato con lega 3003 o 5005 da 2-3 mm, è abbastanza resistente per pannelli di formato normale in zone dove il carico di vento è minore di 0,8 kN/m² (v. punti

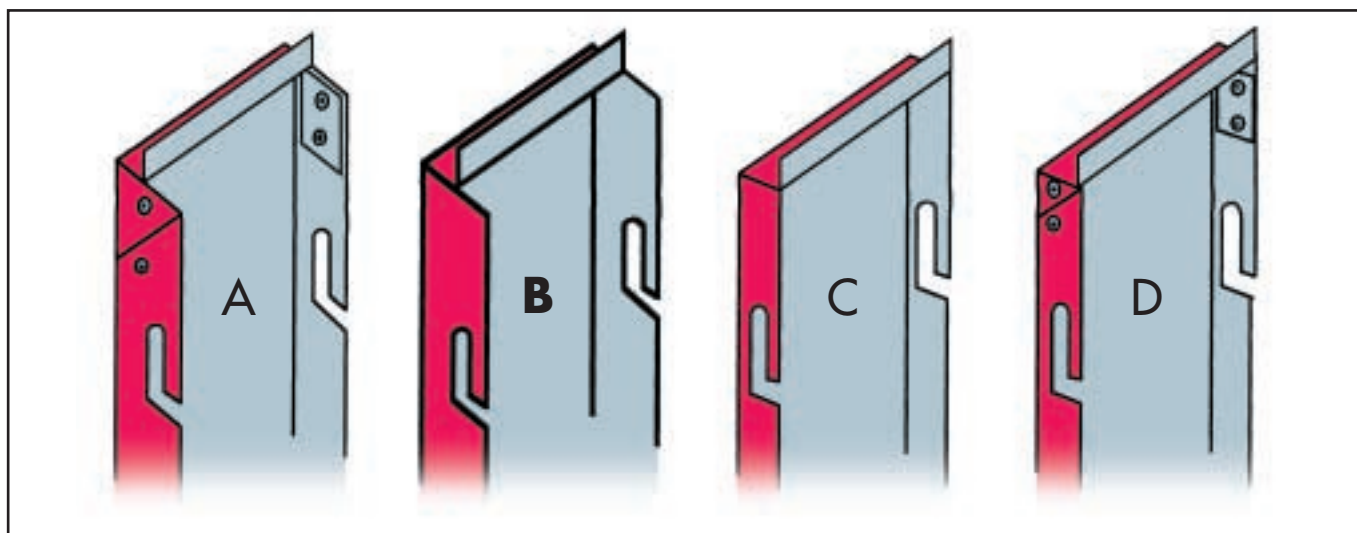


Fig. 23 a) - Il pannello Mirasystem ad Ala Rialzata (B) a confronto con altri tipi di pannelli

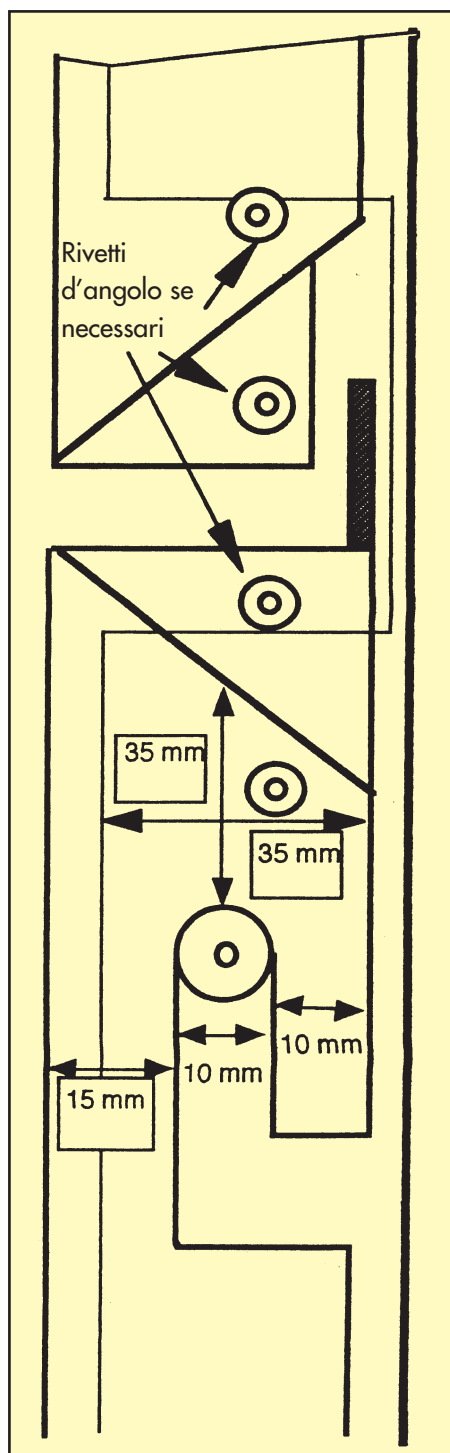


Fig. 23 c) - Sezione di pannello aganciato con pieghe di uguale larghezza e montante tagliato. Angoli a 45°, versione tradizionale con laminati compositi

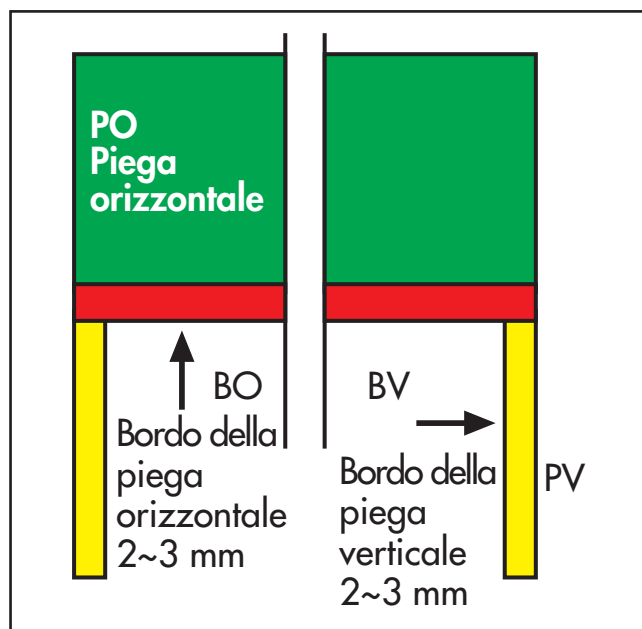


Fig. 23 d) - Giunzione a 90° vista dall'alto: prevalenza della piega orizzontale (PV = Piega Verticale)

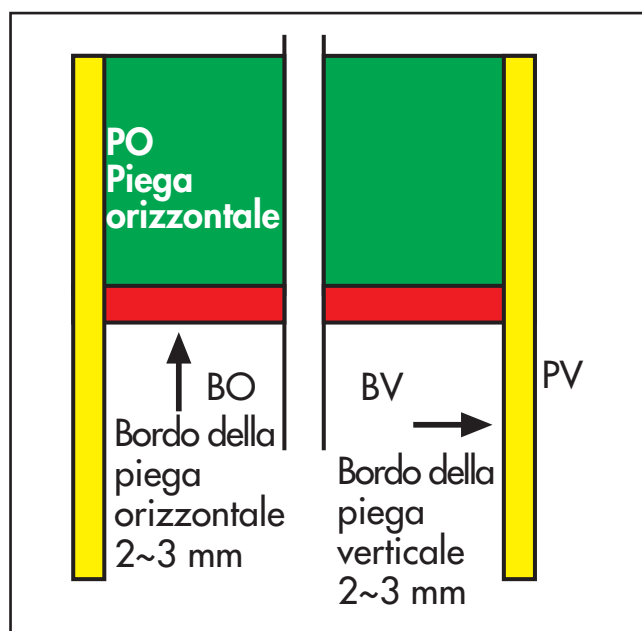


Fig. 23 e) - Giunzione a 90° vista dall'alto: prevalenza della piega verticale

4.4.2., 4.4.3.). Si può usare anche per carichi di vento superiori, previo calcolo che tenga conto delle condizioni locali.

Le fig. 23 a), b), c) confrontano il pannello di base Mirasystem "A" con altri modelli, e mostrano che i pannelli possono differire:

a) Perché hanno ganci "integrali" o "rivettati": "integrali" sono quelli tranciati nelle pieghe verticali, quelli "rivettati" sono invece pezzi a parte applicati dopo la piegatura (**Fig. 23 b)**);

b) Perché hanno pieghe verticali più larghe di quelle orizzontali, come il pannello ad Ala Rialzata del Mirasystem (esempi A, B in **fig. 23 a)**: invece i pannelli "ad ala uniforme" hanno tutte le pieghe della stessa larghezza (come C, D nella figura citata). In quest'ultimo caso i montanti debbono essere intagliati per poter alloggiare i bordi orizzontali (v. **fig. 23 c)**, a meno di ricorrere a ganci rivettati;

c) Perché hanno giunti d'angolo a 45° come in A e D della figura, o più semplicemente a 90° come in B (Mirasystem) e C;
 d) Perché usano, oppure no, una piastrina d'angolo rivettata per irrobustire l'angolo, come in A, D: questo è necessario solo quando si usano i laminati compositi Al/plastica/Al;
 e) Perché hanno spigoli acuti o raggianti (**fig. 23 g**), secondo che siano stati o no fresati sul rovescio lungo le linee di piegatura. I pannelli di Mirawall possono avere le due alternative: la scel-

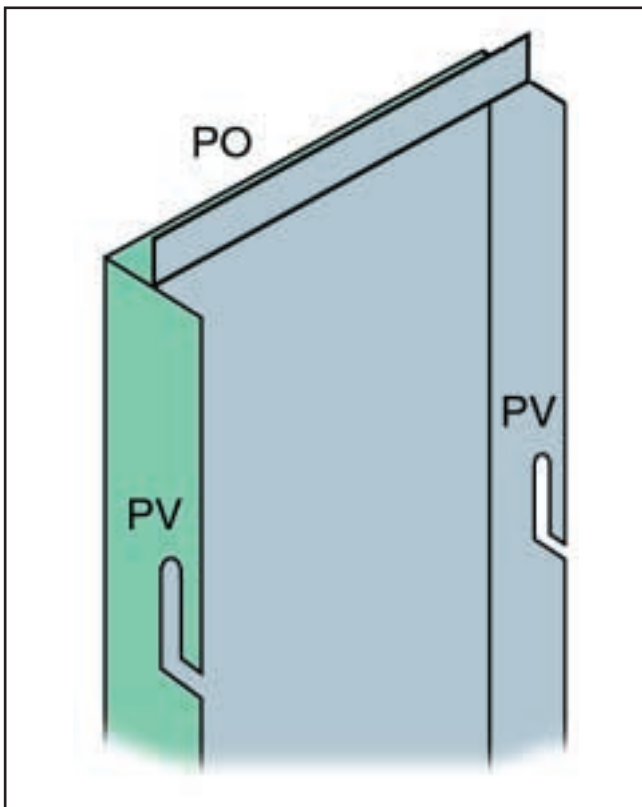


Fig. 23 f) - Il pannello mostrato nelle due figure precedenti. PO = piega orizzontale; PV = piega verticale. Questo è un pannello "ad Ala Rialzata" con pieghe verticali più larghe di quelle orizzontali

ta dipenderà o da motivi estetici, oppure dalla necessità di fresare il rovescio per consentire la piegatura a mano.

Il sistema base Mirasystem "A" è stato scelto fra tante possibili alternative perché è il più economico: esso si può realizzare in due modi leggermente diversi, come si vede in **fig. 23 d), e), f)**. La differenza fra i due modi consiste in quale delle pieghe -la orizzontale o la verticale- copre il bordo dell'altra.

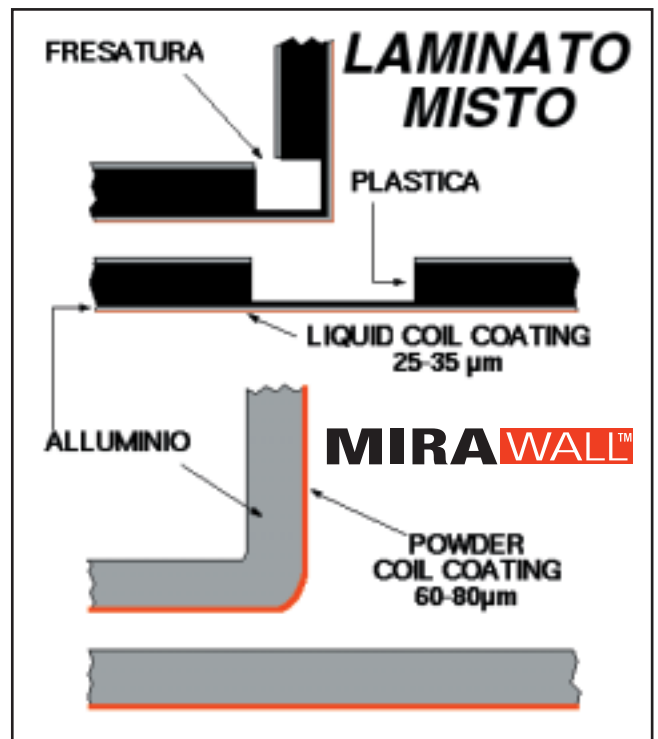


Fig. 23 g) - La fresatura prima della piegatura (sopra) è necessaria per pannelli compositi. Essa produce spigoli vivi ma è costosa, e indebolisce il materiale (dopo fresatura nei compositi rimangono solo 0,5 mm). La piegatura senza fresatura, oppure con fresatura leggera (spessore residuo 1-1,5 mm), come si fa con Mirawall, è più semplice e salvaguarda la resistenza meccanica del pannello

La scelta fra le due alternative dipende da considerazioni estetiche, a seconda di quale dei bordi risulterà più visibile.

Un'ultima considerazione riguardo al pannello di base è che esso non è totalmente a tenuta d'acqua. Nella maggior parte dei casi le pareti ventilate non richiedono la tenuta all'acqua, che è costosa: le infiltrazioni d'acqua vengono raccolte e l'acqua scola via all'interno dei montanti.

5 LAVORAZIONE DEI PANNELLI

La lavorazione del Mirawall per il Mirasystem "A" comprende le seguenti operazioni:

- Fresatura (non necessariamente)
- Tranciatura dei ganci e scantonatura degli angoli
- Piegatura

5.1. Fresatura e tranciatura

La **fig. 24** presenta lo schema della lamiera Mirawall per un pannello, prima della piegatura, vista in piano. Le fresature indicate in verde scuro non sono necessarie: solo su spessori 2,5-3 mm sono indicate se non si dispone di una pressa adeguata. Esse servono per avere angoli piegati più vivi e uniformi.

(Nota: la fresatura invece è sempre necessaria quando si usano lamiere composite alluminio-plastica).

Le fresature possono costare L. 8.000-10.000 al m².

5.1.1. Tecniche di fresatura

Quando occorre la fresatura, il sistema più semplice è una macchina come la Holzer (**fig. 25**). Questa macchina monta utensili a disco Ø 250-300 mm, e la sezione dell'incisione dovrebbe preferibilmente essere a forma di U, come mostrato in **Fig. 31**.

Talvolta si usano incisioni a V, a condizione che l'angolo della V sia di 95-100°.

Quando si debba fresare, è consigliabile limitare la profondità a quella minima possibile per ridurre il costo e salvaguardare la resistenza meccanica dei pannelli. Se il motivo è estetico (spigoli vivi), l'incisione può lasciare uno spessore residuo di metallo di 1,5 - 1,8 mm.

Se invece lo scopo della fresatura è quello di permettere la piegatura a mano, lo spessore residuo di 1,5 mm può essere ancora eccessivo, e in tal caso occorrerà ridurre lo spessore residuo a 0,8-1 mm, a seconda dell'attrezzatura disponibile per la piega-

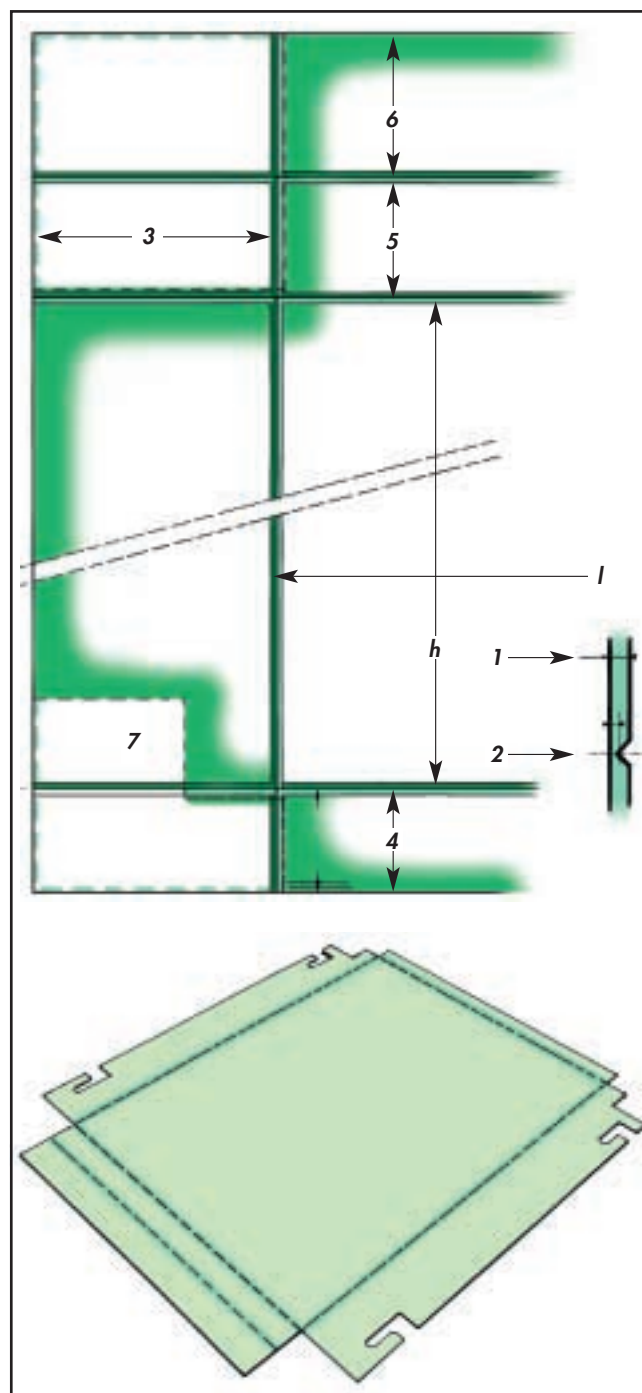


Fig. 24 - Schemi di fresatura e di tranciatura per un pannello Mirasystem

h = Distanza fra le fresature orizzontali ($H1 - 4$ mm) del rivestimento

l = Distanza ($L1 - 4$ mm) fra le fresature verticali (v. **fig. 12 a**), **16 a**)

1 = Spessore della lamiera Mirawall

2 = Spessore residuo dopo fresatura

3 = Larghezza delle pieghe laterali

4) = Larghezza della piega orizzontale inferiore

5) = Piega superiore orizzontale

6) = 2° piega verticale superiore

7) = Scantonatura all'estremità inferiore delle pieghe laterali (per la sovrapposizione dei pannelli)

(Vedi esempio di dimensioni tipiche in **fig. 4**)



Fig. 25 - La fresatrice Holzer, usata anche per squadrare la lamiera

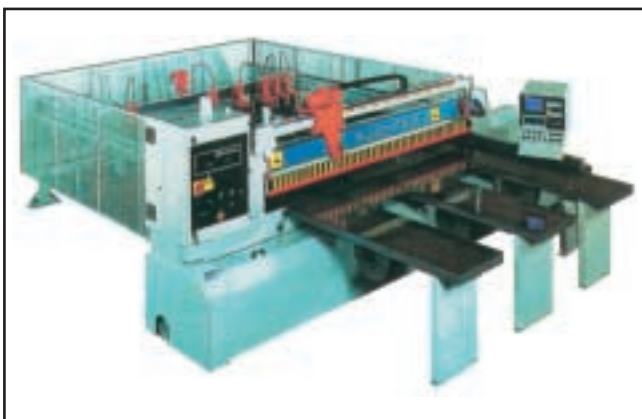


Fig. 26 a) - La macchina Euromac per squadrare e fresare

tura: comunque, anche questo minore spessore è sempre il doppio di quello che rimane dopo la fresatura di laminati compositi alluminio-plastica. Per produzioni su più larga scala si possono impiegare macchine più complesse e costose, a controllo numerico, che normalmente lavorano sulla lamiera orizzontale. La macchina Euromac (**fig. 26 a**) squadra, trancia, e fresa la lamiera, mentre altre macchine come il centro di lavorazione Salvagnini arrivano fino alla piegatura e quindi producono un pannello finito.

5.1.2. Tranciatura

La tranciatura degli angoli è sempre necessaria per piegare i pannelli, e per ricavare i ganci nelle pieghe laterali.

La tranciatura può essere eseguita su una macchina semplice come l'unità Tekna in **fig. 26 b**,

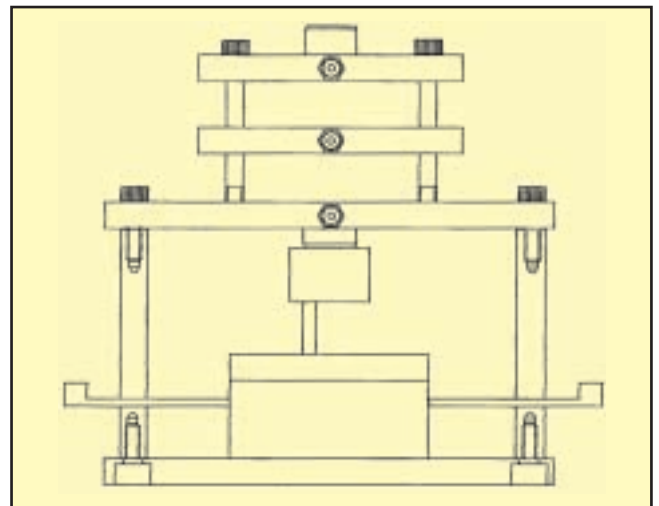


Fig. 26 b) - La punzonatrice/tranciatrice Tekna

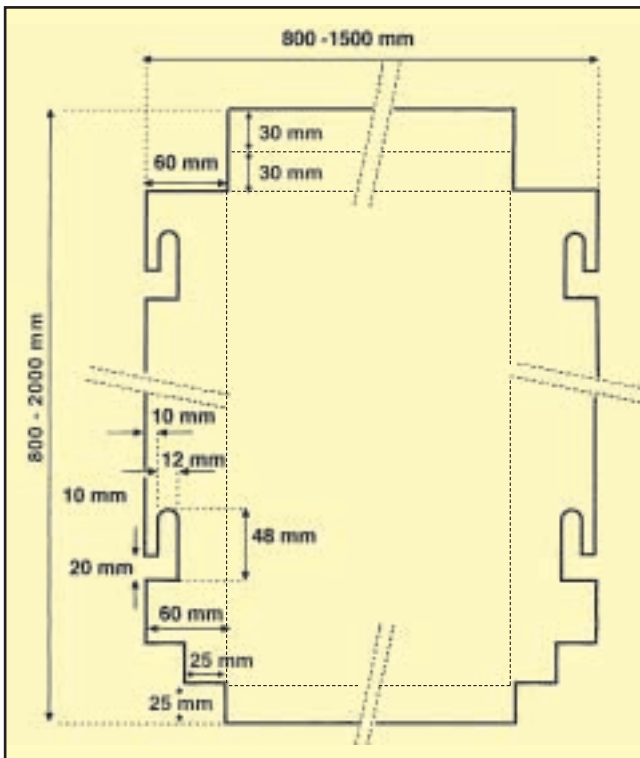


Fig. 26 c) - Schema generale di tranciatura per il pannello base di Mirasystem "A". Lembo orizzontale inferiore: larghezza da definire in funzione dello spessore della lamiera, per l'agganciatura

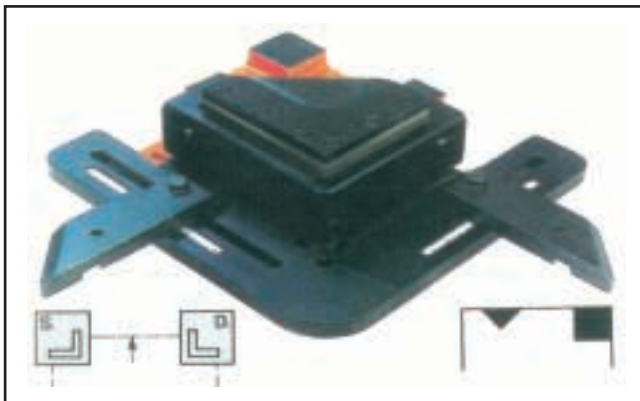


Fig. 26 d) - L'unità scantonatrice CIMSA U.T.A.4 per gli angoli

oppure può essere una fase di un ciclo di lavorazione automatico.

I fabbricanti che non hanno una macchina tranciatrice, ma che hanno una pressa piegatrice, possono usare quest'ultima per tranciare, adattandovi i ferri trancia: la pressa sarà così usata alternativamente per tranciare e per piegare.

Lo schema base di tranciatura in **fig. 26 c)**, e le **fig. 26 d)**, **26 e)**, **26 f)** mostrano come le tranciate dei vertici e dei ganci si possono effettuare applicando alla pressa piegatrice le attrezzature CIMSA. La lama superiore della piegatrice viene sostituita da una barra portautensili, e i ferri trancia sono fissati alla parte inferiore.

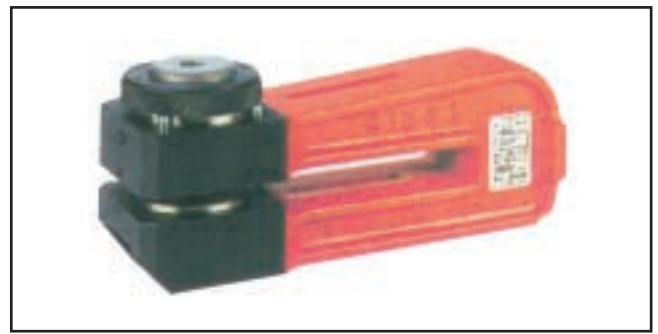


Fig. 26 e) - L'unità punzonatrice CIMSA U.F.4-80

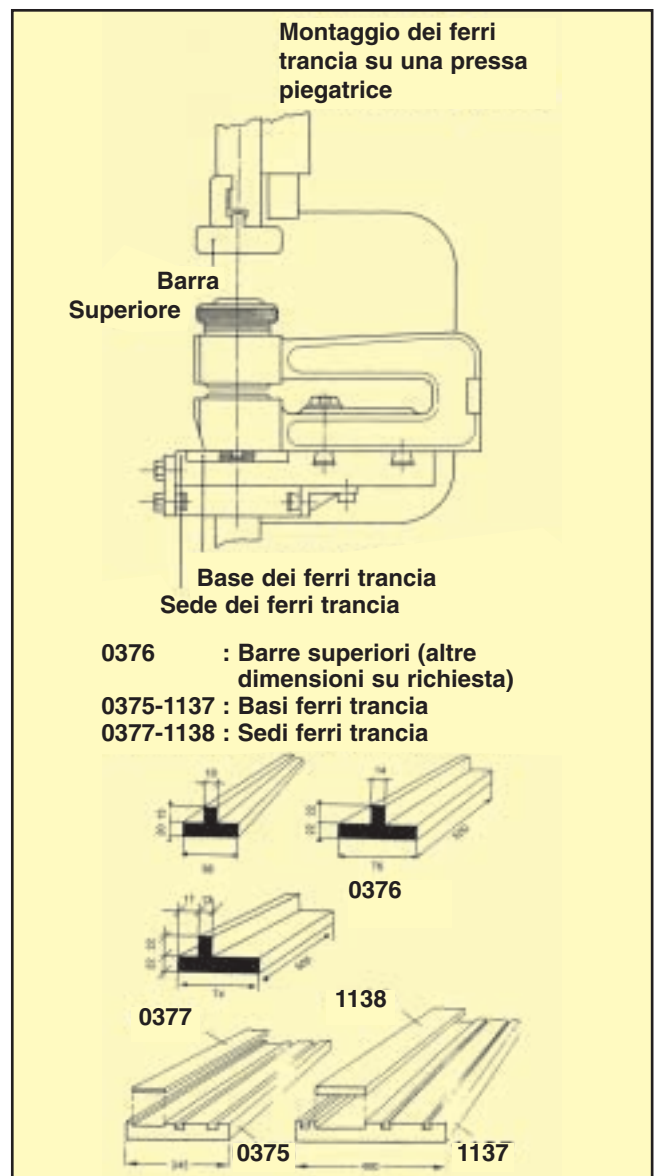


Fig. 26 f) - Le barre che vengono montate sulla pressa piegatrice per alloggiare i ferri trancia CIMSA

5.2. Piegatura dei pannelli

I pannelli per il Mirasystem si possono piegare in 4 modi:

- a) Semplicemente a mano (**fig. 27 a - f**): questa piegatura si esegue di solito su lamiera Mirawall di ridotto spessore (1-1,5 mm al massimo) o su spessori più alti (2≈3 mm) previamente fresati;
- b) Usando una piegatrice a rotazione ("da lattoniere", **fig. 28 a), b), c)**);
- c) Con una pressa idraulica (**fig. 29**);
- d) Con un centro di lavorazione computerizzato ad alta produttività come quello mostrato in **fig. 26 a)**, che può arrivare fino alla piegatura finale.

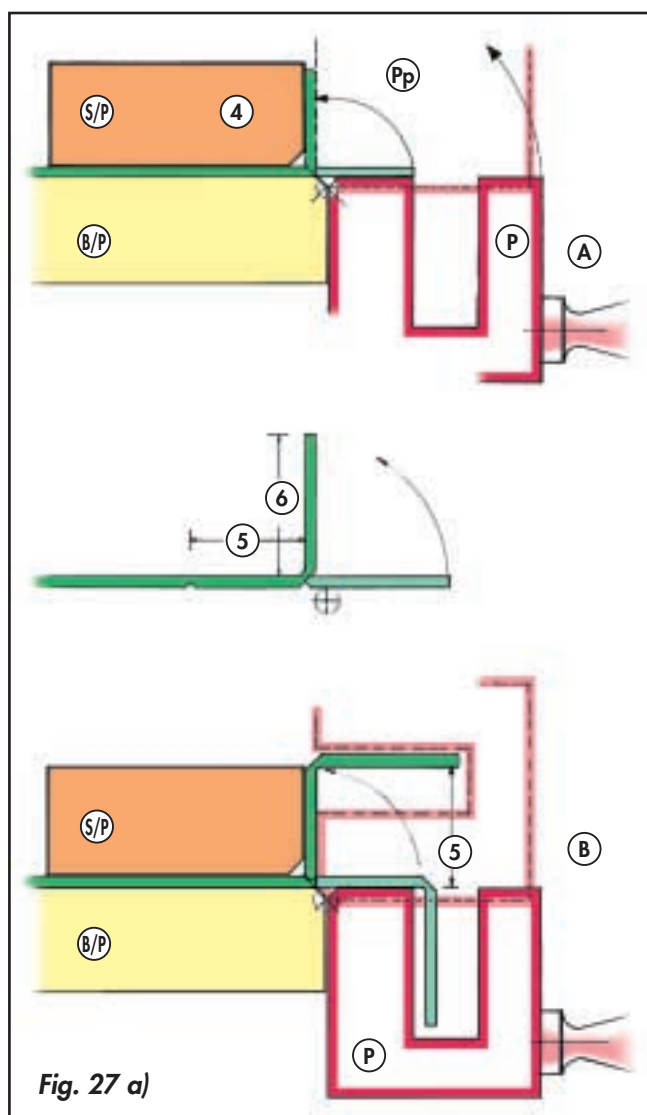


Fig. 27 a), b), c), d), e), f) - Passi di piegatura a mano su pannello di Mirawall sottile o fresato.

5.2.1. Piegatura a mano

La piegatura a mano con un'attrezzatura elementare a rotazione ovviamente è un'operazione lenta che richiede molta mano d'opera e che si può eseguire solo su lamiere sottili o fresate. Tuttavia, essa può risultare conveniente per piccoli lotti, e può anche essere l'unica soluzione quando non siano disponibili attrezzature meccaniche o vi sia mano d'opera a basso costo.

È interessante illustrare i passi di piegatura a mano (**fig. 27 a-g**), perché il principio si applica anche ad altri sistemi meccanici.

La **fig. 4** (pag. 13) presenta schematicamente la sequenza per un tipico pannello Mirasystem; sequenza poi descritta in dettaglio nelle **fig. 27 a) - g)**.

L'attrezzatura di base per la piegatura a mano può consistere semplicemente di un bancale fisso (**B/P** in **fig. 27 a)**) e una traversa **P**, incernierata al bordo del banco. Nella fase A la traversa **P**, ruotando, esegue la piega (6). La parte verniciata della lamiera è verso l'alto. La traversa **P** ha un canale a U longitudinale, che serve nella fase B (**fig. 27 a)**) per alloggiare la prima

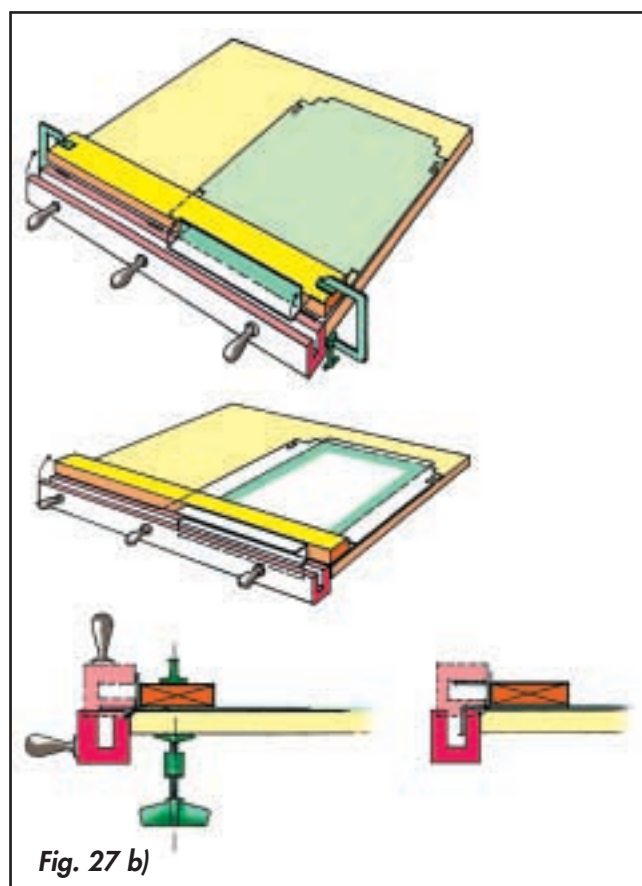
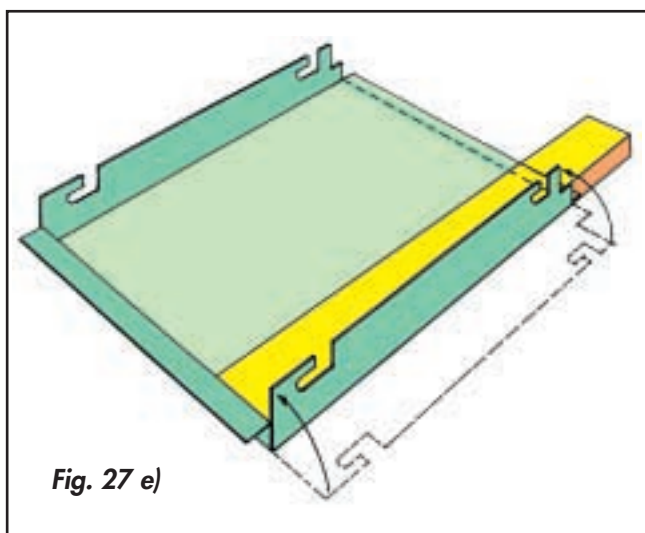
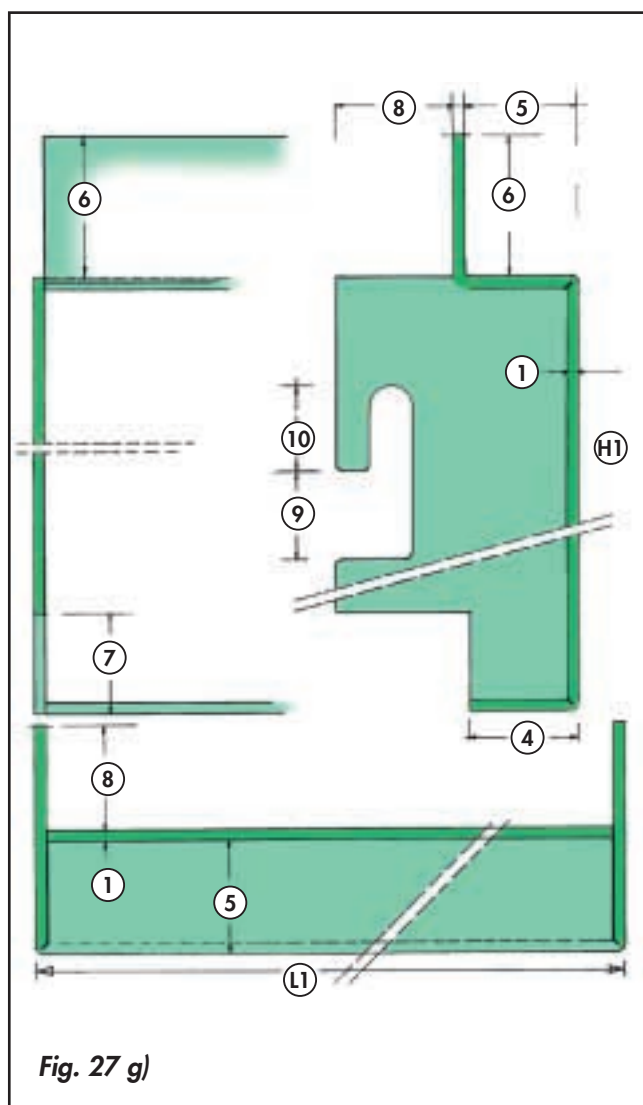
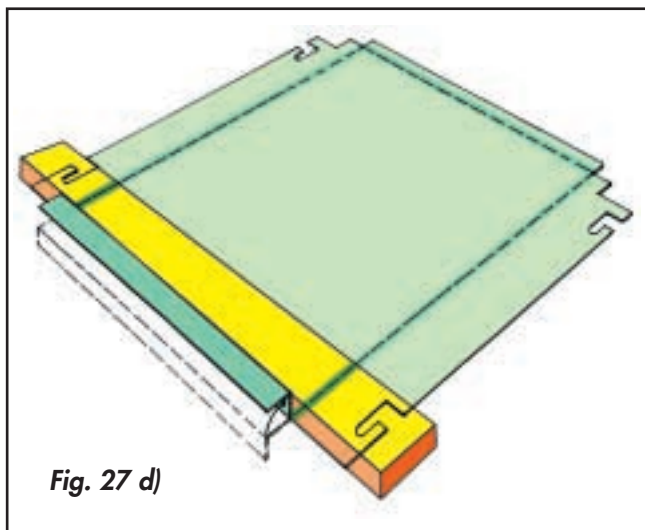
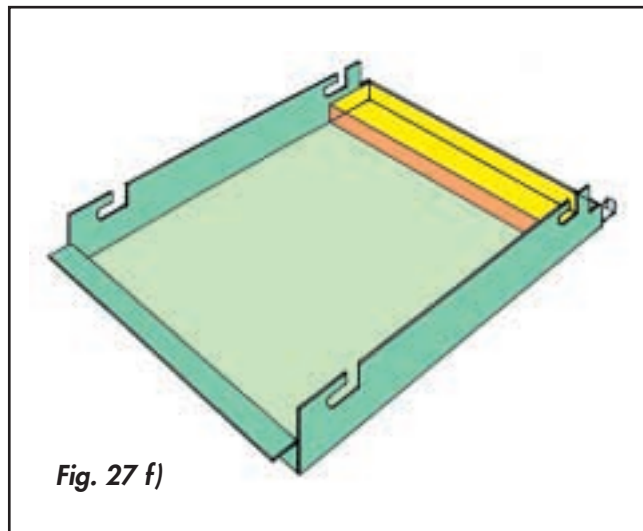
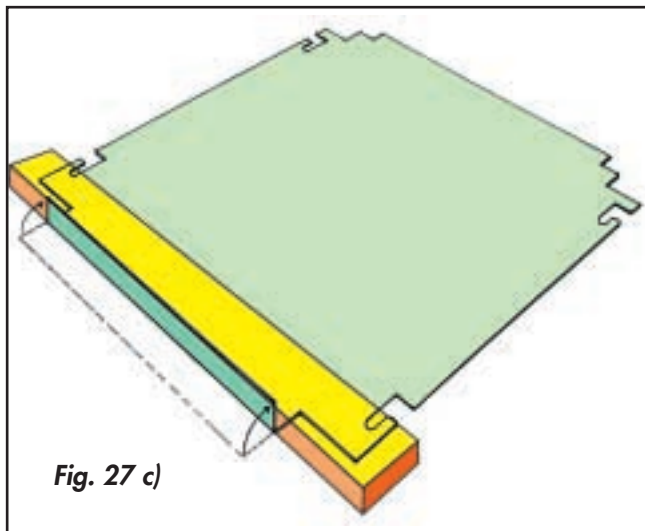


Fig. 27 b)

piega superiore (6). Dopo aver girato il foglio, infatti, la traversa P, ruotando attraverso gli appigli manuali esegue la piega 5. Per tenere ferma la lamiera durante le piegature si usano contrasti in legno fissati con morsetti

ti a vite come in **fig. 27 b)**. I contrasti in legno possono avere una misura fissa, e maggiore delle dimensioni del pannello, in tutte le fasi (**fig. 27 c), d), e)**); solo nella ultima piega per la chiusura della cassetta (**fig. 27 f)**)



devono essere più corti di 1 cm rispetto alla misura interna della cassetta.

5.2.2. Piega a rotazione

Una piegatrice a rotazione è presentata nelle **fig. 28 a) - c)**. È una macchina a leva che funziona in modo simile a quello della piegatrice a mano descritta in precedenza, spingendo dal basso verso l'alto il bordo da piegare.

Macchine di questo tipo sono disponibili in una vasta gamma di potenze e di prezzi: da quelle più piccole e semplici, a operazione manuale e con capacità limitata quanto a larghezza e spessore di lamiera, fino a unità completamente meccanizzate che bloccano automaticamente la la-

miera regolando la lunghezza dei blocchi di fissaggio alla lunghezza della piega da eseguire.

La lama superiore fissa, contro la quale viene spinta la lamiera, può avere bordi di forme diverse, la più comune è raggiata ($R = 3 \approx 6 \text{ mm}$). Macchine di questo tipo normalmente possono piegare lamiere di Mirawall fino a spessore 2 mm senza necessità di fresatura posteriore.

Spessori maggiori normalmente vengono fresati lasciando uno spessore residuo di 1,5 mm.

Tuttavia, i modelli più potenti -spesso inclusi in centri di lavorazione automatici- arrivano a piegare Mirawall da 3 mm senza bisogno di fresatura.

In questo caso, la piega sarà raggiata: la particolare flessibilità di Mirawall ne consente la piegatura con un raggio uguale allo spessore (piega T1), quindi una lamiera da 3 mm può essere piegata con raggio interno 3 mm e raggio esterno 6 mm (v. **fig. 23 g)**.

I tipi di Mirawall a più alta resistenza meccanica, basati sulla lega 5754 al 3% di Magnesio, possono richiedere un raggio maggiore a seconda dello stato fisico della lamiera e della pressa disponibile.

Il raggio di curvatura delle pieghe è influenzato in parte dalla forma del bordo della lama superiore, ma soprattutto dalla distanza orizzontale fra la barra mobile inferiore a la linea di piega: maggiore la distanza, più raggiata è la piega.

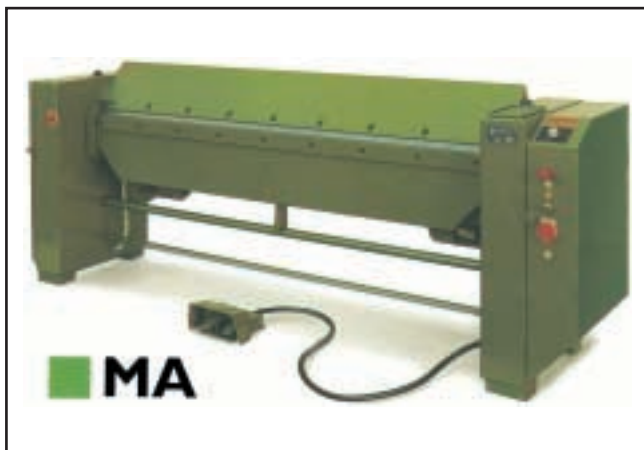


Fig. 28 a) - Una macchina MA per piegatura a rotazione (Schechtl/Carbonini)

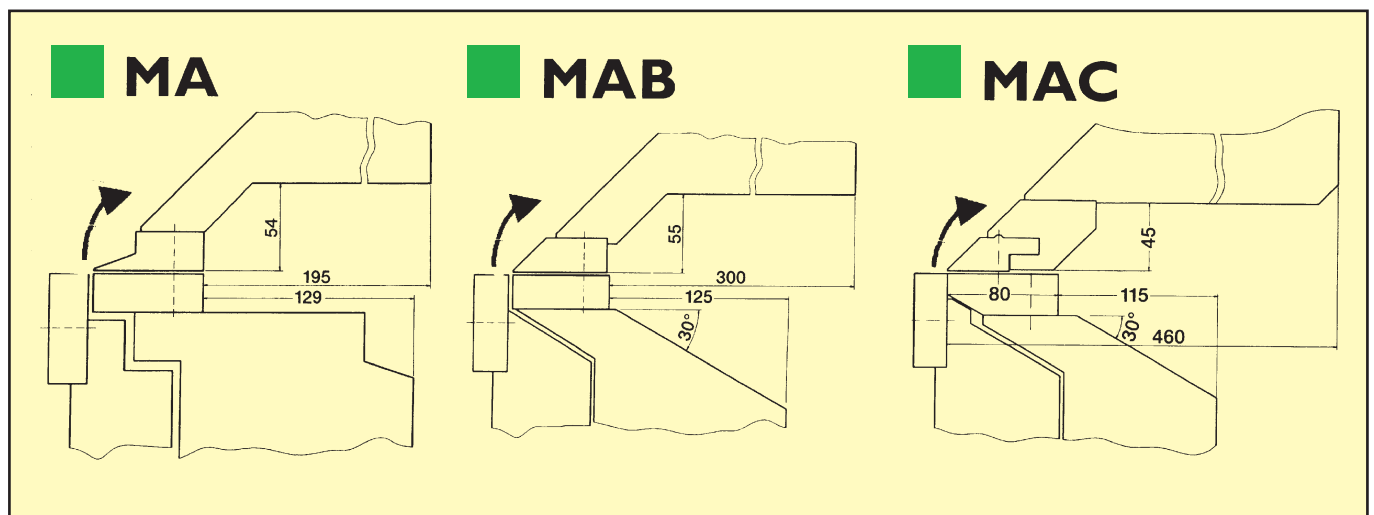


Fig. 28 b) - Sezioni di tre macchine MA con diversa potenza



Fig. 28 c) - Una lamiera Mirawall pronta per la piegatura in una macchina dello stesso tipo. La piegatura avviene quando la tavola mobile inferiore ruota verso l'alto (freccie in fig. 28 b) spingendo il bordo a sinistra: movimento analogo a quello della piegatura a mano

5.2.3. Piegatura alla pressa idraulica

Sebbene la piegatura a rotazione descritta sia probabilmente la più semplice ed efficiente da usare per la piegatura dei pannelli, macchine di quel tipo non sono così facilmente disponibili come le presse idrauliche verticali, e quindi la maggior parte del Mirawall viene piegata su presse di questo tipo (**Fig. 29**).



Fig. 29 - Piegatura alla pressa idraulica verticale

Anche con queste presse si ottengono ottimi risultati se si può usare una pressione a crescita lenta e finemente controllata, come è possibile con i tipi di presse più moderni (le presse meccaniche non sono adatte).

Per ottenere spigoli diritti, la lama superiore deve essere della massima lunghezza possibile, e la sua sezione deve essere sagomata in funzione del tipo di piega che si vuole ottenere, p.es. un angolo vivo su un pannello fresato, oppure uno spigolo raggiato su un pannello di alto spessore non fresato.

a) La piega raggiata su Mirawall non fresato è in sostanza un'operazione classica, che segue le regole note della piegatura di lamiera. L'attrezzatura mostrata in **fig. 30** è standard.

È da notare però che, secondo le più recenti esperienze, la piega raggiata non viene ottenuta usando una lama superiore arrotondata: l'estremità della lama è invece piatta, con una larghezza di 2 mm, e il raggio della piega dipende dalla larghezza della matrice inferiore a V.

b) La piega a spigolo vivo su pannelli fresati si può ottenere con una lama molto aguzza che penetra nel solco fresato, ma più recentemente

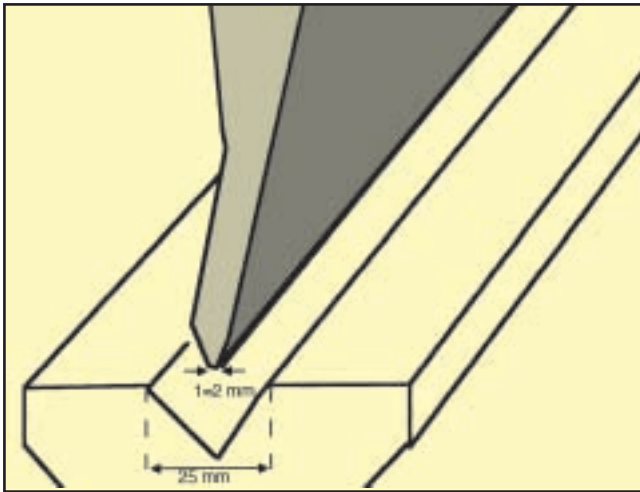


Fig. 30 - Tipica attrezzatura per piega raggiata su Mirawall spessore 3 mm

sono stati ottenuti migliori risultati con attrezzature come quelle in **fig. 31**, che impiegano una lama superiore con estremità arrotondata, una fresatura a U, e lo stampo inferiore ha i bordi anch'essi arrotondati.

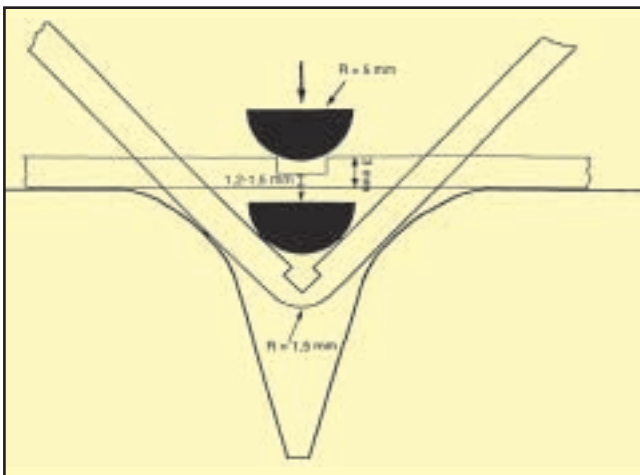
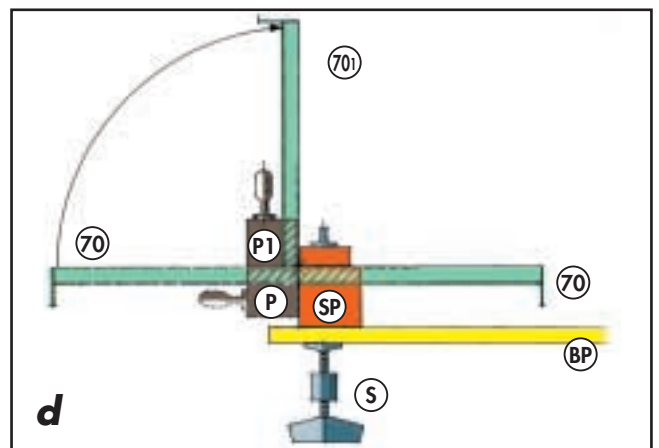
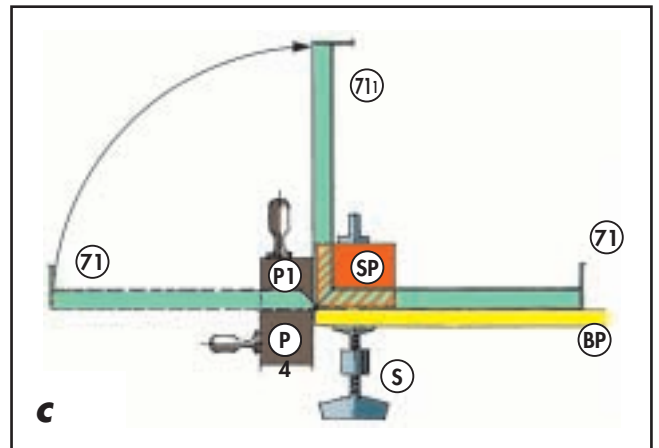
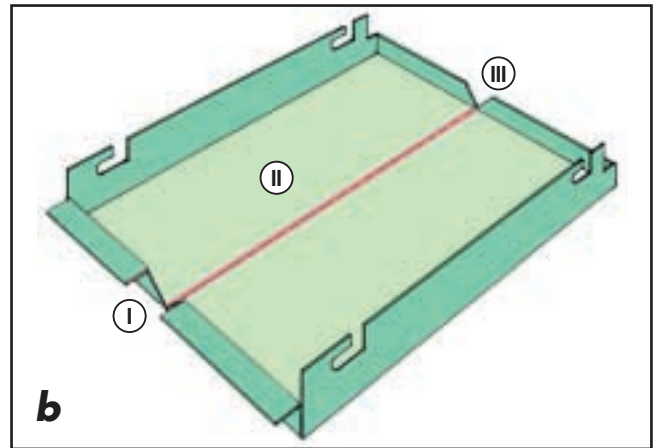
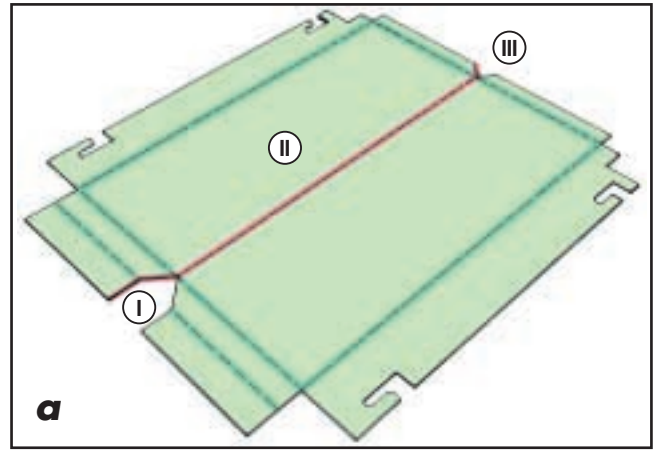


Fig. 31 - Attrezzatura per piegatura ad angolo vivo di Mirawall da 3 mm fresato su pressa idraulica

5.3. Piegatura dei pannelli d'angolo

I pannelli d'angolo sono pezzi speciali (v. 2.3.5., 2.3.6., 2.3.7). Le **fig. 32 a), b), c), d)** mostrano i passi di piegatura quando si usa l'attrezzatura manuale già descritta.

Fig. 32 a), b), c), d) - Passi base di piegatura per pannello d'angolo. a) Pannello lavorato come quello piano, con lavorazione superiore (I), fresatura sulla piega (II) e lavorazione inferiore (III); b) Pannello piegato ai bordi con le stesse fasi dei pannelli piani; c) Piegatura d'angolo sporgente; d) Piegatura ad angolo rientrante



6 POSA IN OPERA

La posa in opera è l'operazione più importante nella tecnologia del rivestimento. La posa in opera deve essere dettagliatamente pianificata con precedenza su ogni altro aspetto della progettazione: infatti, solo dopo aver progettato la posa in opera è possibile definire le dimensioni e le forme dei pannelli, nonché i moduli della facciata. In questa fase c'è da prendere in considerazione non solo la dimensione della facciata, ma anche le possibili soluzioni per gli angoli e le finestre (dimensioni e posizioni), perché queste influenzeranno le operazioni di posa in opera.

Se montaggio e posa sono corretti, anche un rivestimento con qualche difetto di fabbricazione apparirà e sarà soddisfacente. Per contro, se i componenti sono perfetti ma la posa in opera è difettosa, il rivestimento risulterà inaccettabile tanto esteticamente quanto funzionalmente.

A questo fine, gli aspetti principali da considerare sono:

- La verticalità della facciata nel suo insieme;
- L'allineamento delle linee di fuga;
- La compensazione delle deformazioni e dei disallineamenti della facciata primaria.

6.1. Allineamento verticale e orizzontale

La struttura verticale del Mirasystem "A" in pratica è costituita dai montanti a U. Gli elementi orizzontali sono gli stessi pannelli e i loro perni portanti.

Per assicurare la verticalità del rivestimento nel suo insieme, il passo più importante è il posizionamento esatto della prima fila di montanti. Vale la pena di dedicare molto tempo a questa operazione, che ne farà risparmiare in seguito molto di più: tutti gli altri componenti strutturali, infatti, vengono fissati e regolati facendo riferimento a questa prima fila, e quindi ogni difetto

di questa si ripercuoterà su tutte le operazioni successive. La **fig. 33 a)** mostra come viene montata -partendo dal basso- la prima fila (rossa) di montanti. La **fig. 33 b)** illustra l'impiego del filo a piombo per assicurare la verticalità sui piani paralleli e ortogonali della parete primaria. Dopo che è stato installato il primo montante della fila (in basso), l'estremità inferiore del secondo montante viene inserita nella estremità superiore di quello precedente attraverso il giunto (89) (v. dettagli in **fig. 33 a), b), c), d)**) e l'estremità superiore del secondo elemento viene fissata alla parete primaria mediante l'attacco regolabile

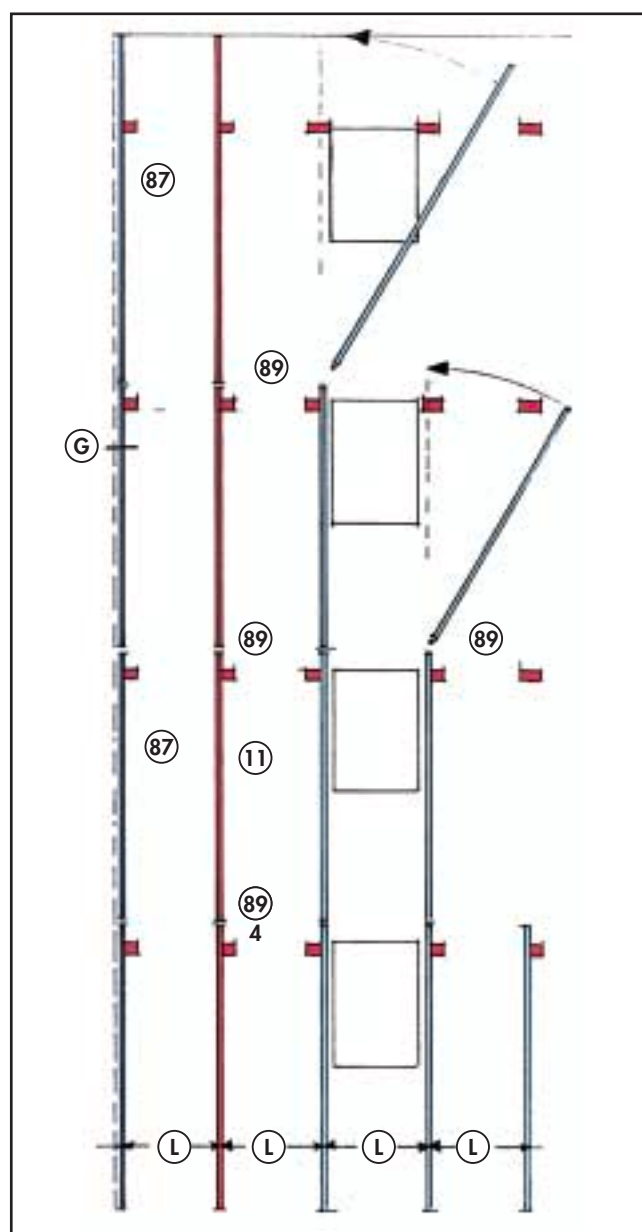


Fig. 33 a) - Posa in opera dei montanti: in rosso, la prima serie (il caso rappresentato è (G) di **fig. 12 a)**)

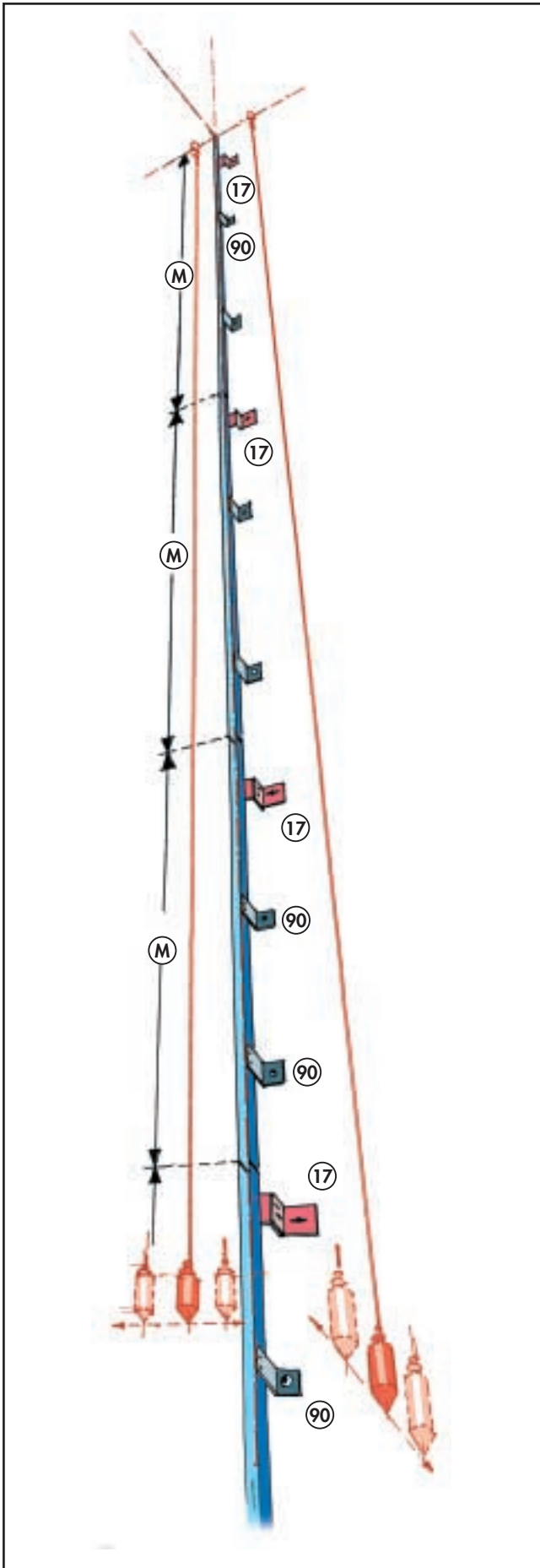


Fig. 33 b) - Uso del filo a piombo per assicurare la verticalità

(17). La **fig. 35 a)** presenta una veduta d'insieme della fila verticale dei montanti fissata al muro. Il dettaglio del sistema di ancoraggio (17) è mostrato nella **fig. 35 d)**, e anche nelle precedenti **fig. 7** (pag. 15) e **fig. 9** (pag. 17).

L'operazione viene ripetuta con i successivi montanti fino a che l'intera fila è fissata. La verticalità di ogni montante si ottiene regolando l'estremità superiore e verificando col filo a piombo dopo la posa di ciascuno.

Dopo che l'intera fila è stata installata con i montanti fissati solo alle estremità, questi devono essere irrigiditi con le staffe (90) come mostrato nelle **fig. 35 a), b), c)**.

Le altre file di montanti vengono posate facendo riferimento alla prima fila. Per controllare il

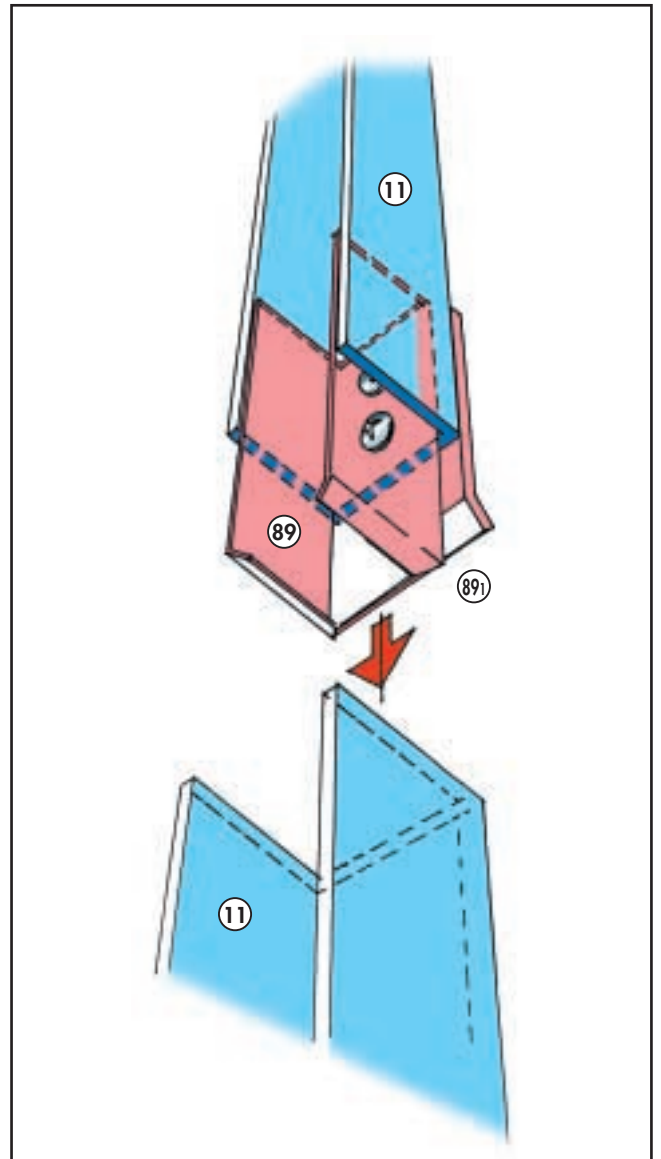


Fig. 33 c) - Dettaglio del giunto (89)

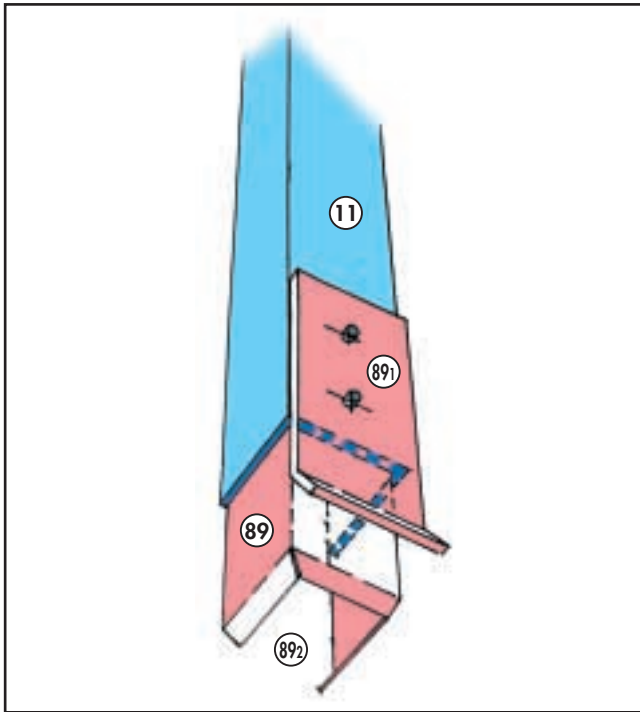


Fig. 33 d) - La piastra (89-1) è sul montante lato muro

parallelismo esatto fra due file successive si usa un regolo lungo quanto la larghezza del modulo. Per l'allineamento orizzontale si usano come linee di riferimento dei cavi tesi fra i montanti.

6.2. Fissaggio dei montanti

Le **fig. 34 a), b)** mostrano in dettaglio le caratteristiche del giunto (89) che collega ogni elemento di montante a quello inferiore alloggiando le estremità dei due elementi. Il giunto è costituito da un manicotto a U di acciaio inossidabile di spessore 1 mm, con estremità rivoltate verso l'interno per facilitarne l'inserimento nel montante inferiore. È completato da una piastra di alluminio da 4 mm (89.1) fissata mediante viti al montante superiore e al manicotto a U. Per consentire le dilatazioni termiche, la distanza fra le estremità dei montanti dovrebbe essere di 8-10 mm in zone climatiche normali, ed essere aumentata a 10-12 mm se l'escursione termica fosse $\geq 60^\circ\text{C}$. Questo vale se la posa avviene nei mesi più freddi; se invece avviene nei mesi caldi, l'intervallo sarà ridotto al minimo.

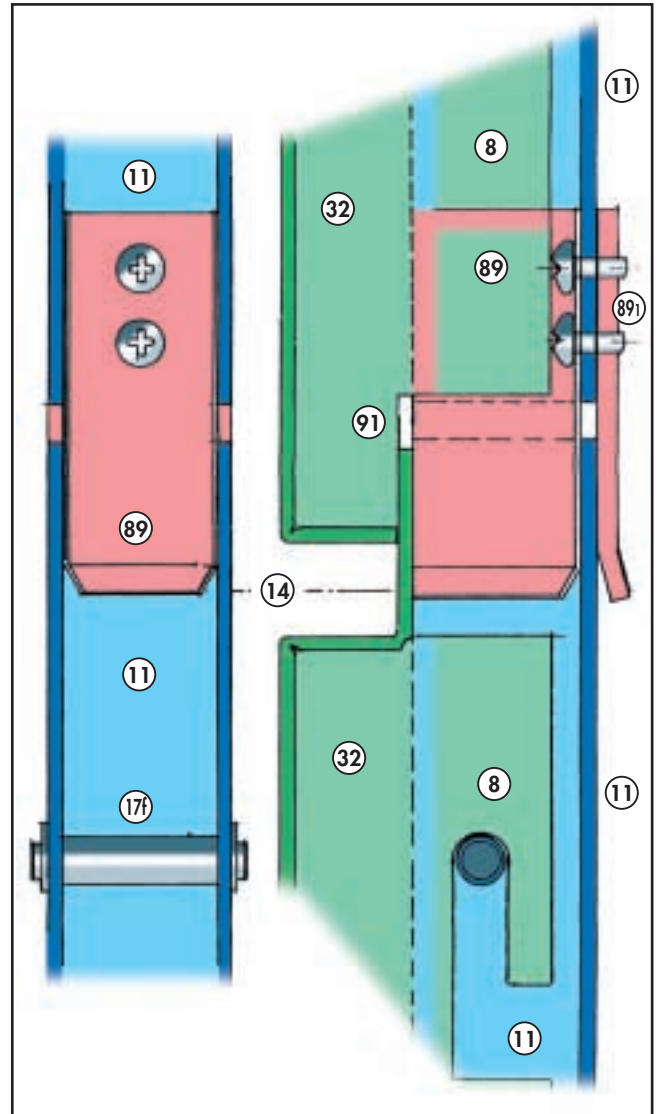


Fig. 34 a) - Il giunto (89) che collega gli elementi di montante. Veduta d'insieme

L'attacco a muro regolabile (17) (sezione in **fig. 35 d)**, dettagli in **fig. 7) ,9)**) con le sue asole consente l'allineamento verticale dei montanti anche dopo il fissaggio alla parete primaria.

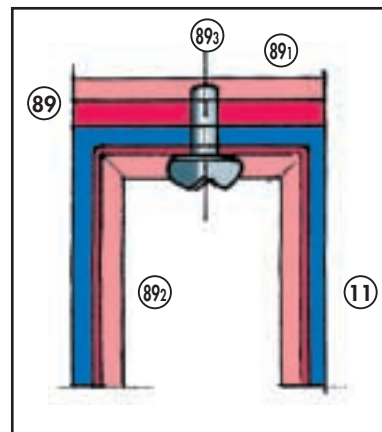


Fig. 34 b) - Dettaglio del giunto (89).
 89 1: piastra di alluminio da 4 mm dietro il montante, lato muro
 89 2: U inox interno ai montanti
 89 3: viti di fissaggio del giunto 89 sulla parte bassa del montante superiore

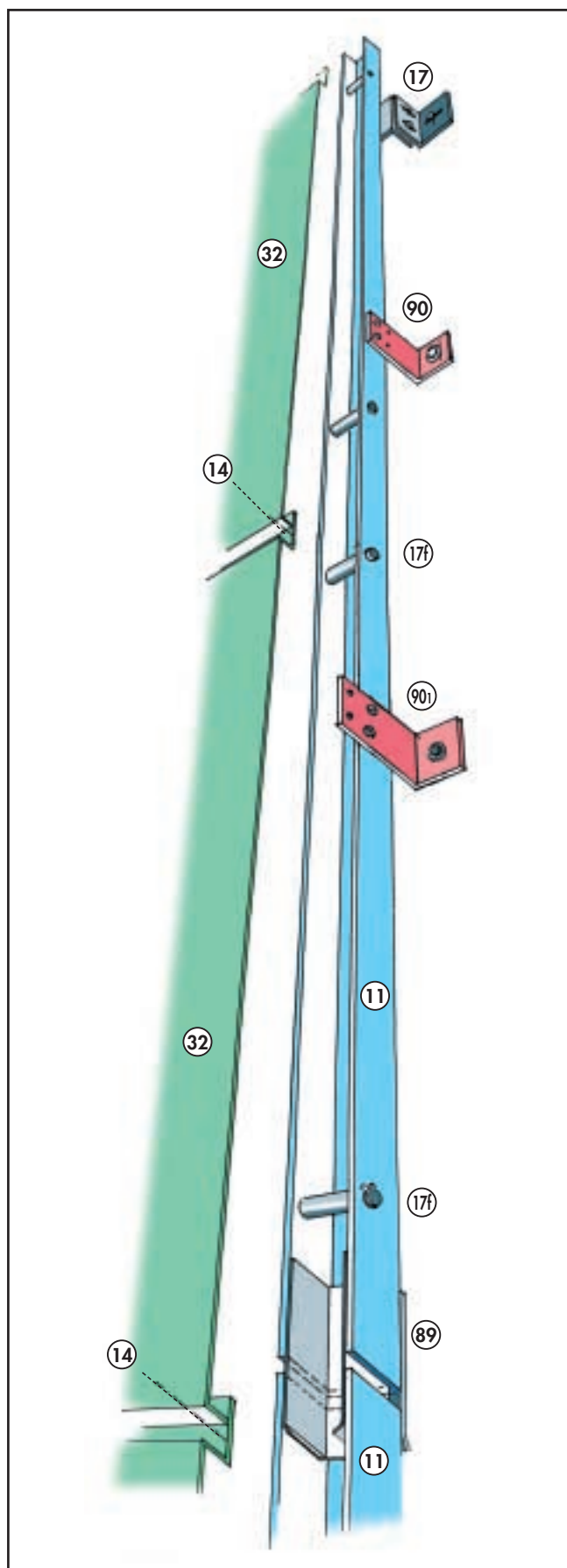


Fig. 35 a) - Irrigidimento del montante con gli attacchi (90): notare la diversa posizione dei due attacchi, per compensare irregolarità della parete

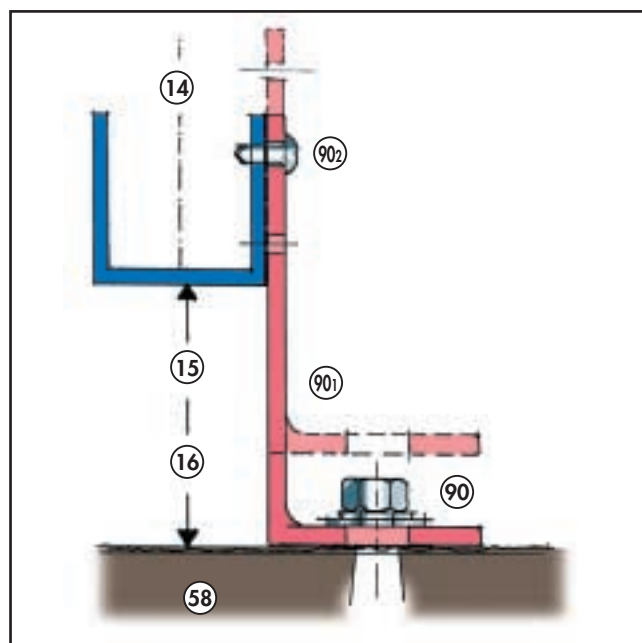


Fig. 35 b) - Esempio di ancoraggio semplificato applicato a montante installato. Le coppie di fori nell' attacco (90) consentono di compensare le irregolarità del muro

Dopo che gli elementi di montante sono stati installati con i giunti (89) e gli attacchi (17), gli ancoraggi semplificati (90) -fig.35 c)- irrigidiscono il montante contro la parete (v. fig. 35 a). Gli ancoraggi semplificati (90) possono essere di alluminio o di acciaio galvanizzato. Se sono di acciaio, è opportuno inserire un foglio di plastica fra acciaio e alluminio.

La fig. 35 b) mostra come la regolazione degli attacchi semplificati ((90) permette di compensare le irregolarità della parete. Per consentire un maggior gioco vi sono due serie di fori predisposti nell'attacco semplificato (90). Il fissaggio è con viti autofilettanti d'acciaio.

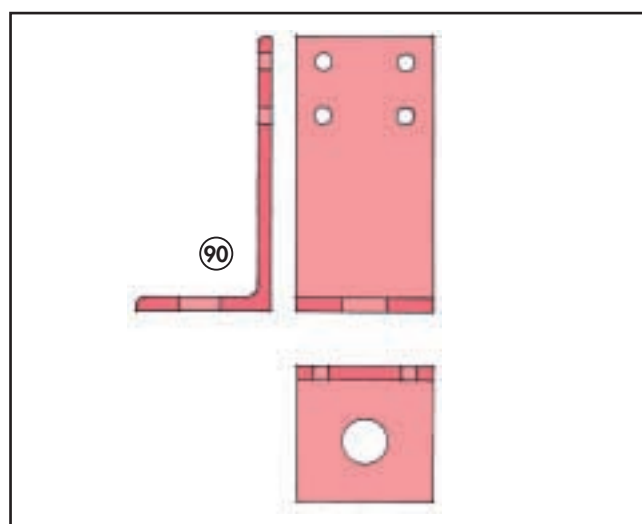


Fig. 35 c) - Dettaglio dell'attacco fisso (90)

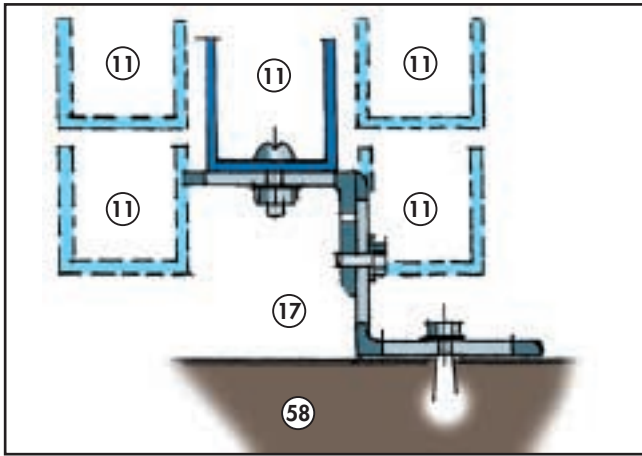


Fig. 35 d) - Dettaglio dell'attacco regolabile (17)

6.3. Isolamento

Quando la struttura portante è posata, vengono applicati sulla parete i materassini isolanti. Per ridurre le eventuali infiltrazioni, i pannelli devono essere tagliati in modo da adattarsi agli angoli, ai dislivelli, e agli attacchi (fig. 36 a).

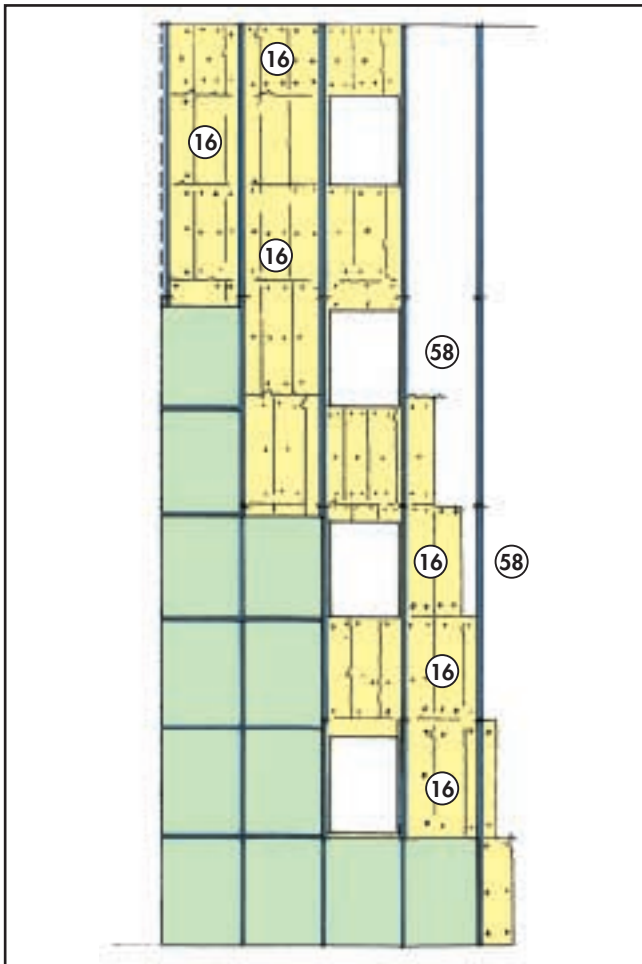


Fig. 36 a) - Isolamento

6.4. Finestre

La fig. 36 b) mostra la facciata con le finestre. Nel caso illustrato, la situazione delle finestre è quella Bb esemplificata nel capitolo 3 pag. 31 e seg. In questo caso le finestre sono già in opera prima del rivestimento.

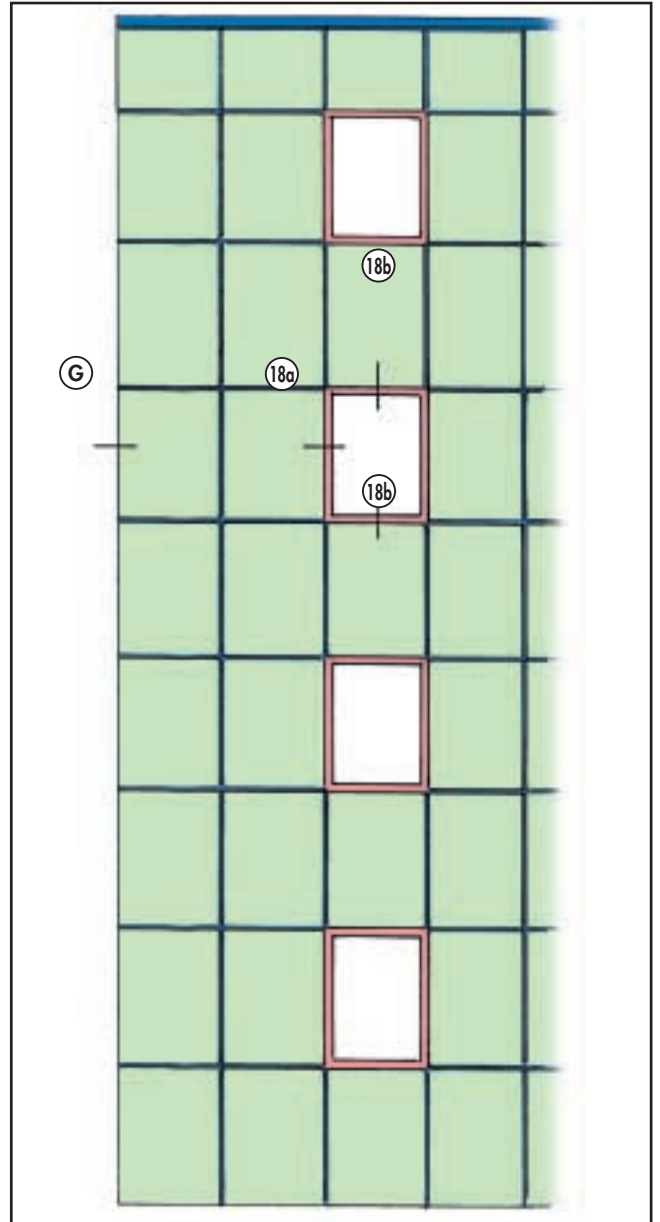


Fig. 36 b) - Veduta frontale della facciata installata

6.5. Veduta d'insieme

Le **fig. 36 b)** e **36 c)** mostrano la veduta frontale e la sezione della facciata finita. In questo caso, il rivestimento è stato completato lateralmente con una chiusura del tipo "G" (v. cap. 2.3.4.)

Nella sezione verticale in **fig. 36 c)** :

- Marrone = Parete primaria
- Arancione = Pannelli isolanti e guarnizioni
- Blu = Struttura portante
- Rosso = Attacchi
- Verde = Pannelli a cassetta

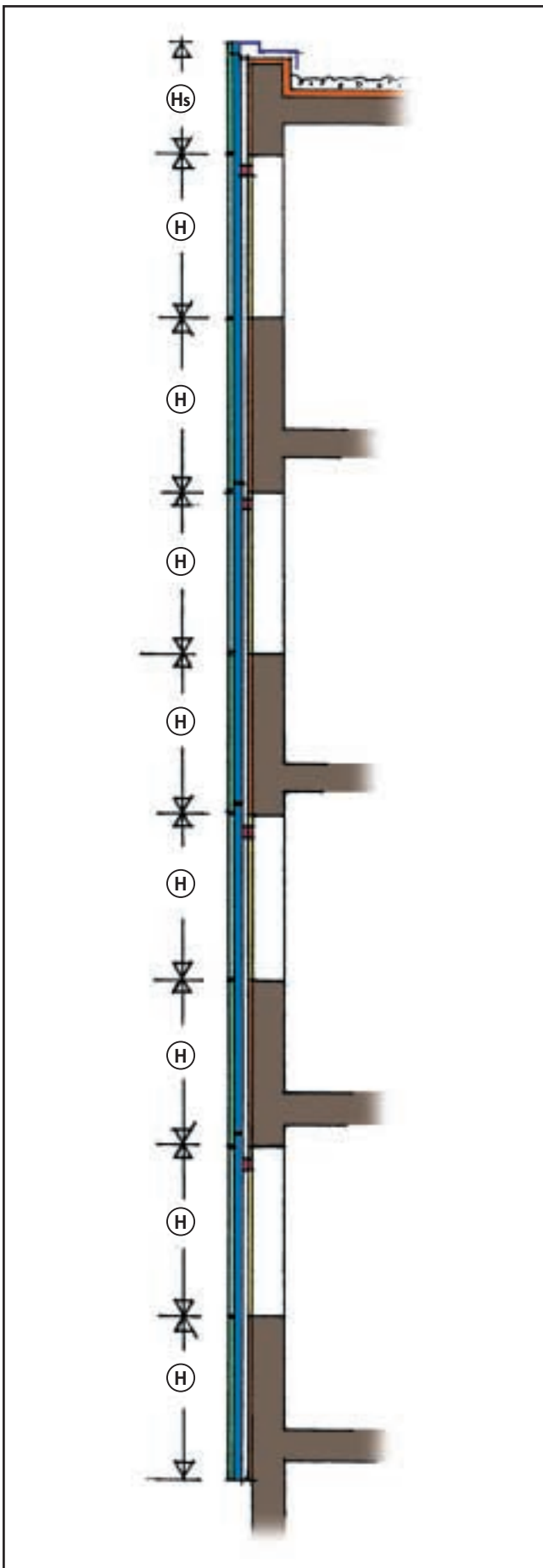


Fig. 36 c) - Sezione verticale della facciata installata

7 ALTRI SISTEMI: TENUTA E ALLINEAMENTO

Nei mercati dove il laminato Mirawall è già ben conosciuto, la maggior parte dei rivestimenti sono eseguiti con il semplice sistema di base qui descritto come "Mirasystem "A". Tuttavia, esistono decine di varianti studiate da molte ditte soprattutto con due scopi:

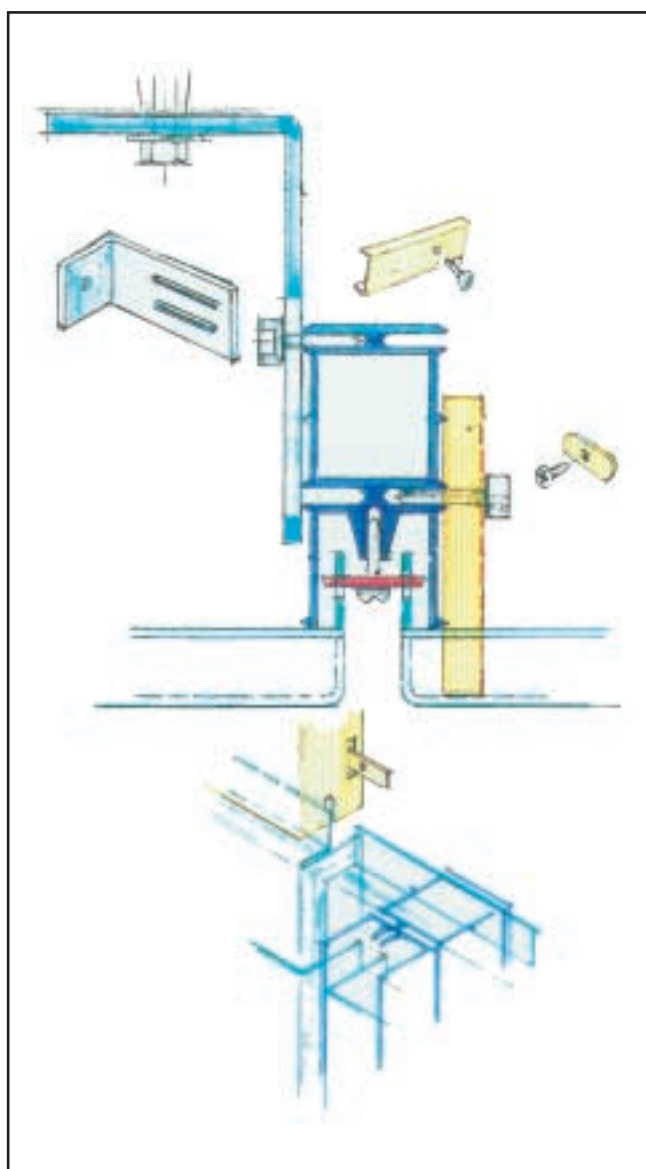


Fig. 37 - Un sistema recente (Fenzi Panel Wall) che consente montaggio e allineamento con il solo cacciavite

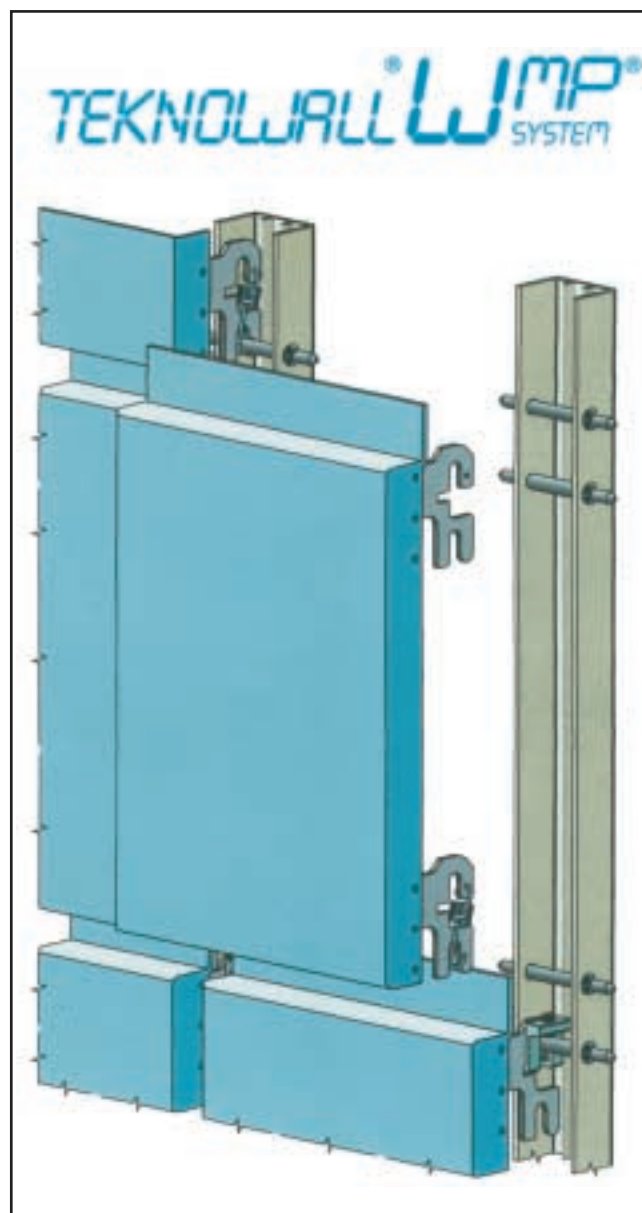


Fig. 38 a) - Il sistema Alcoa Teknowall MP (Modular Panel): ganci rivettati, alla uniforme, e due varianti: normale, oppure con guarnizione di tenuta

- a) Facilitare l'allineamento anche di ogni singolo pannello e ridurre i costi della struttura e/o del montaggio;
- b) Realizzare un rivestimento impermeabile.

Vengono qui presentati tre esempi di questi sistemi speciali: il sistema Fenzi (**fig. 37**), che può essere montato usando un cacciavite come unico attrezzo, il sistema Tecnowall MP (Modular Panel) di Alcoa Italia (**Fig. 38**), e il sistema "Urano" della Metra (**Fig. 39**) che permette il fissaggio rapido a molla e la regolazione dell'allineamento.

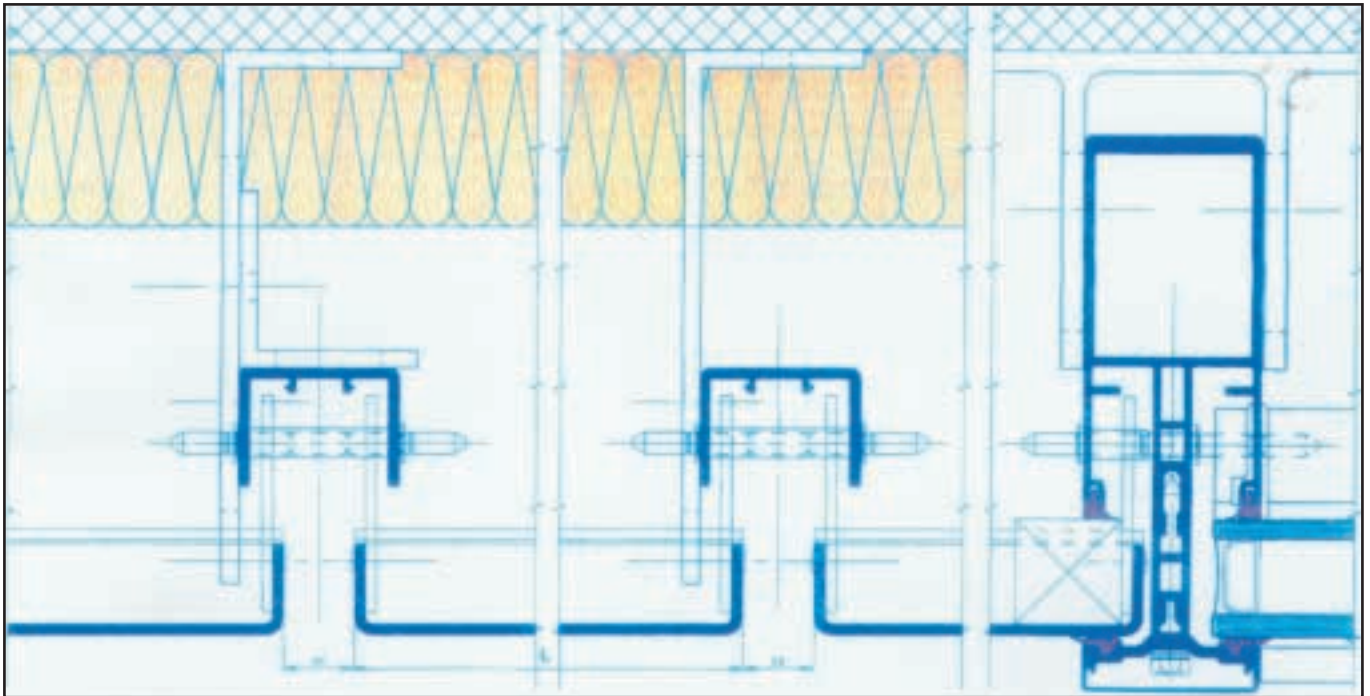


Fig. 38 b) - Sezione orizzontale del sistema di rivestimento Alcoa Teknowall: versione normale

Questi sistemi, come tutti quelli che consentono la tenuta all'acqua, sono caratterizzati da un montante estruso con sezione più complessa del semplice montante a U. In sostanza, il montante ha un'alletta con cava ove può venire inserita a pressione una guarnizione. Il sistema Alcoa e

quello Metra sono anche esempi di rivestimenti che impiegano pannelli a cassetta con "ala uniforme" (le 4 pieghe hanno uguale larghezza). Nel sistema Alcoa poi i ganci non sono tranciati nei lati verticali, ma vengono forniti come accessori da fissare per mezzo di rivetti.

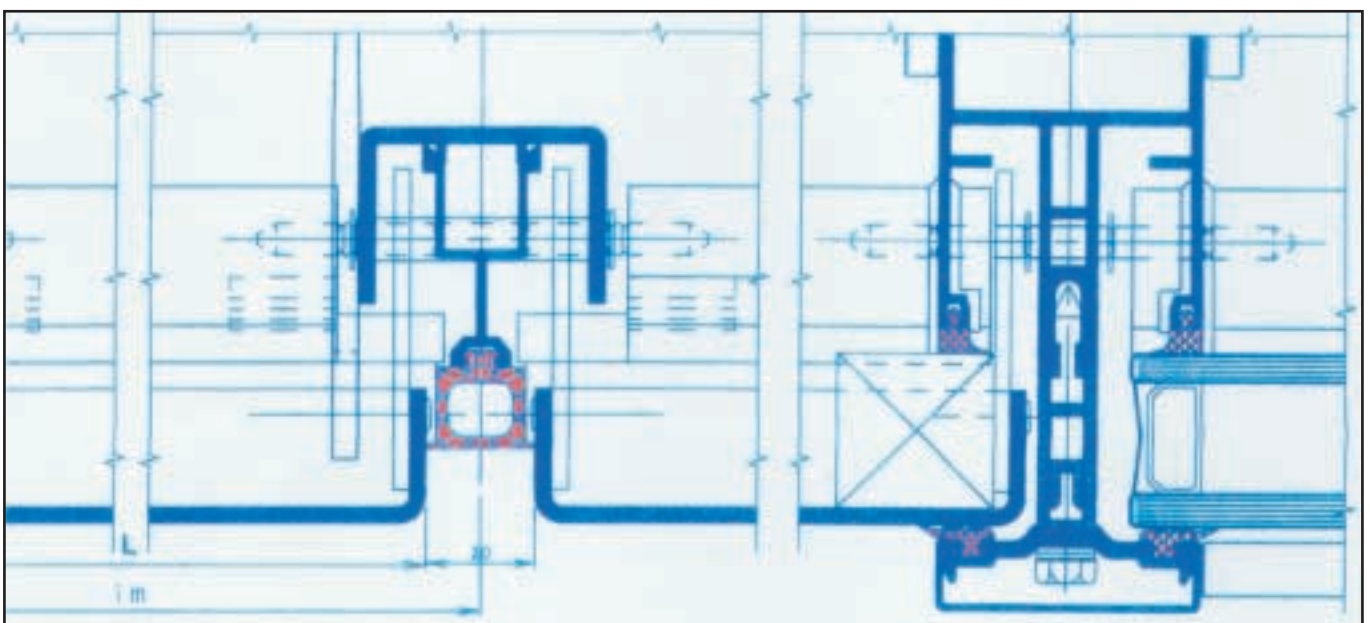


Fig. 38 c) - Sezione orizzontale del sistema Alcoa Teknowall MP: versione con guarnizione di tenuta

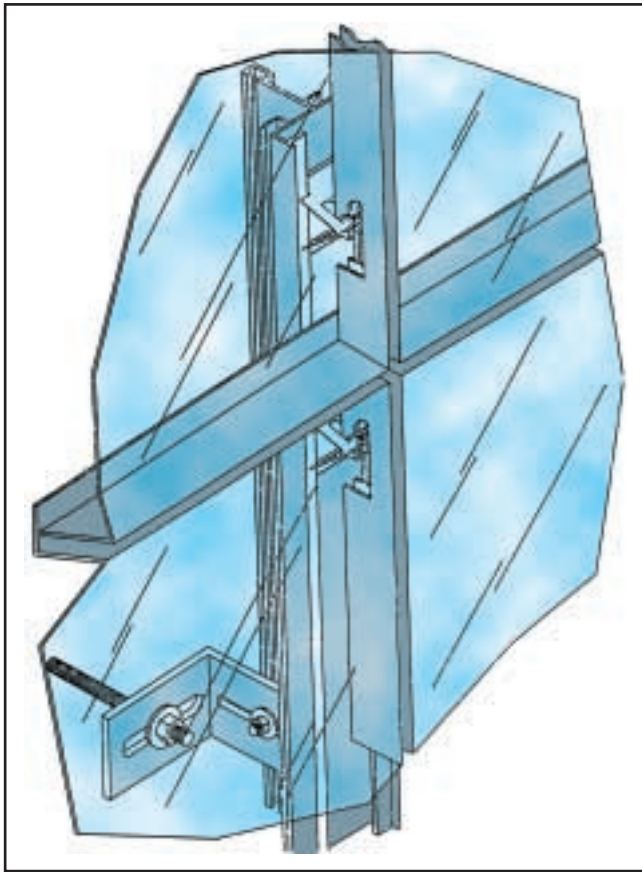


Fig. 39 a) - Prospetto del sistema "Urano" Metra, nel quale i pannelli sono agganciati a molle a V scorrevoli su montanti di alluminio estruso. La sporgenza delle molle consente di utilizzare pannelli ad ala uniforme

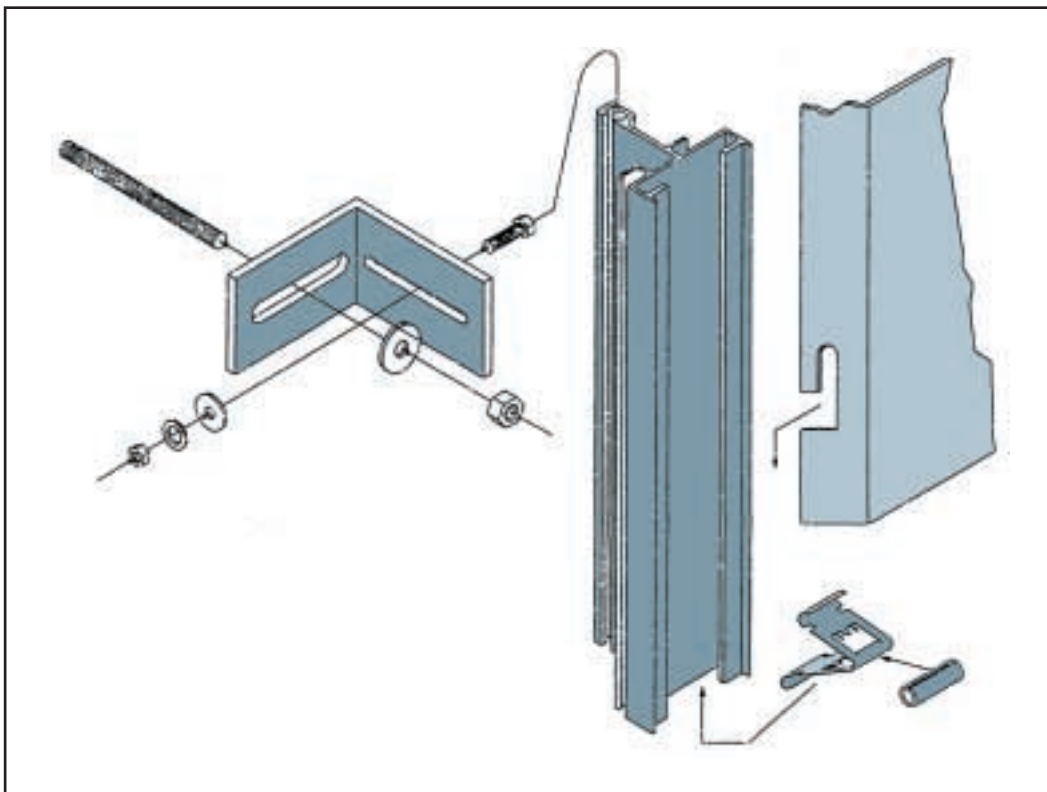


Fig. 39 b) - Componenti del sistema "Urano" Metra, nel quale i pannelli sono agganciati a molle a V scorrevoli su montanti di alluminio estruso. La sporgenza delle molle consente di utilizzare pannelli ad ala uniforme



STAMPERIA EDITRICE COMMERCIALE SRL

VIA G.B. MORONI, 206 - 24127 BERGAMO (ITALY)

TEL. +39 035.255.071 - FAX +39 035.262.567

E-MAIL: SEC@STAMPERIAEDCOM.IT

[HTTP://WWW.STAMPERIAEDCOM.IT](http://WWW.STAMPERIAEDCOM.IT)

A

A



VIA LUNGO SERIO, 38
24050 GRASSOBBIO BG ITALY
TEL ++39 035 586300
FAX ++39 035 586370

www.otefal.it