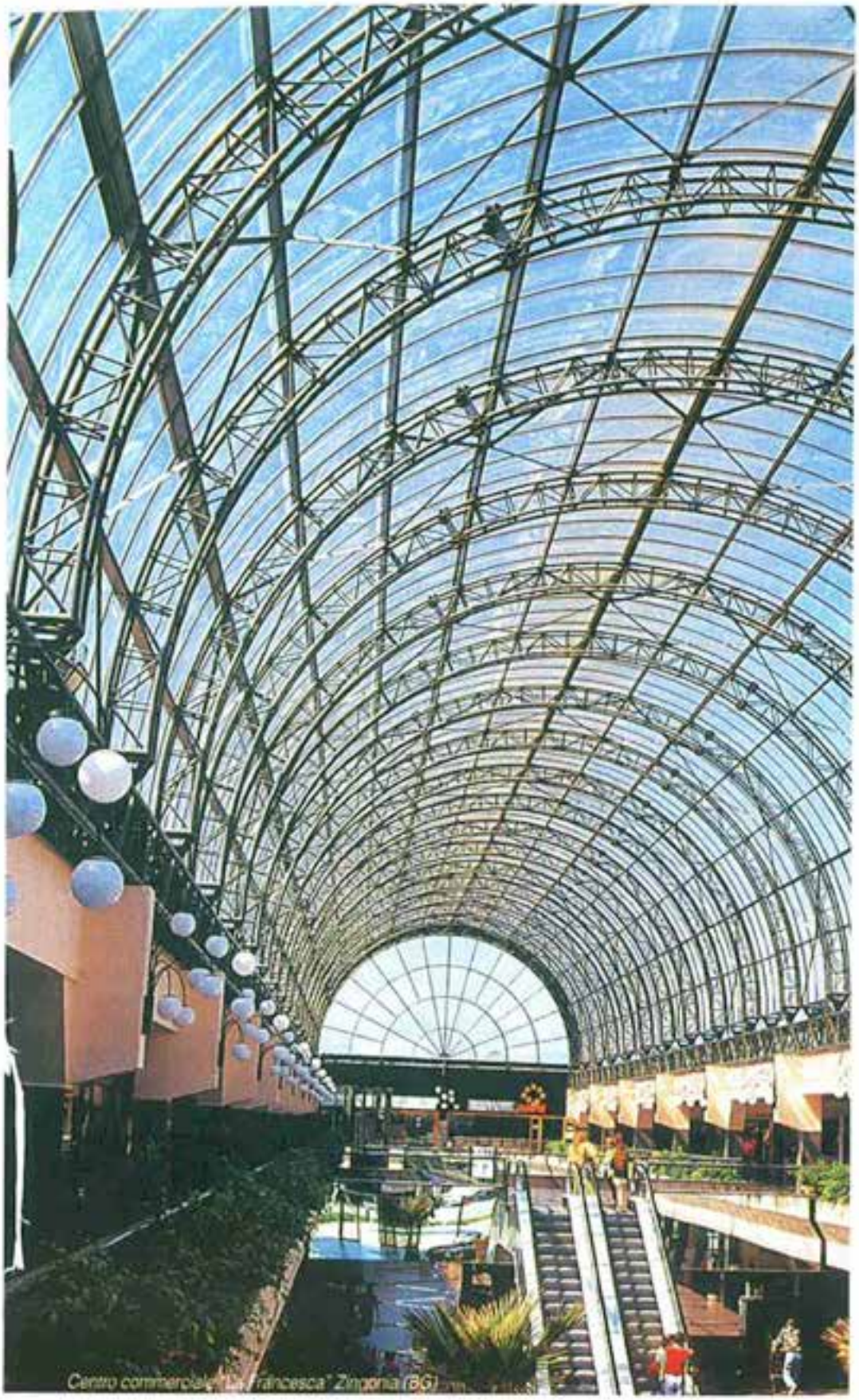
L'UTILIZZO DI ELEMENTI DI COPERTURA IN MATERIALE PLASTICO TRASPARENTE O TRASLUCIDO PER COPERTURE E LUCERNARI

assocoperture

MANUALE TECNICO APPLICATIVO A CURA DELL'ASSOCOPERTURE



Centro commerciale "La Francesca" Zingonia (BG)

INDICE

1) **Destinazione di uso**

2) **Principali tipi di prodotto e loro caratteristiche**
   - prodotti in PRVF
   - prodotti in PVC bi-orientato
   - prodotti in Policarbonato

3) **Norme di prodotto utilizzabili**
   - norme nazionali
   - norme europee

4) **Individuazione delle azioni esterne alle coperture** (neve e vento)

5) **Capacità di sopportare carichi o azioni esterne**
   Distanza tra gli appoggi e numero di fissaggi.

6) **Posa in opera degli elementi di copertura**
   - senso di posa
   - sovrapposizione longitudinale e trasversale
   - sistemi di fissaggio
   - taglio delle lastre
   - reti anticaduta
   - dilatazioni termiche
   - sigillanti

7) **Accorgimenti anticondensa**
   - ventilazione
   - velari

8) **Prescrizioni per casi particolari**

9) **Norme di sicurezza**

1) DEFINIZIONE E DESTINAZIONE DI USO

I prodotti per copertura trasparenti o traslucidi sono in genere in forma di lastre, ondulate o grecate, e si applicano per la realizzazione di coperture discontinue o di pareti di tamponamento, per edifici civili, industriali, sportivi, ecc. Quando vengono usati in abbinamento ad altri materiali aventi la stessa forma ma opachi, essi vengono detti propriamente "lucernari".

2) PRINCIPALI TIPI DI PRODOTTO E LORO CARATTERISTICHE

2.1) CARATTERISTICHE GENERALI

I prodotti per copertura sono costituiti da lastre sagomate che differiscono tra loro per le dimensioni e per il profilo, che può essere ondulato o grecato. I diversi profili consentono che le lastre possano essere utilizzate da sole od in combinazione con altri prodotti di copertura (fibrocemento, lamiera metallica ecc.).

Le lastre possono essere rette o curve.

Le lunghezze delle lastre trovano, generalmente, il loro limite superiore nelle dimensioni compatibili con il trasporto e consentono, quindi, di realizzare coperture nelle quali la lunghezza delle falde corrisponda a quella delle lastre. Qualora ciò non fosse possibile, sarà necessario ricorrere a sovrapposizioni trasversali, per le quali occorre attenersi alle disposizioni di seguito descritte.

Le lastre da utilizzarsi nelle coperture devono essere valutate sulla base delle seguenti caratteristiche:

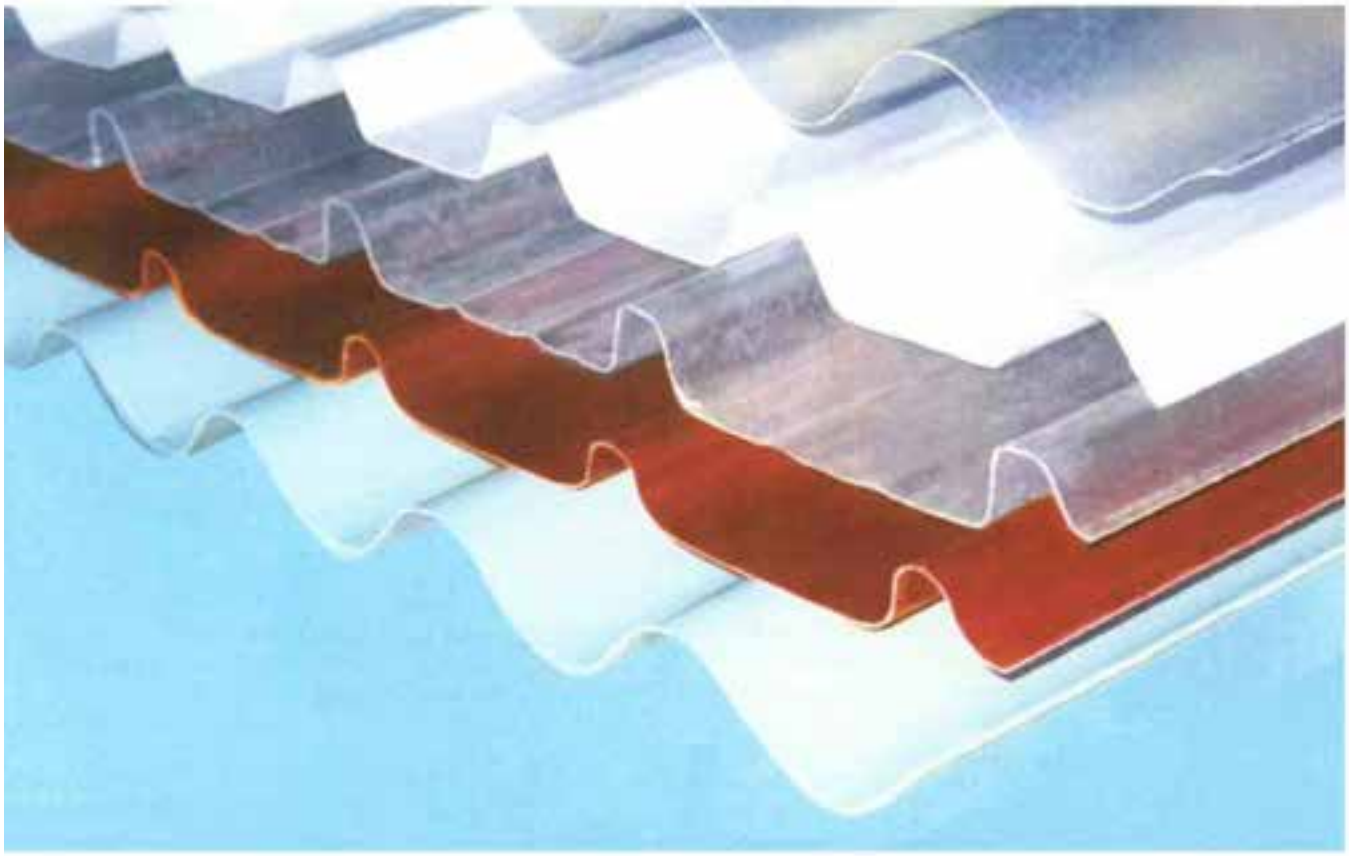
- *momento di inerzia*, che è strettamente legato al disegno del profilo e deve essere il più alto possibile.

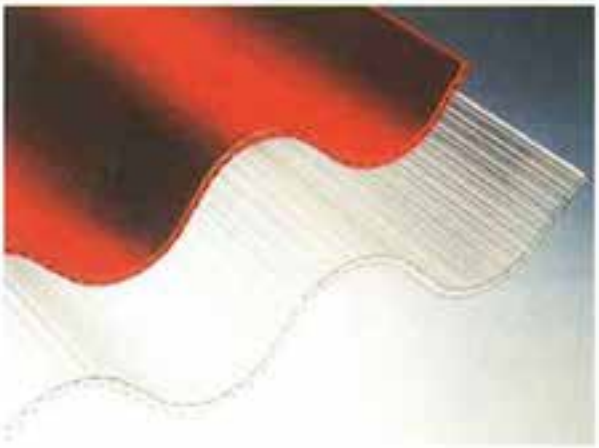
- *tenuta all'acqua*, che dipende, oltre che dalla costituzione del materiale, dal disegno del profilo, che deve consentire il più celere smaltimento delle acque meteoriche senza ristagno, dalla pendenza della copertura e dagli accorgimenti di montaggio (sovrapposizioni, dispositivi di fissaggio, elementi di completamento ecc.)

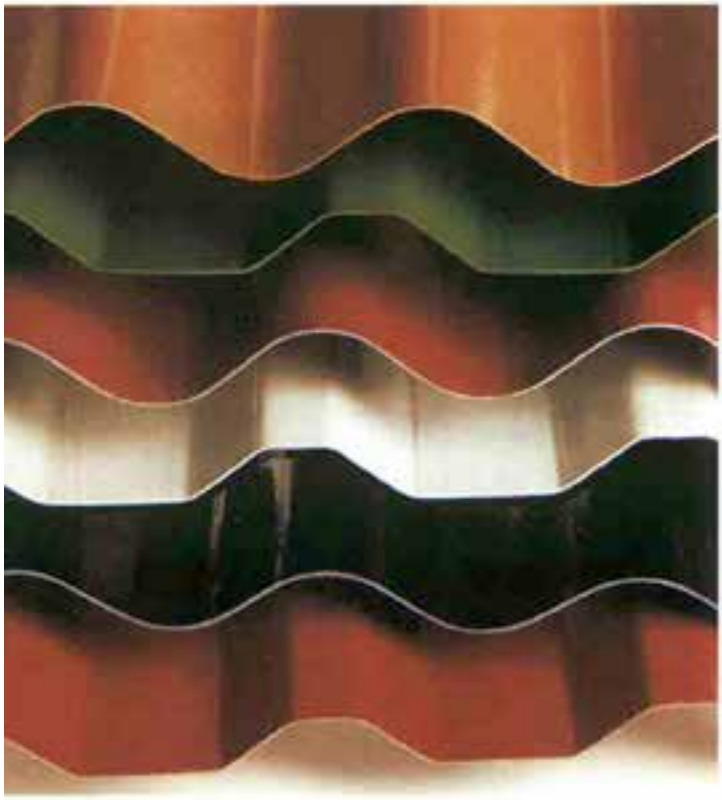
- *portata dei carichi uniformemente distribuiti*, definita come capacità di una lastra di sopportare i carichi uniformemente distribuiti, (neve e vento) e che deve essere commisurata ai seguenti fattori:
  - zona climatica della costruzione
  - tipologia, interassi e dimensioni degli elementi di sostegno
  - pendenza delle falde del tetto.

- *pedonabilità*. Le lastre non sono pedonabili. In caso di necessità per montaggio o manutenzione, per reggere il peso di una persona senza rotture e senza danneggiamenti devono essere pedonate mediante l'interposizione di idonei dispositivi di distribuzione del carico.
  In ogni caso l'accesso ad una copertura deve essere subordinato alla presenza dei dispositivi di sicurezza previsti dalle norme in vigore.

- *coefficiente di trasmissione luminosa*. Elemento di valutazione da utilizzarsi nella costruzione di coperture o parti di coperture destinate all'illuminazione naturale di ambienti sottostanti ecc. Può subire variazioni nel tempo, che è opportuno vengano segnalate dal produttore.







2.2) PRODOTTI IN POLIESTERE RINFORZATO CON FIBRA DI VETRO

2.2.1 Caratteristiche fisico chimiche del materiale

Le lastre sono prodotte per trafilatura in continuo con resine poliesteri stabilizzate alla luce, con stratificazione di un supporto di armatura in fibra di vetro.
Il PRFV è un prodotto termoindurente.

2.2.2 Caratteristiche fisiche e meccaniche del PRFV (valori indicativi)

densità	1,4 gr/cm³
modulo di elasticità	60x10³ Kg/cm² (ASTM D790)
dilatazione termica lineare	0,027 mm/m °C
conducibilità termica	0,21 Kcal/m h °C
temperatura di esercizio	-40 ÷ +130 °C
autoestinguenza	a richiesta
trasmissione luminosa	60% per bianco opale e 80% per translucido neutro

La resistenza alla corrosione da parte degli agenti atmosferici è, in condizioni normali, buona.
La resistenza agli UV ed alla abrasione superficiale possono essere migliorate utilizzando rivestimenti esterni appropriati (gel o film protettivi).

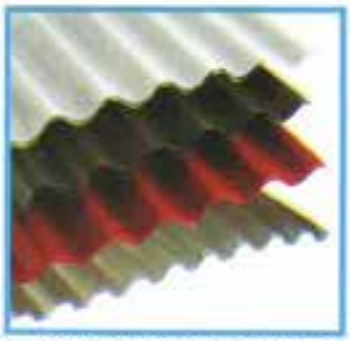
2.3) PRODOTTI IN PVC BI-ORIENTATO

2.3.1 Caratteristiche fisico chimiche del materiale

Il policloruro di vinile (PVC) è una resina termoplastica che può essere lavorata con diverse tecnologie: estrusione, iniezione, calandratura, pressatura ecc.
Il PVC rigido, o PVC non plastificato (PVC-NP), è utilizzato, in edilizia, per la fabbricazione di lastre per copertura o rivestimento.
Le lastre sono prodotte per estrusione di una mescola a base di PVC e sono successivamente sottoposte a processo di bi-orientazione, che consiste nello stirare le lastre, in particolari condizioni di temperatura, lungo due direzioni ortogonali tra loro.
Tale stiramento effettuato sia longitudinalmente (mediante serie di cilindri ruotanti a velocità diversificate), che trasversalmente (mediante catene munite di pinze che circolano su rotaie divergenti), provoca un riordinamento delle catene molecolari, per la cui coesione delle stesse viene fortemente accresciuta, conferendo, così, alle lastre particolari caratteristiche di resistenza meccanica.
Le lastre in PVC bi-orientato sono prodotte con materiale omogeneo e presentano, pertanto, una finitura di superficie senza alcun rischio di sfibramento, incrinature o fessurazioni.
Le lastre in PVC bi-orientato resistono all'azione dei raggi UV, alle aggressioni naturali (salsedine), industriali ed a quelle provocate da numerosi agenti chimici.

2.3.2 Caratteristiche fisiche e meccaniche del PVC-NP bi-orientato (valori indicativi)

densità	1,4 gr/cm³
modulo di elasticità	3200 Mpa
dilatazione termina lineare	0,067 mm/m °C
conducibilità termica	0,14 W/m °C
temperatura di esercizio	-30 ÷ +70 °C
combustibilità	autoestinguente (DM 26.6.84) - classe MI
trasmissione luminosa	da 23% a 90% secondo i tipi



2.4) PRODOTTI IN POLICARBONATO

2.4.1 Caratteristiche fisico chimiche del materiale

Le lastre sono prodotte per estrusione del materiale plastico, portato allo stato fuso, attraverso una matrice idonea. Il policarbonato è un polimero termoplastico, caratterizzato dalla presenza nella sua molecola del gruppo carbonato.

2.4.2 Caratteristiche fisiche e meccaniche del policarbonato (valori indicativi)

densità	1,2 gr/cm³
modulo di elasticità	2300 Mpa
dilatazione termica lineare	0,067 mm/m °C
conducibilità termica	0,17 Kcal/m h °C
temperatura di esercizio	-40 ÷ +130 °C
combustibilità	autoestinguente classe 1
trasmissione luminosa	da 75% a 83% in base allo spessore (col. neutro)

Le lastre alveolari sono caratterizzate da due o più pareti di ridotto spessore e da nervature interne formanti una o più camere d'aria e sono realizzate in diversi spessori e tipologie secondo l'impiego.

3) NORME DI PRODOTTO UTILIZZABILI

3.1 NORME NAZIONALI

Sono in vigore, fino al recepimento delle norme europee EN 1013, le seguenti norme di prodotto:

- per il PRFV:

UNI 6775-70 Lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzate con fibre di vetro.

3.2 NORME INTERNAZIONALI

Sono in fase di recepimento i progetti di norma seguenti:

- generali EN 1013 - 1 (1998)
  Lastre profilate in materia plastica, che trasmettono la luce, per coperture a parete semplice.
  Parte 1 - Requisiti generali e metodi di prova.

- per il PRFV EN 1013 - 2 (1998)
  Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice.
  Parte 2 - Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di poliestere rinforzate con fibra di vetro (PRFV)

- per il PVC bi-orientato
  EN 1013 - 3 (1998)
  Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice.
  Parte 3 - Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di policloruro di vinile (PVC)

- per il Policarbonato
  EN 1013 - 4 (1998)
  Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice.
  Parte 4 - Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di policarbonato (PC).

4) INDIVIDUAZIONE DELLE AZIONI ESTERNE ALLE COPERTURE (NEVE E VENTO)

CARICO PER NEVE SECONDO IL DM 16/01/96 E CIRCOLARE 4/07/98

Il carico neve sulle coperture è valutato con la formula

$$q_s = \mu_i \, q_{sk}$$

dove q_s = carico neve
μ_i = coefficiente di forma
q_{sk} = valore di riferimento al suolo

Zona I

Regioni: Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Veneto, Abruzzo, Molise, Marche.

$q_{sk} = 1.60$	kN/m^2	$a_s <= 200$ m
$q_{sk} = 1.60+3\ (a_s - 200)/1000$	kN/m^2	200 m $< a_s <=$ 750 m
$q_{sk} = 3.25+8.5\ (a_s - 750)/1000$	kN/m^2	$a_s >$ 750 m

Zona II

Regioni: Liguria, Toscana, Umbria, Lazio, Campania (Province di Caserta, Benevento, Avellino), Puglia (Provincia di Foggia).

$q_{sk} = 1.15$	kN/m^2	$a_s <= 200$ m
$q_{sk} = 1.15+2.6\ (a_s - 200)/1000$	kN/m^2	200 m $< a_s <=$ 750 m
$q_{sk} = 2.58+8.5\ (a_s - 750)/1000$	kN/m^2	$a_s >$ 750 m

Zona III

Regioni: Campania (Province di Napoli e Salerno), Puglia (escluso Provincia di Foggia), Basilicata, Calabria, Sardegna, Sicilia.

$q_{sk} = 0.75$	kN/m^2	$a_s <= 200$ m
$q_{sk} = 0.75+2.2\ (a_s - 200)/1000$	kN/m^2	200 m $< a_s <=$ 750 m
$q_{sk} = 1.96+8.5\ (a_s - 750)/1000$	kN/m^2	$a_s >$ 750 m

L'altitudine di riferimento a_s è la quota del suolo sul livello del mare nel sito di realizzazione dell'edificio.
Nella fig. 1 e nel grafico fig. 2 sono rappresentate rispettivamente le zone in cui è suddivisa l'Italia ed i valori di q_{sk} per varie altitudini.
Il coefficiente di forma μ_i normalmente utilizzato, valido per la maggior parte delle coperture a falde con pendenza inferiore a 30° e $\mu_i = 0.8$.

fig. 1 - zone climatiche

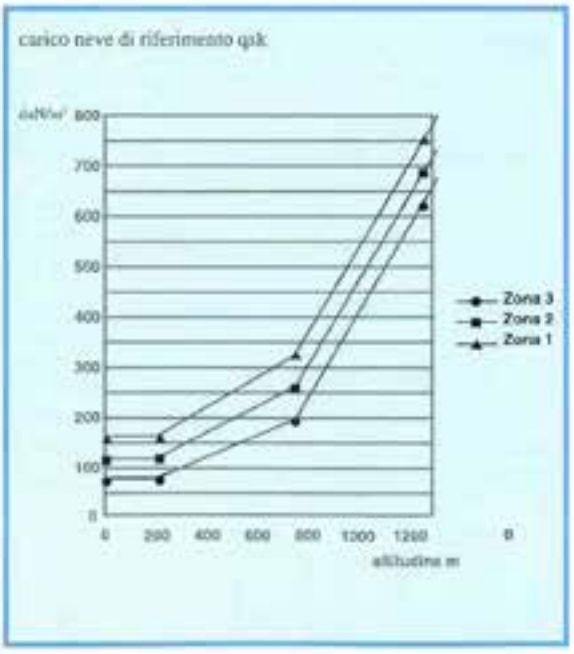


grafico fig. 2

Con tale valore del coefficiente di forma possono essere considerati i valori di sovraccarico q_{sk} individuati nella tabella fig. 3.

Tabella fig. 3 - q_b in da N/m^2

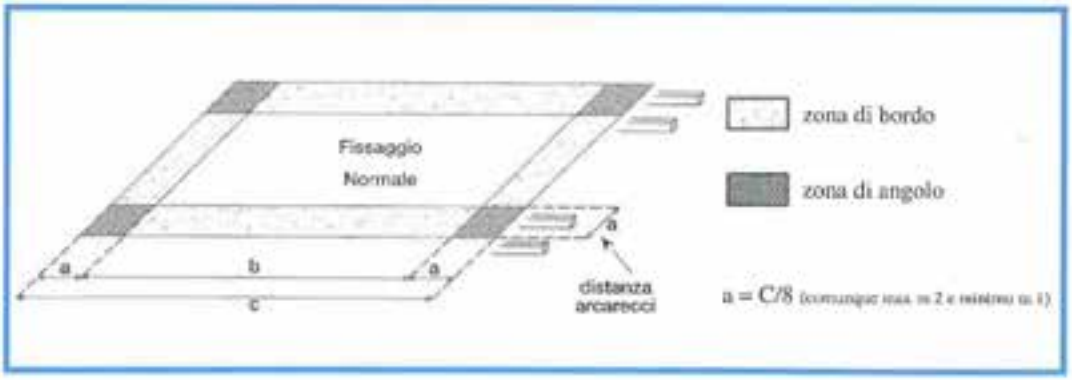
a_s	Zona I		Zona II		Zona III	
	q_{bA}	q_b	q_{bA}	q_b	q_{bA}	q_b
0 ÷ 200 m	160	128	115	92	75	60
400 m	220	176	167	134	119	95
600 m	280	224	219	175	163	130
750 m	325	260	258	206	196	157

In sintesi:
1) in pianura in Zona II o in collina Zona III: 92÷95 daN/m^2
2) in pianura in Zona I o in collina Zona II e Zona III: 128÷134 daN/m^2
3) in collina in Zona I e II e in montagna in Zona III: 157÷176 daN/m^2

Azione del vento secondo il DM 16/01/96 e circolare 4/07/98

L'azione del vento dà luogo ad una pressione cinetica che agisce sulla copertura dall'esterno o dall'interno, a seconda delle tipologie di edifici (aperti o chiusi) dando luogo anche ad una composizione di pressioni e depressioni.
Di norma la pressione cinetica sulle falde subisce aumenti considerevoli sulle fasce di bordo, ed in particolare sugli angoli, in corrispondenza dei quali può raggiungere anche il valore di 200 daN/m^2.

Suddivisione del tetto in zone



La pressione cinetica p in N/m^2, dovuta all'azione del vento, deve essere determinata dal progettista in base alla legislazione vigente tenendo conto della località in cui si trova l'edificio, della sua esposizione, della rugosità del terreno, ecc., mediante l'applicazione di opportuni coefficienti alla pressione di riferimento:

$q_{ref} = v^2_{ref}/1,6$
dove:
v_{ref} è la velocità del vento in m/s.

A titolo di informazione, si riportano nel prospetto D 2, i valori di pressione del vento p riferiti a:

- zona geografica (prospetto D.1);
- classe di rugosità del terreno più penalizzante (classe D);
- altezza delle costruzioni (fino a 20 m).

Prospetto D.1 zone geografiche

Zona	Descrizione	*Vref.* 0 (m/s)
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25
2	Emilia Romagna	25
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria), Basilicata	27
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'isola di Maddalena)	28
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'isola di Maddalena)	28
7	Liguria	29
8	Provincia di Trieste	31
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31

Prospetto D.2 Pressioni del vento in daN/m² per classe di rugosità del terreno *D* (valori arrotondati per eccesso)

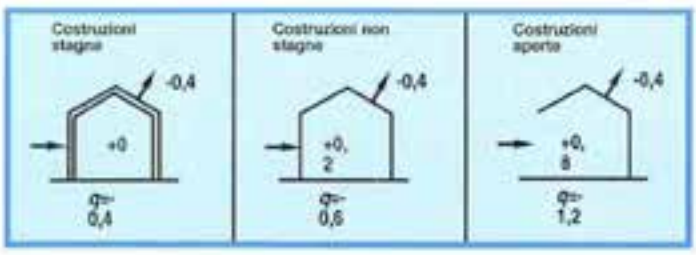
Rugosità	Zona	Mare	Fascia costiera		Area interna		
		Distanza dalla costa Km			Altitudine m		
		< 2	< 10	10 ÷ 30	< 500	500 ÷ 750	750 ÷ 1000
D	1	-	110	110	110	100	100
D	2	-	110	110	110	100	*)
D	3	-	130	130	130	*)	*)
D	4	-	140	140	140	*)	*)
D	5	-	140	140	140	130	*)
D	6	-	160	140	140	*)	-
D	7	-	150	150	150	*)	-
D	8	-	160	160	160	-	-
D	9	-	190	-	-	-	-

*) Da calcolare secondo Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996

Rugosità D=aree prive di ostacoli o al più rari ostacoli isolati.

L'influenza del tipo di fabbricato (stagno, non stagno, aperto) è data dal prospetto D 3 nel quale si individua il coefficiente q da applicare al valore della pressione cinetica di cui al prospetto D 2; al valore così ottenuto occorre poi applicare congrua maggiorazione per le fasce laterali e di bordo delle coperture.

Prospetto D.3



I valori ottenuti costituiscono per il progettista, oltre alla valutazione della resistenza allo strappo di ogni fissaggio, un valido aiuto per la determinazione del numero e della posizione dei punti di fissaggio.

5) CAPACITÀ DI SOPPORTARE CARICHI O AZIONI ESTERNE

5.1 CARICHI NEVE

La capacità di sopportare i carichi neve è legata ai seguenti fattori:
- altezza della ondulazione o grecatura
- interasse tra gli appoggi
- spessore o peso al m² delle lastre
- caratteristiche intrinseche del materiale.

Di norma spetta al progettista la individuazione del tipo di lastra da utilizzare in relazione all'ubicazione dell'edificio, al tipo di copertura ed all'interasse tra gli appoggi, nonché la scelta del grado di sicurezza (rapporto tra carico di rottura e carico di esercizio) da utilizzare.
In linea del tutto informativa vengono date alcune indicazioni per le situazioni più comuni.

a) Lastre in PRFV
- interasse di riferimento: 1 m
- sovraccarico da considerare: zona I, in pianura: 128 daN/m²
- grado di sicurezza: 2 (anche per i fissaggi)
- n° fissaggi: almeno pari a N. 4 fissaggi/m², in falda
- categorie: sono riferite alla classificazione della norma UNI EN 1013

Tabella II - UTILIZZO CATEGORIE DI LASTRE IN PRFV

CATEGORIA	TIPO DI IMPIEGO	ZONA CLIMATICA e altitudine (fig. 2 pag. 8)	SOVRACCARICO q_s (ridotto con coeff. 0,8)
1	Rivestimenti Verticali Coperture non Normalizzate		
2	Rivestimenti Verticali Coperture Normalizzate	ZONA III fino a 200 mt.	60 Kg/m²
3	Rivestimenti Verticali Coperture Normalizzate	ZONA II fino a 200 mt.	92 Kg/m²
4	Rivestimenti Verticali Coperture Normalizzate	ZONA I fino a 400 mt. *	176 Kg/m²

* Per altitudine superiore a m 400 contattare il Produttore

I valori sopraindicati sono riferiti a lastre ondulate e/o grecate con altezza di onda maggiore di 40 mm, posate su due appoggi a distanza di m 1,00.
Qualora le lastre siano appoggiate su tre o più appoggi la situazione statica è più favorevole, migliorando sensibilmente il fattore di sicurezza.

Per onde tipo fibrocemento, con altezza 51 mm e per grecati tipo lamiera, con altezza 40 mm il peso unitario risulta dalla Tabella III.
Il valore dell'interasse incide molto sulle prestazioni: infatti un aumento del 10% riduce la prestazione del 20%.

Categorie:
Le lastre vengono classificate in 4 categorie, in base allo spessore minimo ed al peso minimo di vetro per m². Per i tipi di ondulati e grecati più comuni si indicano nella Tabella III i pesi a m² di lastra ondulata o grecata, nonché gli spessori.

Tabella III

Categoria	Foglio piano			Lastra ondulata o grecata			
	Peso vetro gr/m²	Peso foglio gr/m²	Spessore mm	Onda 177/51	Onda luna 76/18	Grecata 30/200	Spessore
				gr/m²	gr/m²	gr/m²	mm
1	270	1100	0,8	1400	1200	1500	0,8
2	350	1400	1,0	1800	1600	1900	1,0
3	450	1800	1,3	2300	2100	2450	1,3
4	580	2320	1,7	2900	2600	3200	1,7

La scelta della categoria dovrà essere fatta dal progettista in base alla destinazione, al sovraccarico richiesto nella zona di impiego ed alle distanze degli appoggi.

b) Lastre in PVC bi-orientato

Gli interassi degli appoggi possono variare da 1,10 m ad un massimo di 1,50 m, secondo i profili, e possono essere ridotti in funzione dei carichi

Es. si possono usare lastre tipo greca 70/18, spessore 1,2 mm, con:

- interasse di riferimento: 1,10 m
- sovraccarico da considerare (zona I - pianura): 128 daN/m²
- grado di sicurezza: 2 (valutare anche i fissaggi).

Per lastre con onda tipo fibrocemento tipo 177/51, può essere sopportato un carico distribuito fino a 160 daN/m² con l'interasse di 1,10 m.

Per condizioni diverse e per sovraccarichi superiori, contattare il Produttore.

c) Lastre ondulate, grecate e pannelli in policarbonato alveolare

Gli interassi massimi di utilizzo delle lastre in policarbonato per coperture sono i seguenti, per sovraccarico di 128 da N/m²:

- lastre onda Euro Sp 6 mm passo 177/51 max m 1,50
- lastre grecate Sp 8 passo 1000 H=40/333 max m 2,50

Gli interassi ottimali consigliati sono inferiori e precisamente:

- lastre onda Euro Sp 6 mm passo 177/51 max mt 1,10
- lastre grecate Sp 8 passo 1000 H=40/333 max m 2,00
- pannelli modulari alveolari Sp 40 mm max 1,75 m

Per carichi superiori contattare il Produttore.

5.2 CARICHI VENTO

La capacità di resistere alle azioni del vento è legata ai seguenti fattori:

- resistenza allo strappo dei fissaggi
- interasse tra gli appoggi
- numero e posizione dei fissaggi.

Occorre anzitutto conoscere, per i fissaggi utilizzati, la resistenza allo strappo degli stessi. La resistenza delle viti, bulloni e ganci deve essere indicata e garantita dal produttore di tali elementi in relazione al tipo di supporto o, per i listelli di legno, alla profondità di avvitamento.

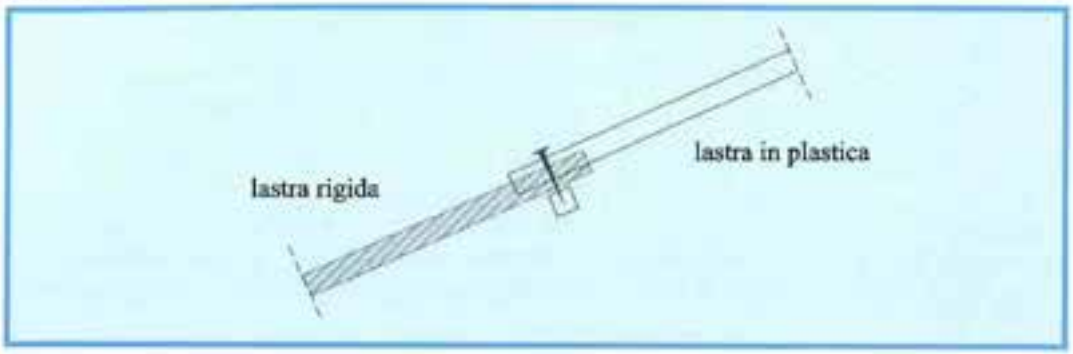
Per una profondità di avvitamento di 35 mm può essere considerato indicativamente, per viti con Ø 6 mm una resistenza allo strappo di 170 daN; tale valore riferito alla somma della pressione interna e depressione esterna del vento, può essere utile per determinare il numero minimo di fissaggi; a causa della deformabilità delle lastre di copertura in materiale plastico però, il numero dei fissaggi deve essere aumentato.

In pratica possono essere date le seguenti indicazioni, valide per lastre in materiale plastico di qualsiasi tipo:

- lastre in materiale plastico poste sotto a lastre rigide nella sovrapposizione di testata

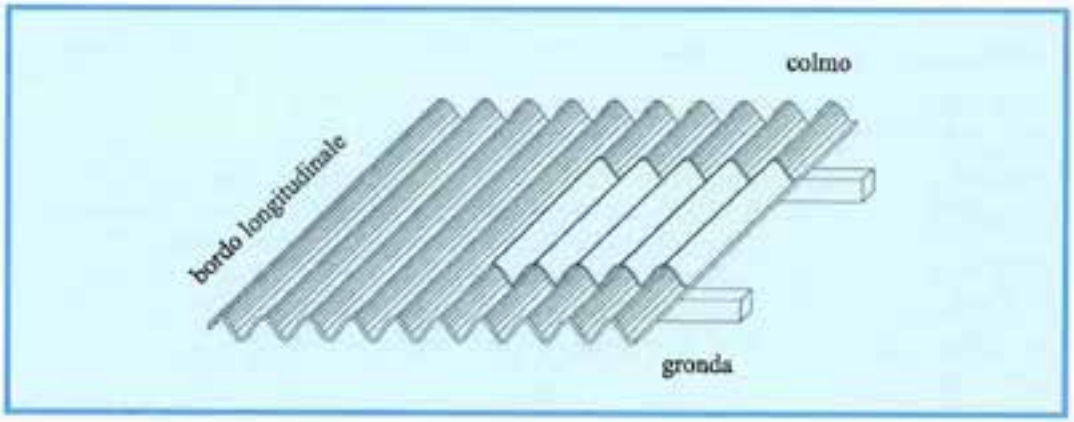
possono bastare i fissaggi previsti per le lastre rigide (fibrocemento) o semirigide (metallo) in senso trasversale;

- lastre in materiale plastico poste sopra a lastre rigide o semirigide nella sovrapposizione di testata

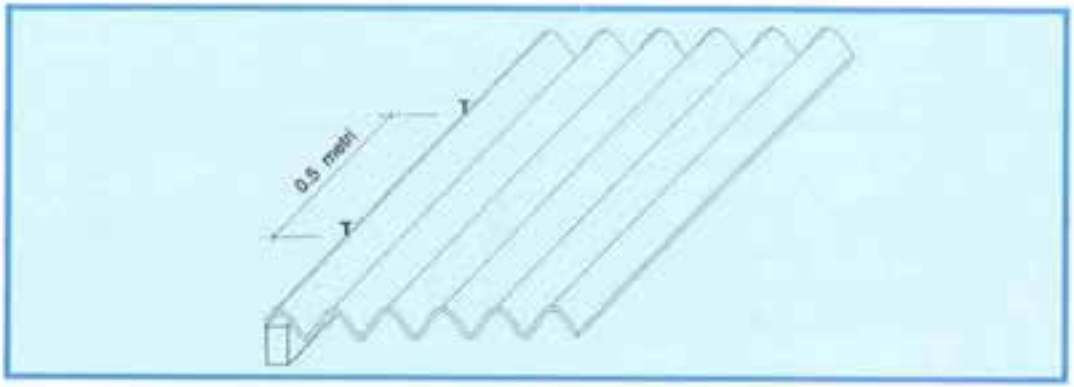


Occorre un maggior numero di fissaggi per compensare la deformabilità trasversale delle lastre in materiale plastico, per esempio:
onde tipo fibrocemento: 3÷4 fissaggi per lastra;
onde piccole o grecate: fissaggi ad onde o greche alternate.

- Lastre in materiale plastico situate ai bordi della copertura (colmo, gronda, fasce laterali)



Per le lastre situate in colmo o in gronda il numero dei fissaggi è più elevato: vengono fissate tutte le onde per le onde tipo fibrocemento mentre per le onde piccole o grecature occorrono 6÷7 punti di fissaggio per ogni metro di lastra.
Per i bordi lingitudinali predisporre un listello di dimensioni adeguate, ancorato alla struttura, sul quale disporre un fissaggio ogni 0,5 m a prescindere dalle dimensioni delle onde.



Nota - Ove possibile, evitare di usare lastre in materiale plastico sui bordi longitudinali delle coperture.

6) POSA IN OPERA DEGLI ELEMENTI DI COPERTURA

Le regole da utilizzare per la posa in opera delle lastre per copertura sono normalmente applicabili a tutte le tipologie di prodotto. Le peculiarità relative ad un solo tipo di prodotto sono riportate alla fine, e sono applicabili alle lastre prodotte da qualunque fabbricante: sono tuttavia possibili prescrizioni particolari date dal fabbricante nella propria letteratura tecnica, applicabili soltanto al prodotto di quel fabbricante.

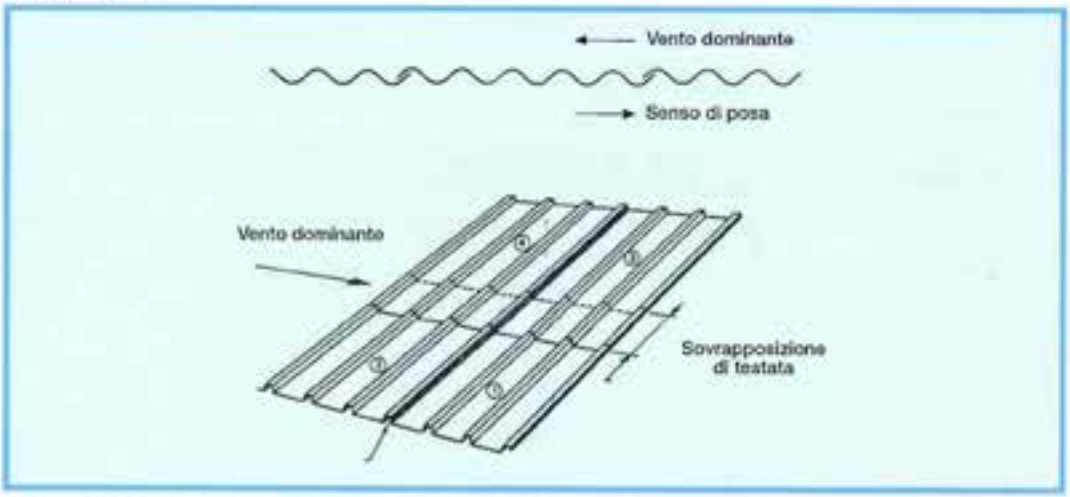
6.1 MAGAZZINAGGIO

Non lasciare le lastre in pacchi o palette direttamente al sole.

Avvertenze per il policarbonato: togliere la protezione adesiva dopo il montaggio delle lastre.

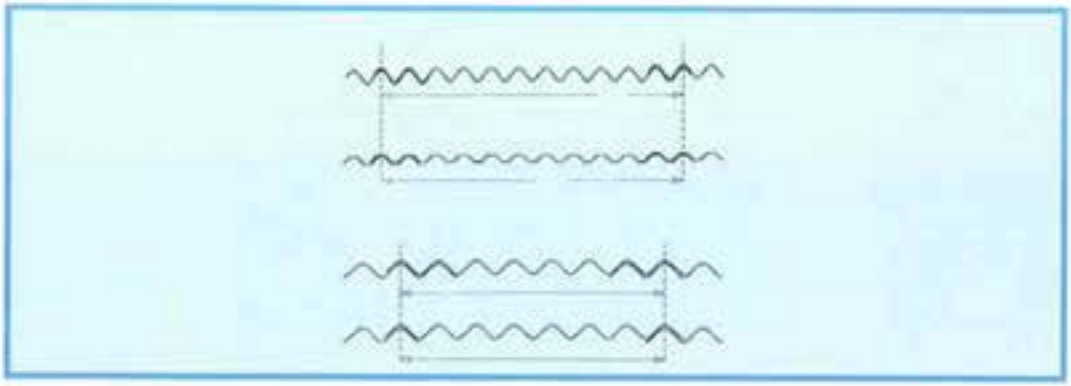
6.2 SENSO DI POSA

Le lastre ondulate o grecate vanno posate con le nervature parallele alla linea di massima pendenza della falda e tenendo conto della direzione dei venti dominanti, come indicato in figura.



6.3 SOVRAPPOSIZIONE LONGITUDINALE E TRASVERSALE

La sovrapposizione longitudinale di due lastre tra loro si fa mediante sormonto di almeno una onda completa. Per il profilo fibrocemento 177x51 è ammesso il sormonto di mezza onda, limitatamente alle zone di pianura scarsamente piovose e con vento ridotto.

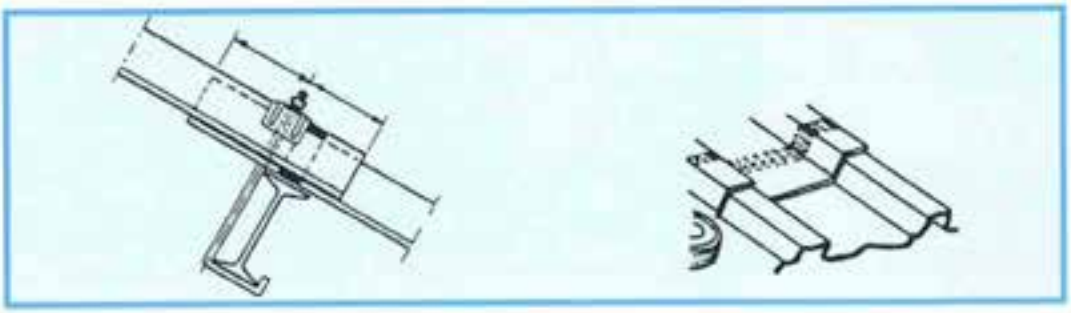


La sovrapposizione trasversale, o di testata, varia generalmente con la pendenza della falda e con la zona climatica in cui trovasi l'edificio.
Essa deve essere fatta in corrispondenza di un appoggio; è da tener presente che quando le lastre trasparenti o traslucide sono utilizzate come lucernario, esse devono essere di lunghezza tale da coprire il lucernario senza sovrapposizioni intermedie, e devono avere la stessa lunghezza delle lastre rigide adiacenti.

I valori minimi di sovrapposizione sono quelli indicati nella tabella, valida per falde con lunghezza inferiore o uguale a 15 m.

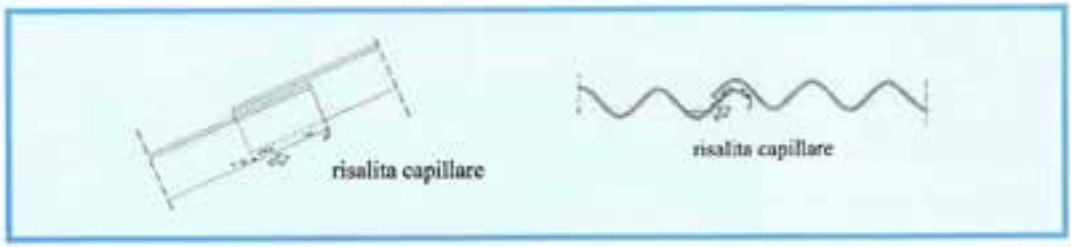
Valori minimi di sovrapposizione	
Pendenza in %	Sovrapposizione in mm.
$7 < P \leq 10$	250
$10 < P \leq 15$	230
$15 < P$	200

In condizioni climatiche e di esposizione più sfavorevoli questi valori devno essere adeguatamente incrementati oppure si deve interporre nella zona di sovrapposizione un idoneo sigillante: in ogni caso non si deve superare il valore di 300 mm.
Il sigillante va applicato sulla lastra inferiore, adeguatamente pulita ed asciutta, prima della posa della lastra superiore.
La tenuta avviene comprimento la lastra superiore su quella inferiore in modo da realizzare un completo riempimento dei vuoti.

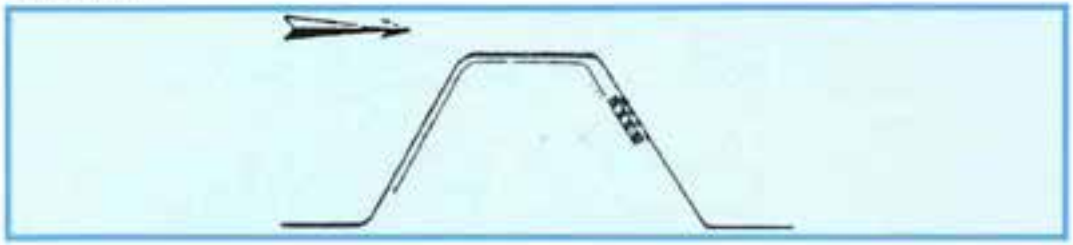


6.4 RISALITA DELL'ACQUA PER CAPILLARITÀ

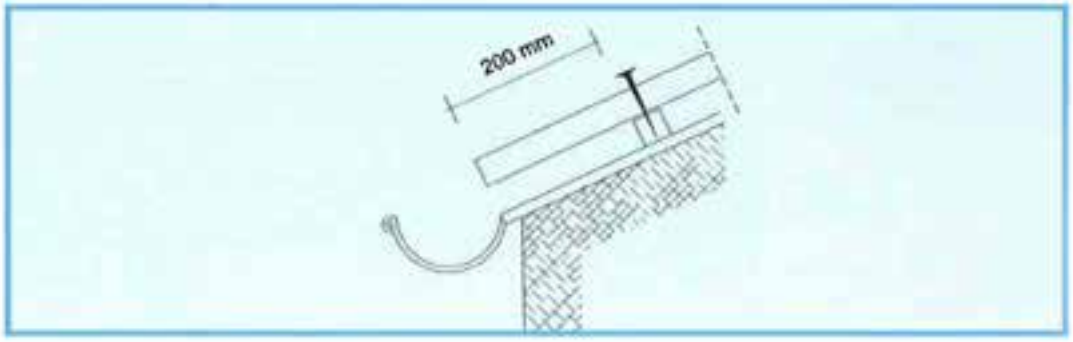
È noto il fenomeno fisico della capillarità, secondo il quale quando due superfici sono molto vicine e si crea tra di loro uno spazio, così piccolo da poter essere definito capillare, l'eventuale acqua presente alla base delle stesse tende a risalire, anche per parecchi centimetri, raggiungendo l'altra estremità delle superfici.
Nel caso di sovrapposizioni di testata e laterali possono verificarsi fenomeni di risalita capillare se i profili sono combacianti in modo pressoché perfetto.



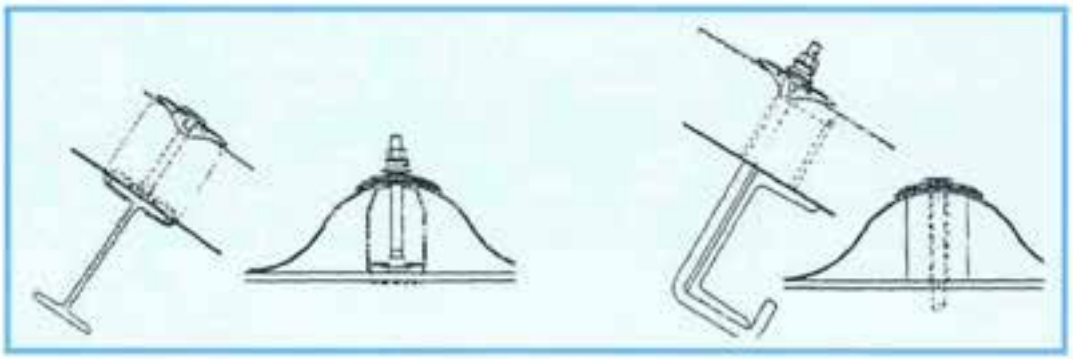
Per evitare il verificarsi del fenomeno, occorre:
- nelle sovrapposizioni di testata: disporre tra le lastre piccoli distanziatori (spessore 1÷2 mm)
- nelle sovrapposizioni laterali: se sono sovrapposte soltanto di $^1/_2$ onda, tenere le due lastre leggermente distanziate; se sono sovrapposte $1^1/_2$ onde, operare come nel punto precedente.



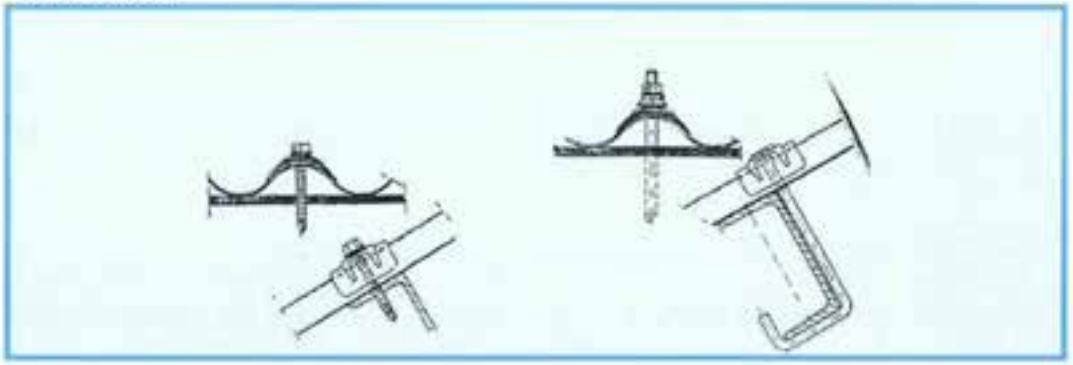
6.5 SPORGENZE
La sporgenza delle lastre rispetto al listello di gronda non deve superare 200 mm: a tale valore deve essere limitata, in ogni caso, la parte a sbalzo delle lastre.



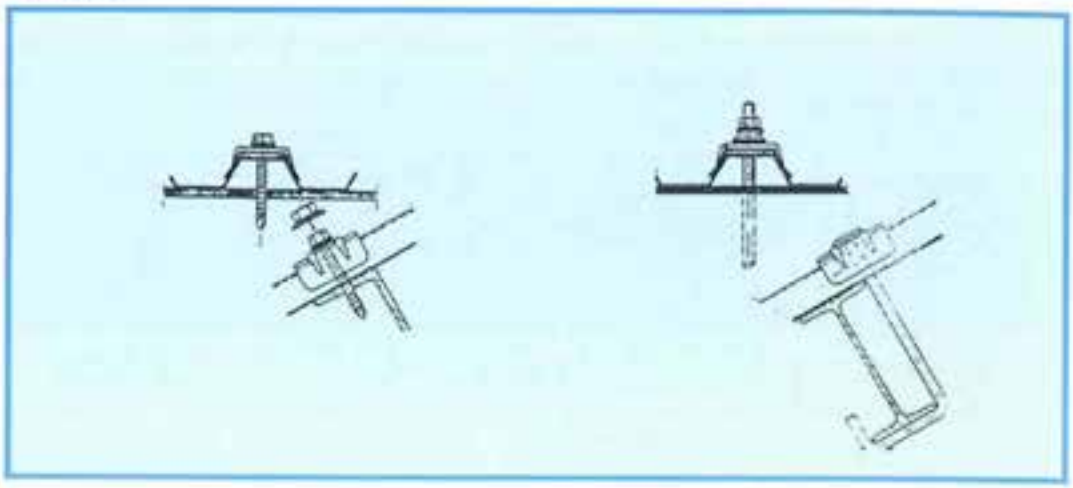
6.6 SISTEMI DI FISSAGGIO
I sistemi di fissaggio utilizzati per le lastre trasparenti o traslucide agli ancoraggi o listelli sono gli stessi utilizzati per fissare le lastre in fibrocemento o metalliche, e ciò vale anche per le rondelle e le guarnizioni.
Nelle figure sono rappresentate alcuni dei fissaggi più comuni, a titolo di esempio
a) su ferro
• onda fibrocemento



• onda piccola

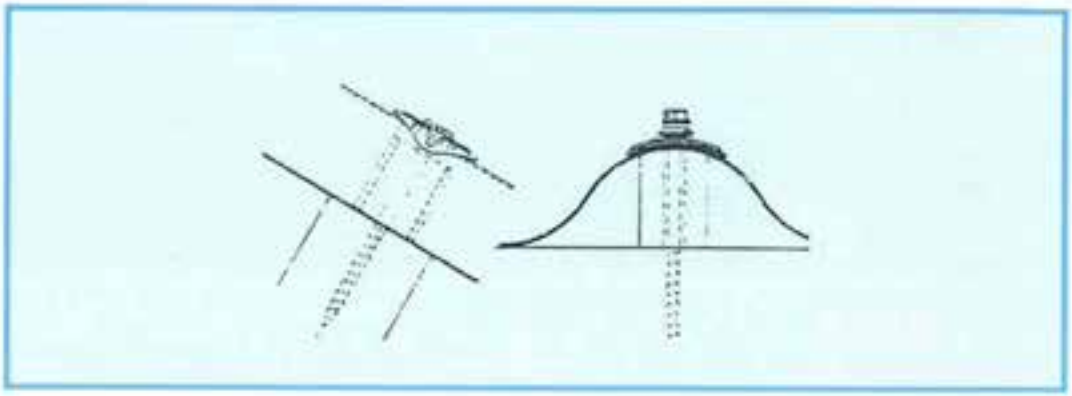


• grecato

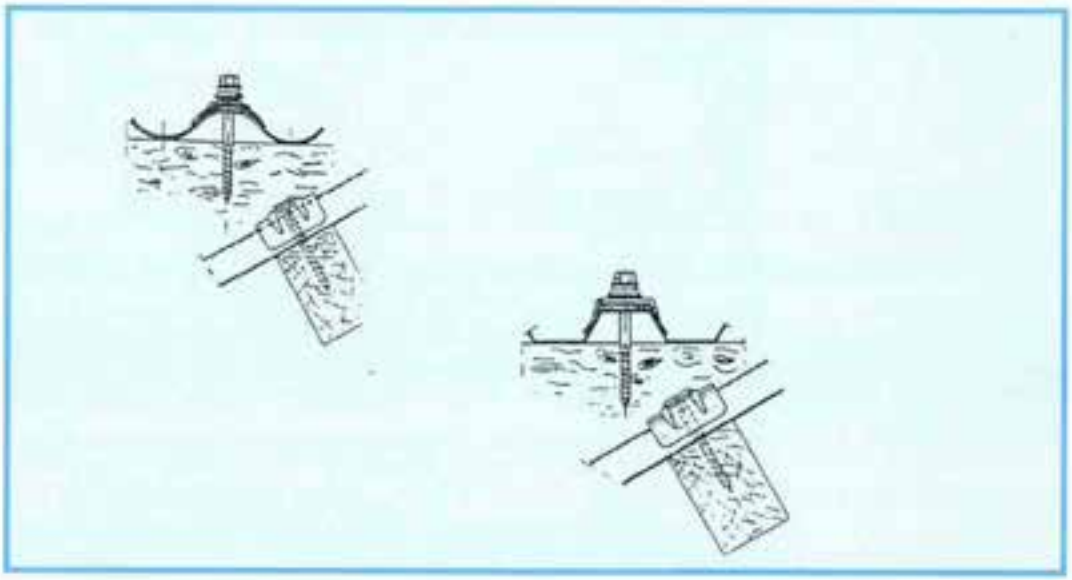


b) su legno

• onda fibrocemento



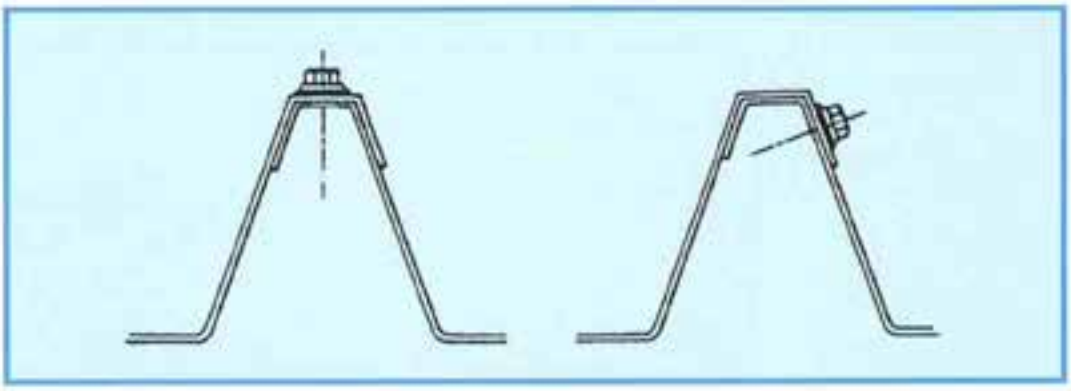
• onda piccola o grecato



6.7 FISSAGGI DI CUCITURA

Vengono utilizzati in corrispondenza delle sovrapposizioni longitudinali, quando lo spazio tra due fissaggi ai listelli è superiore a 1 m, con rondelle e guarnizioni di tenuta.

La eventuale necessità e la frequenza devono essere indicate dal produttore.
Per realizzare le cuciture si usano viti se sotto alla lastra translucida si trova una lastra metallica, altrimenti si usano rivetti o particolari tipi di fissaggio indicati dal produttore.



6.8 TAGLIO DELLE LASTRE

Il taglio delle lastre per ridurle a misura, o realizzare forme particolari od asole per il fissaggio non presenta, in genere, alcuna difficoltà. Gli utensili utilizzati devono essere ben affilati e possono essere sia del tipo a forbice, che a seghetto con dentatura fine o a lama circolare.
In particolare per lastre alveolari in policarbonato si possono usare seghetti a mano o utensili taglienti a lama larga con i quali si deve praticare il taglio su entrambi i lati della lastra, per rendere il bordo più netto.
Eventuali trucioli che penetrano negli alveoli o rimangono all'esterno della lastra devono essere asportati con un aspiratore o con getti di aria compressa. *Dopo il taglio sigillare sempre gli alveoli con nastro adesivo in alluminio.*
Di norma nei materiali termoplastici non è necessario l'impiego di fluidi refrigeranti durante il taglio, se si utilizzano velocità non troppo elevate; in caso di necessità utilizzare soltanto acqua pulita.

6.9 RETI ANTICADUTA

Le lastre ondulate o grecate in materiale plastico trasparente o traslucido sono utilizzate, con sempre maggior frequenza, per la formazione di lucernari sul tetto mediante appoggio delle lastre su due arcarecci contigui.
Tuttavia, essi possono dar luogo a due ordini di problemi:
- durante il montaggio della copertura, le aperture in cui vanno situati i lucernari in traslucido costituiscono un pericolo: esse vanno protette per evitare la caduta di persone (D-PR 547 art. 10 - DPR 164 art. 16 - D.l.vo 494 all. 2 - D.l.vo 626);
- a opera finita, possono rappresentare un mortale trabocchetto per tutti coloro che accedono al tetto per lavori di ispezione, riparazione, manutenzione, ecc., senza gli opportuni accorgimenti, come previsto dalle vigenti norme antinfortunistiche (D.L. 494 - norma UNI 8088).

I due problemi possono essere risolti mediante l'impiego di idonee reti anticaduta disposte in modo da costituire una struttura fissa, in grado di sopportare il preso di una persona e di avere una durata nel tempo.

Esistono sul mercato diversi tipi di rete, a maglia quadrata o rettangolare, in acciaio zincato con o senza plastificazione. Il requisito fondamentale è di essere in grado di sopportare, se opportunamente fissate, il carico di una persona che dovesse cadere o transitare sulla rete o sul lucernario.
Le reti fisse per lucernario sono del tipo elettrosaldato e fornite usualmente, con varie altezze commerciali, in rotoli di 25 m e possono anche essere plastificate in colore verde. Il diametro del filo d'acciaio è di solito 2÷2,5 mm. È opportuno utilizzare reti idonee all'uso cui sono destinate, in grado di assicurare le prestazioni richieste.

6.9.1 SISTEMI DI FISSAGGIO DELLE RETI

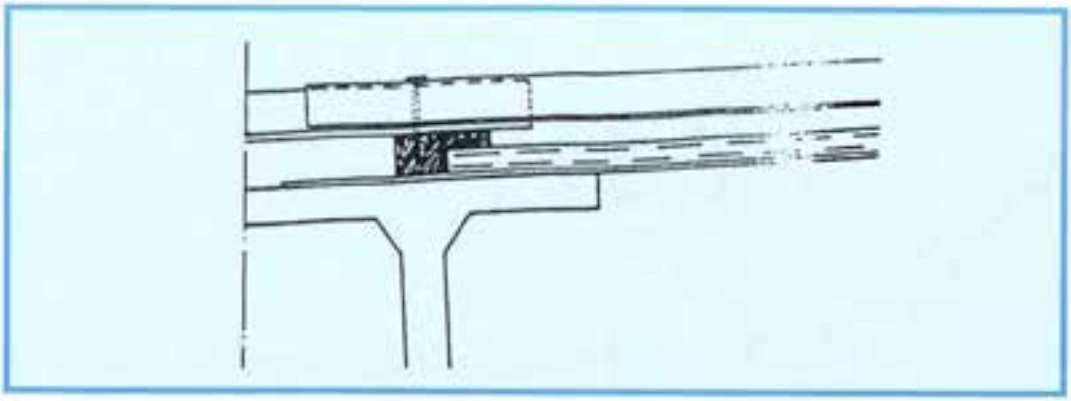
Ogni struttura richiede uno studio idoneo per un fissaggio sicuro ed economico.
Sono comunque da tener presenti i seguenti requisiti:

- la rete deve sporgere almeno 20 cm. oltre la parte da proteggere
- il fissaggio deve essere tale da garantire la tenuta di un carico concentrato su una superficie di 0,1 m^2, di almeno 150 Kg., in qualunque punto della rete.

6.9.2 INSTALLAZIONE DELLE RETI

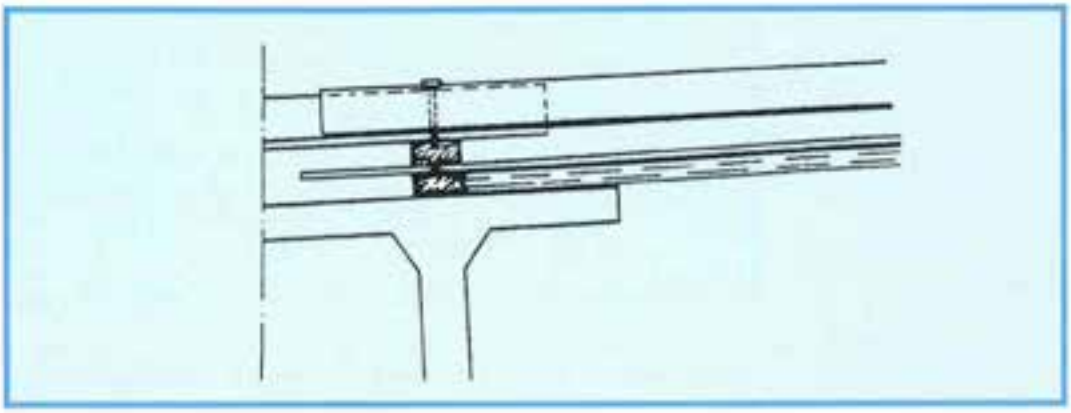
1) Installare la rete sul piano di posa come prima operazione. Successivamente montare soffittatura e copertura. Ciò permette la sicurezza immediata per chi opera ed inoltre permette successivamente una agevole manutenzione ed eventuale sostituzione della soffittatura.
Il fissaggio della rete deve avvenire:
- o mediante chiodi o viti (uno per ogni metro) che fissano il listello da cm. 5x4 al calcestruzzo sottostante
- o mediante i "baffi" sporgenti del calcestruzzo che fissano sia il listello che la rete; essi tuttavia devono avere un diametro sufficiente ed essere posti almeno uno ogni metro.

Le lastre sovrastanti vengono fissate al listello come segue: con due viti ogni metro se sono in fibrocemento o con tre viti ogni metro se sono in traslucido.

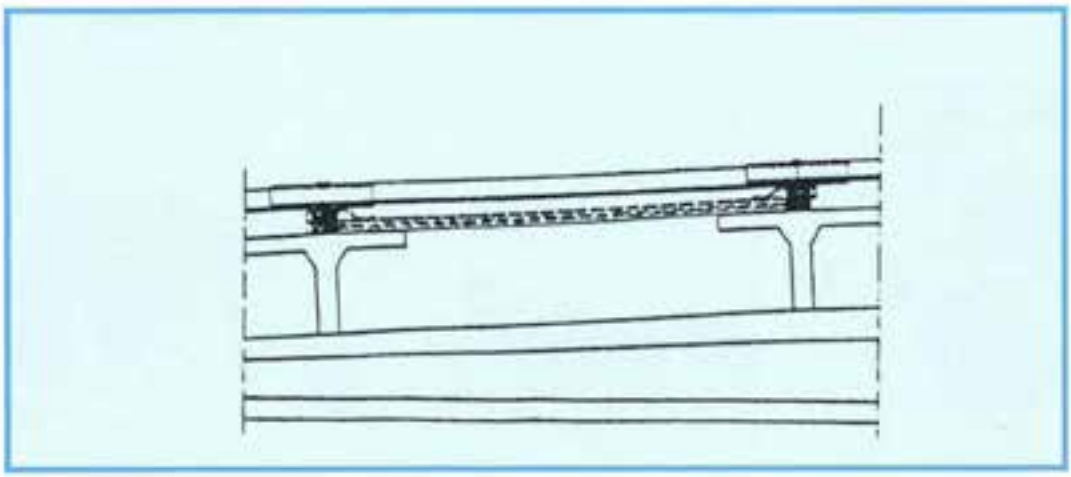


2) la rete può essere opportunamente disposta tra soffitto e coperto (esteticamente più valido). In questo caso si deve immediatamente far seguire la posa della rete di protezione a quella del soffitto.
Il fissaggio del listello da cm. 5x4 al calcestruzzo sottostante, avviene normalmente mediante "baffi" sporgenti dal calcestruzzo: essi devono avere diametro sufficiente ed essere posti almeno uno ogni metro.

La rete viene fissata al listello di cui sopra, utilizzando le viti che fissano le lastre in fibrocemento o le lastre traslucide allo stesso listello. Di norma si utilizzano due fissaggi al metro per il fibrocemento e tre fissaggi al metro per il traslucido.

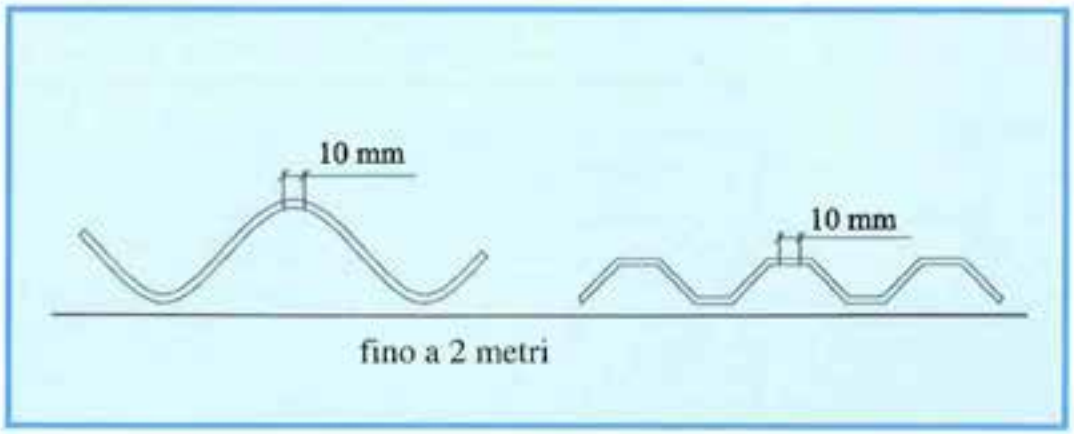


Nota - Viene utilizzato frequentemente anche il sistema, illustrato in figura, di risvoltare la rete sul listello.
Tale sistema *non è indicato* per lastre di tipo termoplastico in quanto la rete, con la temperatura elevata ed il carico della lastra sovrastante, tende ad incastrarsi nella lastra impedendole gli opportuni movimenti con la conseguenza di possibili lesioni.

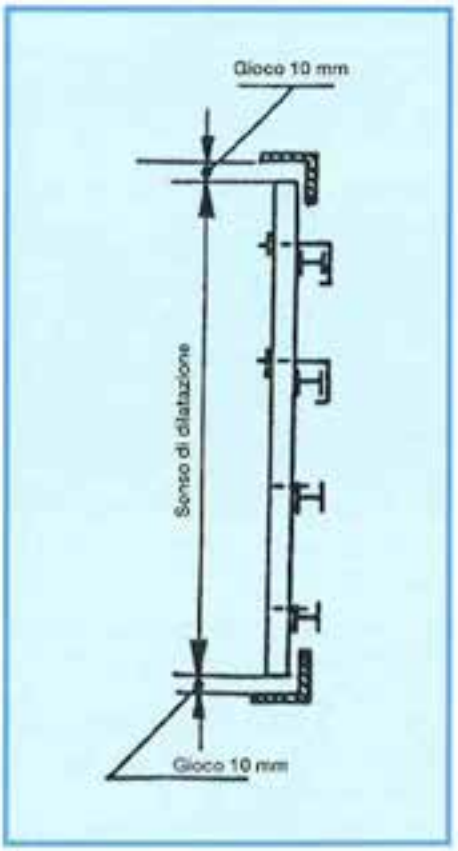


6.10 DILATAZIONI TERMICHE

Tutte le materie plastiche utilizzate per la realizzazione di lastre ondulate o grecate presentano coefficienti di dilatazione termica lineare piuttosto elevati, tanto da giustificare l'adozione di specifici provvedimenti.
Ad esempio, considerando per lastre PRFV ed una differenza di temperatura a cui possono essere esposte da -10 °C in inverno a +60 °C in estate, al sole, si ha una variazione dimensionale di circa 2 mm per metro.
In pratica, le variazioni termiche da considerare sono quelle comprese tra la temperatura al momento del montaggio che può essere di +5 ÷ +10 °C e quella di esposizione al sole in estate, di +60 °C con un Δt di 50÷55 °C ed *una dilatazione termica possibile di circa 1,5 mm per metro;* se il montaggio viene effettuato nelle ore più calde di giornate estive a 25÷30 °C e quindi con un Δt di 30÷35 °C *la dilatazione termica possibile è di circa 1 mm per metro;* in tal caso, anche la *contrazione termica possibile è della stessa entità.*
Per gli altri materiali le variazioni termiche sono superiori.
In ogni caso, occorre tener conto sia delle dilatazioni termiche possibili che delle contrazioni termiche possibili in funzione della lunghezza delle lastre e della distanza tra i fissaggi.
Per lastre di lunghezza fino a 1,5÷2,0 m è sufficiente perforare le lastre in corrispondenza dei punti di fissaggio con una punta da 10 mm, utilizzando viti di fissaggio da 6 mm. di diametro. Tale accorgimento tuttavia può essere omesso per le lastre in PRFV.



Per lunghezze di lastre maggiori di 3 m ed in particolare per lastre che ricoprono tutta la falda, occorre utilizzare sistemi di fissaggio che consentano la libera dilatazione e contrazione della lastra, ed evitando che esse possano forzare su elementi strutturali o, più semplicemente, sui fissaggi.
Anche nei tamponamenti occorre sempre lasciare uno spazio di 10 mm almeno, sopra e sotto, per consentire il libero movimento delle lastre dovuto alle variazioni di temperatura.



6.11 SIGILLANTI

Casi di impiego

Si ricorre ai sigillanti in corrispondenza delle sovrapposizioni di testata o di testata e traversali delle lastre per migliorare il grado di affidabilità di tenuta all'acqua nelle coperture a bassa pendenza che si trovino in condizioni particolarmente difficili.
L'impiego dei sigillanti deve essere in ogni caso prescritto dal progettista.
Eventuali incompatibilità devono essere segnalate dal produttore.

6. 11.1 DESCRIZIONE

I sigillanti si presentano sotto le seguenti forme:

- mastici pastosi preconfezionati per applicazione mediante estrusione;
- prodotti plastici preformati quali cordoni avanti sezione circolare di diametro da 9 a 10 mm confezionati in rotoli;
- nastri di prodotti elastomerici: soffici: elastici ed autoadesivi;

Essi devono avere le seguenti caratteristiche generali, che li rendono idonei all'impiego:

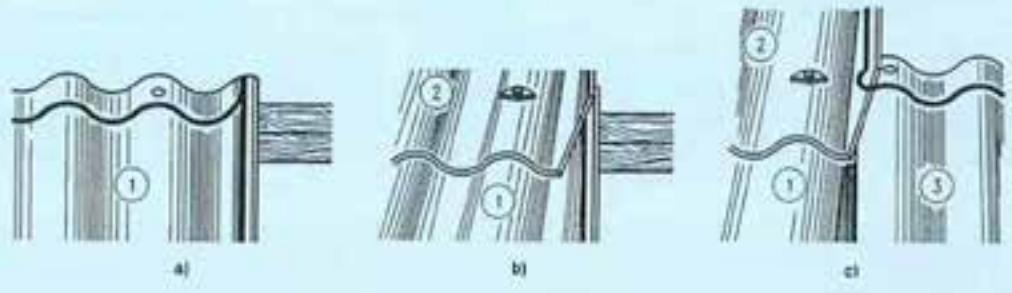
- essere compatibili ed offrire aderenza ai materiali usati per l'illuminazione e per le opere di completamento;
- essere flessibili in modo da potersi adattare perfettamente al profilo delle lastre;
- essere sufficientemente comprimibili, in modo da deformarsi in opera sotto la massa della lastra sovrapposta;
- essere tali che una variazione di temperatura compresa fra -15 e +80 °C non ne alteri notevolmente la deformabilità;
- mantenere nel tempo la loro funzionalità.

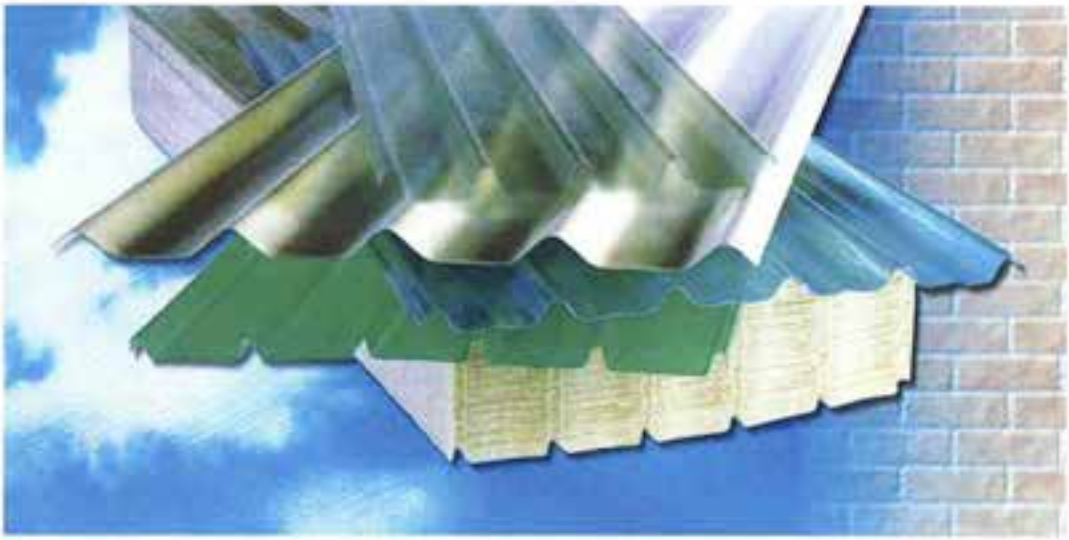
Per le lastre in policarbonato il sigillante siliconico deve essere dichiarato compatibile dal produttore. Sono da evitare sigillanti siliconici a base acetica.

6. 11.2 APPLICAZIONE

I sigillanti devono essere applicati su superfici pulite ed asciutte, nelle posizioni indicate nelle figure.

Esempio di posa di sigillanti trasversali e longitudinali





7) ACCORGIMENTI ANTI CONDENSA

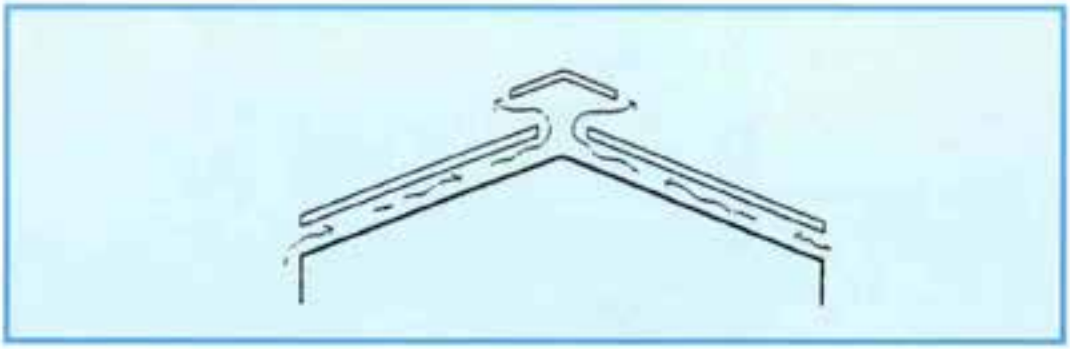
La condensa è costituita da vapore acqueo che, si trasforma in minute goccioline, e si deposita sulle pareti fredde in determinate condizioni di temperatura.
Sono più esposte alla formazione di condensa le pareti costituite da lastre sottili esposte a sbalzi termici e tassi di umidità elevati, ed in particolare le coperture ed i lucerbari costituiti da lastre trasparenti e traslucide: esse infatti sono soggetti ad intensi raffreddamenti notturni con la conseguenza che lo strato di aria umida (e ferma) che si trova adiacente alla lastra si raffredda e l'umidità si trasforma in goccioline a contatto della lastra stessa.
Senza entrare nel merito di una trattazione, che peraltro è esposta in modo completo nel manuale Assocoperture qui riprodotto.

Rammentiamo che i rimedi più efficaci contro la condensa sono costituiti da:

- ventilazione copertura
- uso di camere d'aria
- uso di lastre alveolari

7.1 VENTILAZIONE COPERTURA

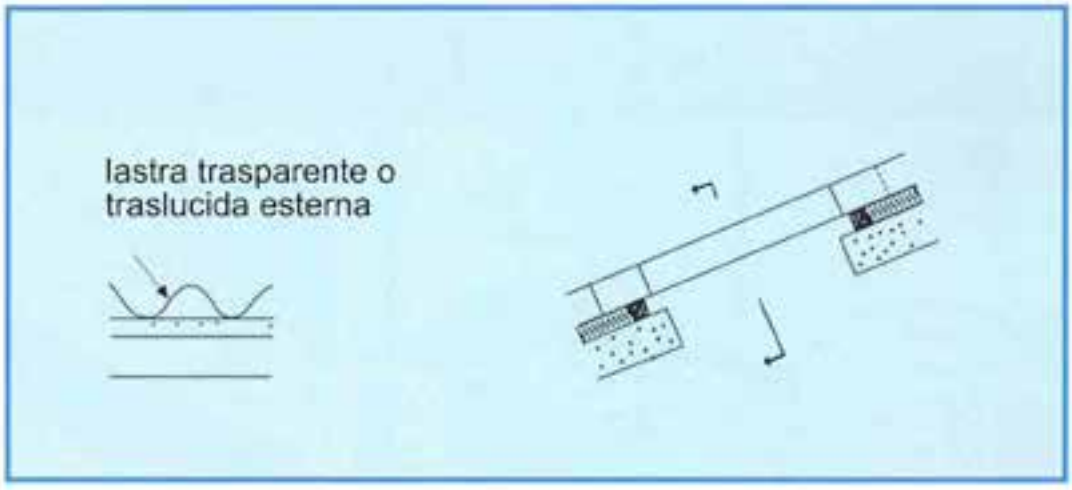
La ventilazione della copertura comporta che nella falda, al di sotto dell'elemento di tenuta (lastre ondulate o grecate), vi sia uno spazio che consenta una debole circolazione di aria tra la linea di gronda e la linea di colmo.



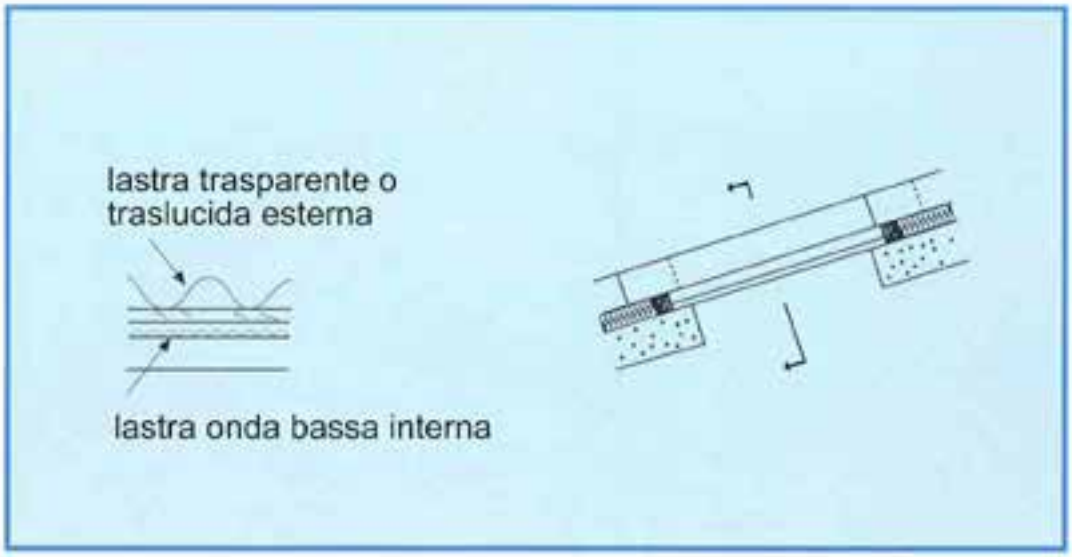
Affinché una copertura possa definirsi "ventilata" devono essere soddisfatte varie condizioni, legate alla pendenza ed alla lunghezza della falda, alla sezione di entrata e di uscita dell'aria, ecc.; se tali condizioni sono soddisfatte viene meglio controllata la igrometria dell'aria, smaltendo eventuale umidità in eccesso, e nel contempo si ottiene un raffrescamento estivo della copertura.
In generale si può dire che lo strato di aria sotto la copertura, libero di muoversi verso l'alto, dovrebbe essere di almeno 4÷5 cm.

7.2 CAMERE D'ARIA

Il semplice uso di lastre trasparenti o traslucide al posto delle lastre in fibrocemento o metalliche dà luogo quasi sicuramente a fenomeni di condensa.

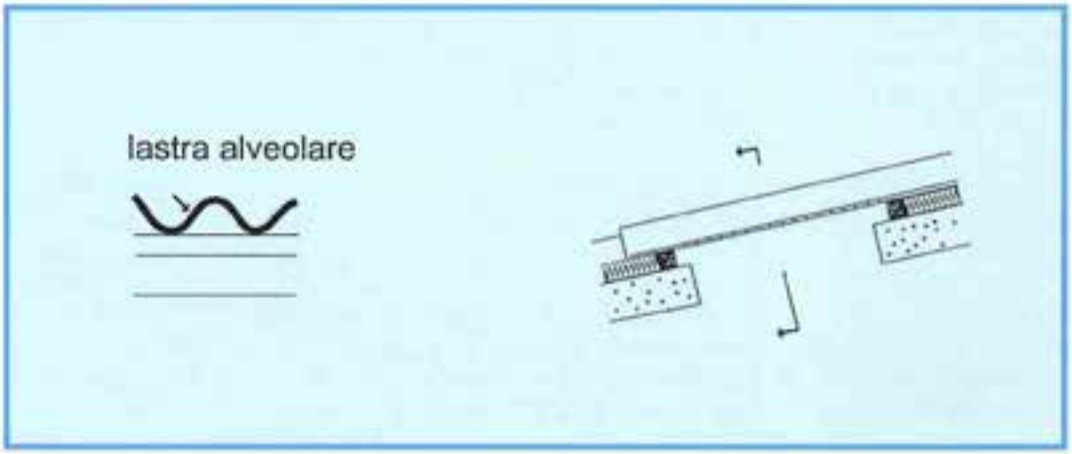


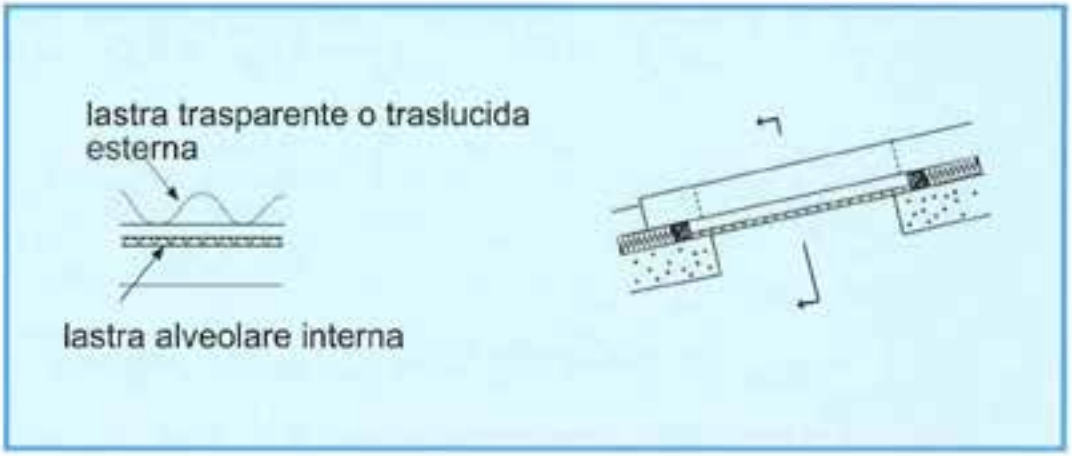
La formazione di una camera d'aria ottenuta mediante una lastra con onda più bassa situata sotto la lastra di copertura, migliora notevolmente la situazione riducendo la possibilità di formazione di condensa.
Le lastre in PVC bi-orientato vengono montate, di norma, a parete semplice. In caso di previsto utilizzo a doppia parete, rivolgersi al produttore per i necessari ragguagli di posa.



7.3 LASTRE ALVEOLARI

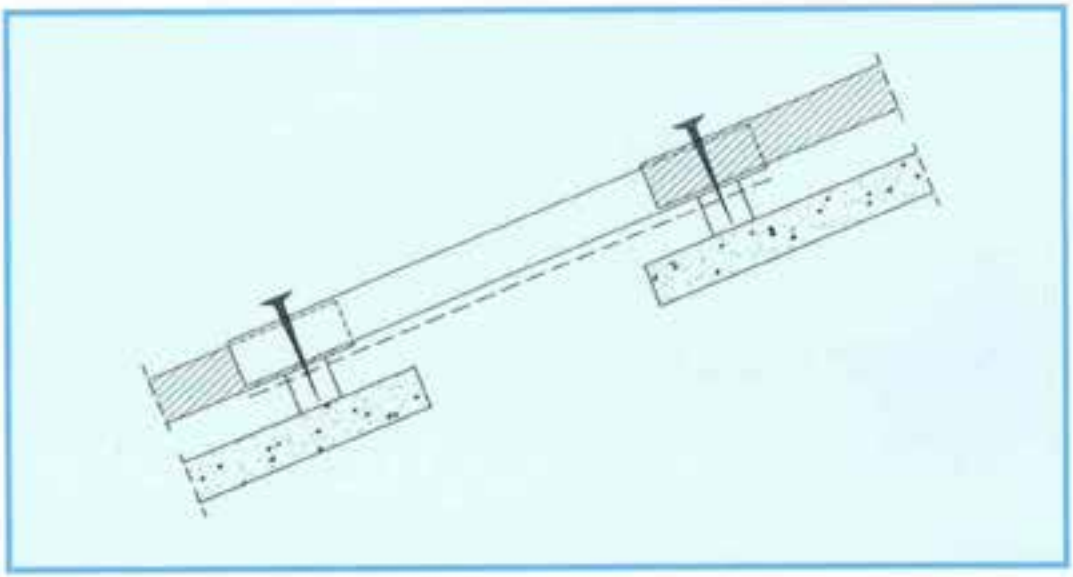
L'impiego di lastre alveolari, che presentano un coefficiente di trasmissione termica più elevato di quello delle lastre a parete unica, migliora ulteriormente la situazione agli effetti condensa.





8) PRESCRIZIONI PER CASI PARTICOLARI

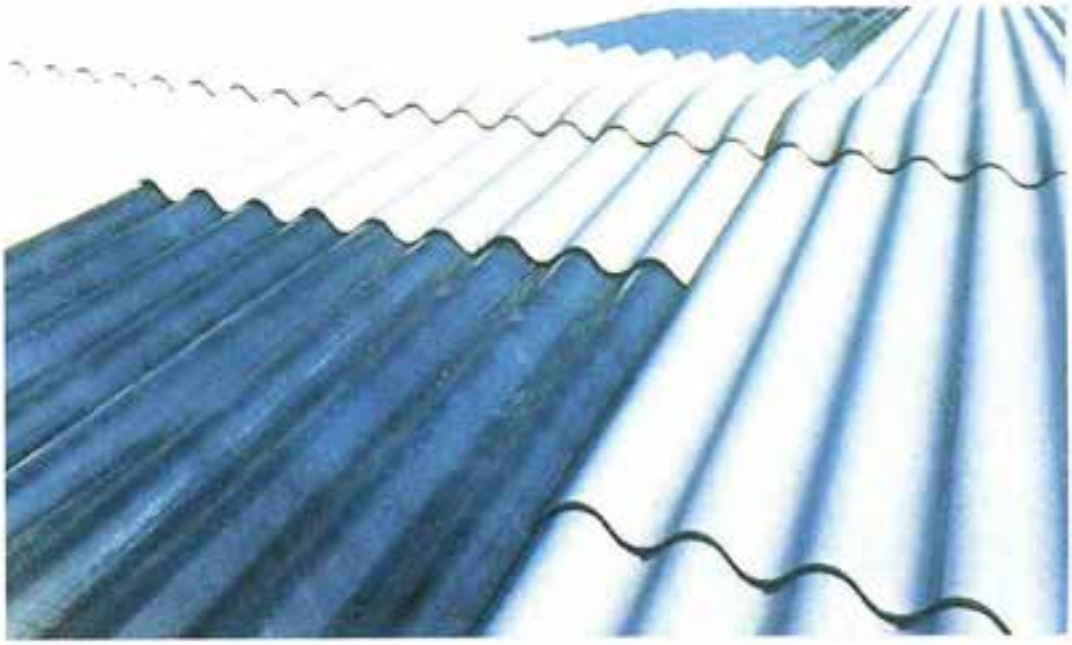
8.1 Lucernari realizzati con ondulati in materiale termoplastico



Nella configurazione sopra rappresentata un lucernario continuo, costituito da lastre in materiale termoplastico, p. es. in policarbonato, appoggia nella parte superiore sulla rete di protezione in acciaio. Con le temperature più elevate (50÷55 °C) il peso della lastra opaca sovrastante fa sì che il lucernario termoplastico, si incastri nelle maglie della rete di protezione, e venga meno così la possibilità di libera dilatazione e/o contrazione del lucernario.

Risultato: possibilità di cavillature e fessurazioni del lucernario.

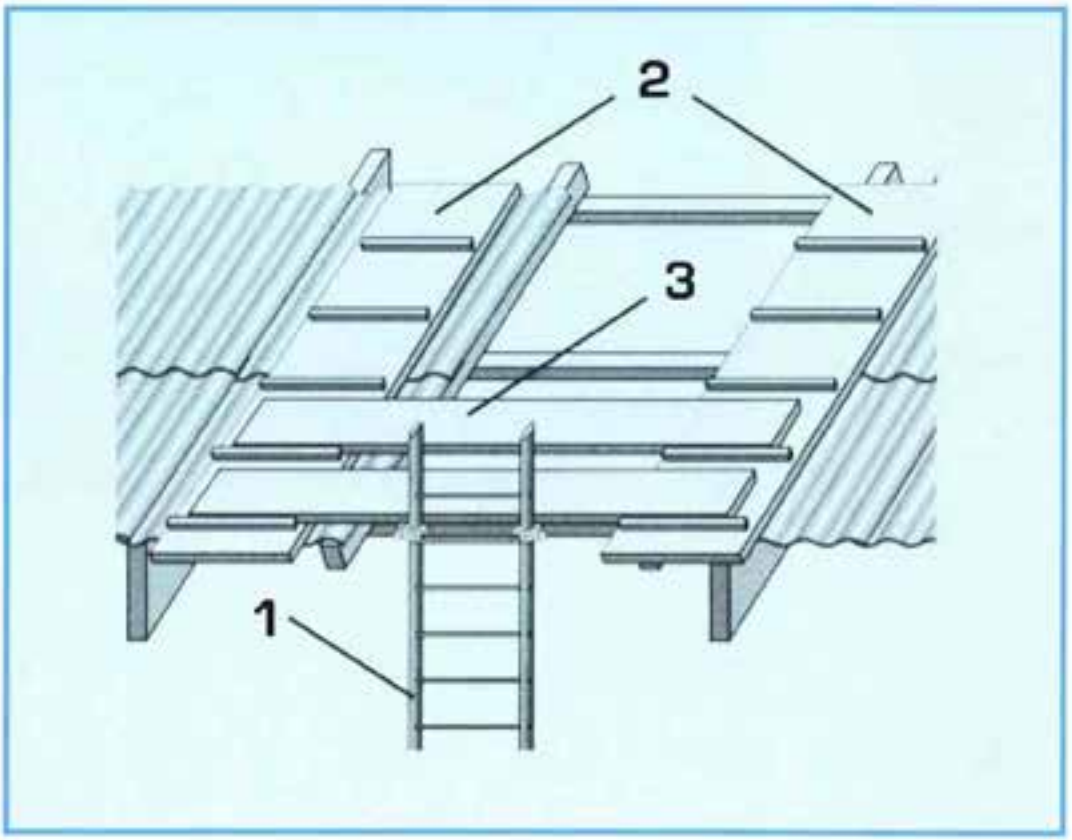
Rimedio possibile: evitare l'appoggio diretto del materiale termoplastico sulla rete disponendo la stessa fra due listelli, o sotto ai listelli, come indicato a pag. 22 - punto 2.



9) NORME DI SICUREZZA

Oltre a quanto indicato al punto 6.8 circa l'utilizzazione di reti anticaduta in corrispondenza dei lucernari, ricordiamo che le lastre ondulate o grecate in materiale plastico non sono elementi ai quali accedere direttamente per lavori di montaggio, riparazione, manutenzione o pulizia, pertanto per tutte le attività inerenti la posa si deve **circolare e lavorare sui tetti evitando accuratamente di appoggiarsi direttamente sulle lastre; si deve conseguentemente fare uso di pedane, piattaforme, tavole e scale.**

È inoltre necessario che: 1) vengano costruiti parapetti di gronda sull'intero perimetro delle coperture; 2) detti parapetti siano pieni in caso di coperture fortemente inclinate; 3) si adottino reti provvisorie non metalliche oppure impalcati continui posti ad una distanza massima di 2 metri dal piano di posa; 4) allorché non sia possibile realizzare i suddetti apprestamenti, si faccia uso di cinture di sicurezza con bretelle collegate a funi di trattenuta; 5) vengano adottate scarpe con suole antisdrucciolevoli e flessibili; 6) si evitino concentrazioni di carichi di persone o materiali; 7) si verifichi che l'interasse tra gli arcarecci non superi il massimo consentito; 8) si eviti di salire su una copertura in caso di pioggia, gelo, o vento forte oppure a raffiche; 9) si faccia attenzione al comportamento delle persone che per qualsiasi motivo debbano accedere ad una copertura.



LEGENDA

1 Scala di accesso al piano di posa, legata saldamente alla copertura

2 Tavole a tasselli.

3 Tavole di circolazione orizzontali.

La sistemazione di scale, pedane ecc. di dimensione e tipo rispondenti alle descrizioni dei testi ufficiali e delle leggi in vigore, può essere schematizzato, a titolo di esempio, come nella figura della pagina precedente.

Le norme di sicurezza da osservare per l'accesso alle coperture o per l'esercuzione di lavori sulle stesse sono oggetto della norma UNI 8088.

Nota bene

Le informazioni contenute in questa pubblicazione sono basate sulla nostra reale esperienza e fornite in buona fede.
L'applicazione e l'impiego dei prodotti descritti hanno luogo al di fuori delle nostre possibilità di controllo e, pertanto, ricadono sotto l'esclusiva responsabilità dell'utilizzatore, che non può esimersi da propri controlli sui materiali, al fine di stimarne l'idoneità o meno nei confronti dei fini previsti.

Hanno collaborato alla realizzazione:

ADRIAPLAST SpA

20141 Milano - Via Riparmonti, 89
Tel. 02/57432935 - Fax 02/5390169

SOLVAY

Brianza Plastica SpA

20048 Carate Brianza (MI) - Via Rivera, 50
Tel. 0362/91601 - Fax 0362/990457

coim S.p.A.

20019 Settimo Milanese - Via Manzoni, 28/32
Tel. 02/33505.1 - Fax 02/33505249 - 33505250

EDIL PLAST s.r.l.

47100 Villanova (Forlì) Italy - Via Ghibellina, 6
Tel. +39 0543 754040 - Fax +39 0543 754020

dott. gallina s.r.l.
industria materie plastiche

10040 La Loggia (TO) Italia - Strada Carignano, 104
Tel. 011.962.81.77 / 011.962.83.09 - Fax 011.962.83.61

MAGNIPLAST S.p.A.

20047 Brugherio (MI) Italy - Via B. Buozzi, 4
Tel. 039 880051/884718 r.a. - Fax 039 884764

polyù

20010 Arluno (MI) Italy - Via W. Tobagi, 12
Tel. 02 903.76.420 r.a. - Fax 02 901.53.80

RIVIERASCA SPA

24040 Bottanuco (BG) - Via Bruxelles, 12
Tel. 035 907474 - Fax 035 906060

sintostamp
LASTRE IN POLICARBONATO

46017 Cividale di Rivarolo Mantovano (MN) - Strada Maestra, 5
Tel. 0376 910411 (6 linee r.a.) - Fax 929041

Finito di stampare nel giugno del 2000
da La Multigrafica - San Paolo d'Argon (Bergamo)