2. STRATI FUNZIONALI

2

Gli strati funzionali

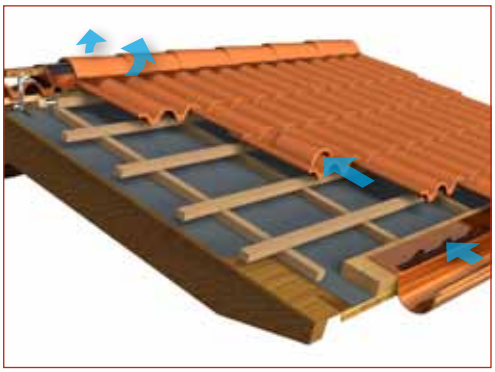
Il tetto è costituito da 4 strati funzionali che contribuiscono al corretto funzionamento dell'intera copertura. Questi sono:

- **il manto di copertura**
- **la ventilazione sottotegola**
- **l'isolamento**
- **l'impermeabilizzazione**

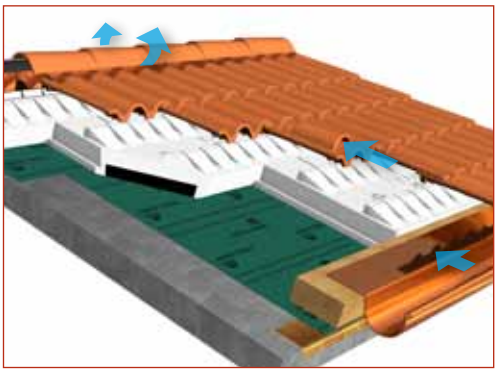
Ogni strato ha una funzione specifica ed è importante valutare quali strati sono indispensabili sul tetto in funzione delle prestazioni che questo dovrà fornire all'edificio sottostante.

Copertura non isolata e non ventilata
In questa copertura le tegole e gli elementi complementari vengono posati su semplice listellatura.

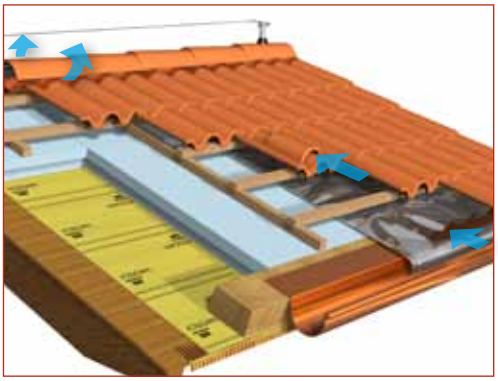
Copertura non isolata e ventilata
In questo schema non è presente lo strato di isolamento termico, ma si ottiene uno strato di ventilazione (con canale di ventilazione > 200 cm^2/m) con la messa in opera di una ulteriore orditura di listelli perpendicolare alla linea di gronda.



Copertura non isolata e ventilata



Copertura isolata, microventilata



Copertura isolata e ventilata con listelli e controlistelli - E^3 Energy Saving

Copertura isolata, microventilata
In questa copertura è presente l'elemento termoisolante sagomato che consente la creazione di un canale di circa 200 cm^2/m per lo smaltimento del vapore acqueo.

Copertura isolata e ventilata
In questa copertura sono presenti sia lo strato di isolamento sia quello di ventilazione (con canale di ventilazione > 200 cm^2/m). Tale schema può essere realizzato con opportuni pannelli sagomati che integrano la funzione di supporto dell'elemento di tenuta (le tegole) oppure con doppia orditura.

E^3 Energy Saving - Risparmio energetico
Copertura isolata e ventilata dotata di una membrana riflettente al calore (fino all'80%) che consente di garantire un ottimo comfort abitativo nel periodo estivo.

2.1
Il manto di copertura

Con il termine manto di copertura si intende l'elemento di tenuta ossia lo strato più esterno della copertura, impermeabile e resistente alle sollecitazioni chimiche, fisiche e meccaniche. Le tegole sono gli elementi utilizzati nei tetti a falde per la realizzazione del manto di copertura discontinuo.

2.1.1
Qualità della copertura

La qualità della copertura deriva da due fattori:
- Elementi costruttivi
- Elementi strutturali e qualitativi del prodotto

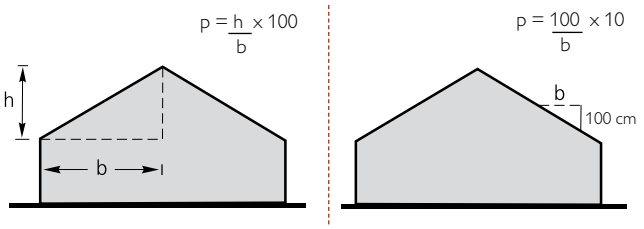
Elementi costruttivi

Gli elementi costruttivi determinano la qualità e la durata della copertura in modo sostanziale. Il tetto a falde ha degli indubbi vantaggi in termini di facilità nello smaltimento dell'acqua piovana e di comfort abitativo. Qualora il sottotetto sia adibito ad uso abitativo è necessario isolare adeguatamente la copertura. Gli elementi strutturali e costruttivi di cui tenere conto nella progettazione e nella costruzione di un tetto a falde sono i seguenti:

Struttura della falda
Funge da elemento portante e può essere realizzato con varie tecniche costruttive: generalmente viene realizzata in calcestruzzo, laterocemento o legno.

Pendenza e lunghezza della falda
Influisce sulla posa e sull'eventuale necessità di fissaggio degli elementi di copertura; inoltre influisce sulla velocità di deflusso dell'acqua piovana o sulla possibilità di scivolamento della neve.

METODI DI CALCOLO PER PENDENZA FALDA

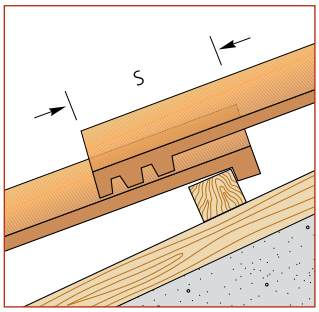


PENDENZA E LUNGHEZZA DELLE FALDE RIFERITE A CM 100 (h)

Pendenza (p) in %	Pendenza della falda in gradi	Lunghezza della falda in m (b)	Pendenza (p) in %	Pendenza della falda in gradi	Lunghezza della falda in m (b)
5	2° 52'	20,00	50	26° 34'	2,00
10	5° 43'	10,00	55	28° 48'	1,82
15	8° 32'	6,67	60	30° 57'	1,67
20	11° 19'	5,00	65	33° 01'	1,54
25	14° 02'	4,00	70	34° 59'	1,43
30	16° 42'	3,33	75	36° 52'	1,33
35	19° 17'	2,86	80	38° 39'	1,25
40	21° 48'	2,50	85	40° 22'	1,18
45	24° 13'	2,22	90	41° 59'	1,11

Circolazione dell'aria nella copertura
È necessario prevedere e realizzare uno strato per la circolazione dell'aria nel sottotegola allo scopo di garantire maggiori prestazioni a tutta la copertura del tetto.

Sovrapposizione delle tegole
La corretta sovrapposizione delle tegole è di fondamentale importanza per garantire la tenuta all'acqua di un manto di copertura realizzato con elementi discontinui; la sovrapposizione varia al variare della pendenza e può essere differente se l'edificio si trova in particolari aree climatiche.



Elementi strutturali e qualitativi del prodotto

Una buona progettazione della copertura non è sufficiente per garantire tenuta e durata; è importante utilizzare prodotti con specifiche caratteristiche tecniche. Le tegole Wierer hanno una serie di caratteristiche tecniche che non solo rispettano la normativa, ma le pongono all'avanguardia nel settore dei materiali per copertura. Le normative di riferimento sono la UNI EN 490 (definisce le specifiche del prodotto) e la UNI EN 491 (stabilisce i metodi di prova).

Lunghezza d'aggancio	Limite norma UNI EN 490	± 4 mm
Massa convenzionale	Limite norma UNI EN 490	± 10%
Larghezza di copertura	Limite norma UNI EN 490	± 5 mm
Impermeabilità	Limite norma UNI EN 490	assenza di gocce che cadono dopo 20 h
Planarità	Limite norma UNI EN 490	± 3 mm
Resistenza al gelo e disgelo	Limite norma UNI EN 490	dopo 25 cicli gelo/disgelo le tegole devono essere conformi ai requisiti di impermeabilità e resistenza a flessione
Carico di rottura	Limite norma UNI EN 490 Prima dei 28 gg:	a 28 gg tegole piane F_c =1200 N tegole profilate F_c=2000 N 80% del valore 28 gg

Limiti di accettazione delle tegole minerali.

2.1.2 La tegola

La tegola è un manufatto tecnicamente molto avanzato, realizzato in conglomerato di sabbia, cemento e ossido colorato con le seguenti caratteristiche:

- Misura cm 33,3 per Coppo di Grecia, Coppo di Francia, Tegal e cm 33,0 per Doppia Romana di larghezza per cm 42,0 di lunghezza. Misura cm 42,0 di lunghezza per cm 45,0 di larghezza per Coppo del Borgo e cm 56,0 di lunghezza per cm 48,0 di larghezza per Coppo Big.
- Sono necessarie da circa 10 a 10,5 tegole per ogni m^2 di copertura, a seconda della sovrapposizione per Coppo di Grecia, Coppo di Francia e Tegal, da circa 7 a 7,5 per m^2 per Coppo del Borgo e 4,6 per m^2 per Coppo Big.
- Il peso varia da 4,2 a 8 kg al pezzo in funzione del modello e superficie.
- L'assorbimento d'acqua ≤ a 3% (limite interno).
- Possiede una resistenza meccanica di almeno 2000 N.
- Il corpo della tegola viene interamente colorato nell'impasto con ossidi di ferro.
- La superficie può avere diversi livelli di finitura con diversi effetti estetici: liscia, granulata, granulata plus, buccia d'arancia, antichizzata, optima, optima plus, Auranox®.
- La superficie può avere diverse colorazioni.

Requisiti del prodotto

Le prestazioni delle tegole e degli altri prodotti minerali, derivano dalle caratteristiche del materiale e dal procedimento di produzione adottati. La particolare composizione del conglomerato è studiata al fine di ottenere una massa molto compatta e resistente, fattore questo che viene esaltato dal sistema di formatura a pressione. Inoltre il processo di produzione è costantemente controllato per garantire le caratteristiche tecnico-qualitative ed estetiche.

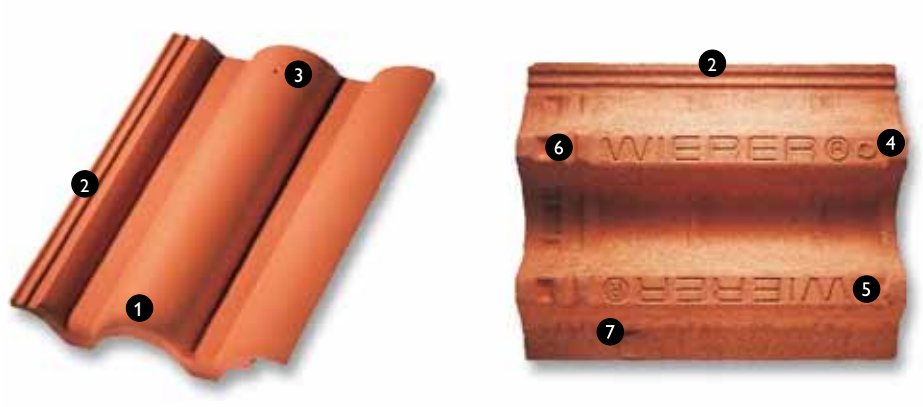
Impermeabilità all'acqua
L'impasto delle tegole costituisce una massa praticamente del tutto priva di vuoti, rendendo il prodotto finale totalmente impermeabile. Questo fatto è verificabile mediante la prova di assorbimento all'acqua. (Norma UNI EN 490/491).

Resistenza al gelo/disgelo
Un materiale poroso assorbe l'acqua, che, in caso di gelo, aumenta il volume e disgrega la massa: questo pericolo non sussiste quando la porosità è estremamente ridotta, come nelle tegole Wierer. (Norma UNI EN 490/491).

Resistenza al carico di rottura a flessione
Dopo un periodo adeguato di stagionatura, una tegola è in grado di resistere a carichi elevati. (Norma UNI EN 490/491).

Altri requisiti importanti vengono dati dalla resistenza alle aggressioni fisiche e chimiche e dalla stabilità dimensionale dovuta al particolare sistema di formatura ad estrusione su stampi.

Caratteristiche di progettazione



Superficie

Intradosso

1 - *La parte frontale della tegola è tagliata con una leggera curvatura, per accompagnarsi alla pendenza della falda.*
2 - *Il profilo laterale consente l'incastro con la tegola vicina che a sua volta presenta un analogo incastro sull'estradosso della parte opposta. Questa particolarità assicura la tenuta all'acqua.*
3 - *Il foro serve per il fissaggio delle tegole nei punti critici (linee laterali, colmo, camini) su falde a forte pendenza e in zone particolarmente ventose.*
4 - *I naselli d'aggancio permettono l'ancoraggio della tegola ai listelli in legno/metallo o ai pannelli presagomati.*
5 - *I due perni d'appoggio in rilievo tengono la tegola sollevata leggermente dal contatto diretto con il listello, in modo da far circolare l'aria per tutta la superficie dell'intradosso. Nello stesso tempo garantiscono un appoggio perpendicolare al listello.*
6 - *Le doppie nervature antigoccia contribuiscono a bloccare qualsiasi infiltrazione d'acqua dalla sovrapposizione frontale delle tegole anche in condizioni di forte vento.*
7 - *Il dente d'arresto è un accorgimento che determina la massima sovrapposizione delle tegole.*

Colorazioni e superfici

I colori naturali, ottenuti con ossido di ferro, vengono aggiunti direttamente nell'impasto. Ciò significa che non solo la superficie, ma anche il corpo della tegola, è colorato.
Sono possibili diverse soluzioni di superficie:

Liscia
Tegola con protezione superficiale che rende particolarmente stabile nel tempo la colorazione.

Optima / Optima plus / Optima reflex
Superficie liscia e uniforme ottenuta mediante un impasto raffinato. Mantiene la luminosità del colore inalterata nel tempo. La superficie Optima reflex è in grado di riflettere una frazione della radiazione solare incidente superiore rispetto ad analoghe superfici non riflettenti dello stesso colore.

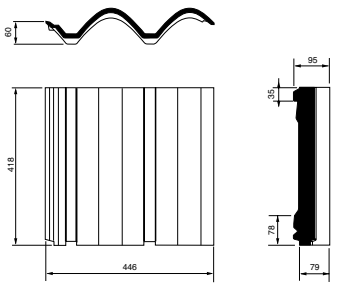
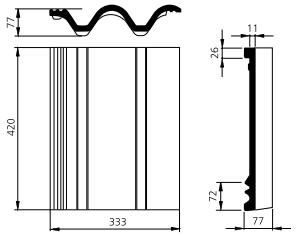
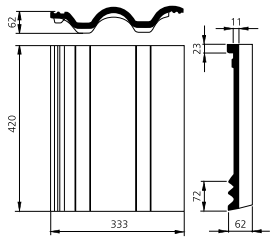
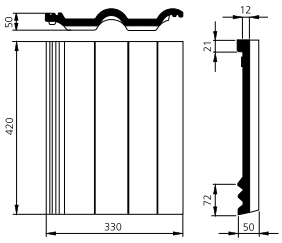
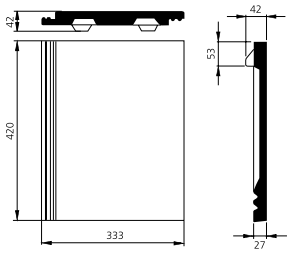
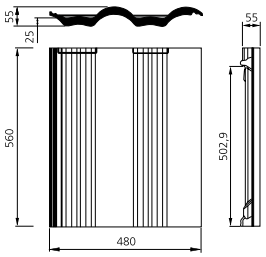
Granulata / Granulata plus
Tegola con superficie ruvida ottenuta con sabbia quarzifera. È adatta soprattutto alle zone di montagna soggette a nevicate.

Buccia d'arancia
Superficie di particolare effetto estetico con caratteristiche di elevata resistenza nel tempo.

Antichizzata
Processo produttivo che permette di ottenere striature chiaro-scure che rendono le tegole una diversa dall'altra. La superficie è opaca e unisce al pregio estetico un elevato grado di resistenza.

Auranox®
Tegola con superficie tecnologicamente avanzata: anti-smog.
Nel microcalcestruzzo che compone lo strato di finitura della tegola è presente il biossido di titanio che fotocatalizza gli agenti inquinanti trasformandoli in sali innocui.

2.1.3
Tabella tegole

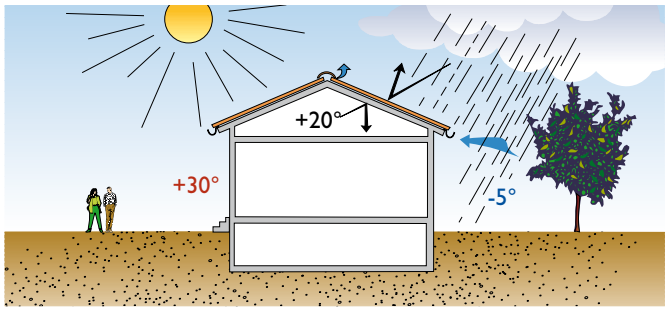
		MODELLO DESCRIZIONE	DATI TECNICI
		**Coppo del Borgo®** Classico come un coppo tradizionale	Peso cadauna: - liscia kg 7,5 - antichizzata kg 7,9 Superfici: liscia, antichizzata
		**Coppo di Grecia** Onda molto accentuata e ravvicinata	Peso cadauna: - liscia kg 4,7 - optima kg 4,8 - buccia d'arancia/antichizzata Auranox® kg 4,9 Superfici: liscia, optima, buccia d'arancia, antichizzata, Auranox®
		**Coppo di Francia** Onda di dimensioni medie	Peso cadauna: - liscia kg 4,4 - optima kg 4,5 - granulata kg 4,7 - antichizzata kg 4,6 Superfici: liscia, optima, granulata plus, antichizzata
		**Doppia Romana** Onda bassa con ampio canale	Peso cadauna: - liscia: kg 4,2 - granulata: kg 4,5 Superfici: liscia, granulata, granulata plus
		**Tegal** Tegola completamente piatta e liscia	Peso cadauna: kg 5,1 Superficie: optima, optima reflex
		**Coppo Big** Soluzione per grandi superfici	Peso cadauna: kg 8 Superficie: liscia

2.1.4
Elementi complementari

		DESCRIZIONE	DATI TECNICI
	Colmo	Elemento a forma curva. Si posa lungo la linea di incontro tra due falde (linea di colmo e linea di displuvio). Funge da spartiacque e impedisce infiltrazioni nel sottotegola.	Dimensioni: lunghezza cm 45 Peso: kg 4,30 circa Fabbisogno: 2,5 pz/m
	Colmo Vitasafe® Portantenna	Elemento da utilizzare come base per il portantenna TV e come accessorio in caso d'installazione del sistema anticaduta Vitasafe®.	Dimensioni: lunghezza cm 45 Peso: kg 4,40 Diametro massimo: cm 8,70
	Finale	Colmo con chiusura arrotondata in una estremità. Funge da terminale per chiudere una linea di displuvio e/o una linea di colmo.	Dimensioni: cm 23 x 42 Peso: kg da 4,00 a 4,70
	Finale di testata	Serve per raccordare due linee di tegole laterali controvento e quindi chiudere la testata sui due lati della falda. Disponibile in 2 versioni (grande-piccolo).	Dimensioni: cm 25 x 45 Peso: kg 6,10
	Mezza tegola	Elemento da utilizzare quando la falda non ha una misura multipla di 30 cm in senso orizzontale o in corrispondenza di aperture per lucernari, finestre, torrette.	Dimensioni: cm 18 ca x 42 Peso: kg da 2,25 a 2,95 (variabile per modello e finitura della tegola)
	Tegola di testata	Nei tetti a una falda sostituisce la scossalina. È corredata da un frontalino perpendicolare.	Dimensioni: cm 33 x 42 Peso: kg da 6,50 a 7,40 (variabile per modello e finitura della tegola)

		DESCRIZIONE	DATI TECNICI
	Mezza tegola di testata	Elemento da utilizzare quando la falda non ha una misura multipla di 30 cm in senso orizzontale. È dotato di un frontalino perpendicolare che sostituisce la scossalina ricoprendo il punto di giunzione tra tegole e parete.	Dimensioni: cm 18 x 42 Peso: kg da 3,30 a 3,80 (variabile per modello e finitura della tegola)
	Trevie	Elemento sagomato secondo il profilo di colmo. Serve come giunzione nei punti d'incontro tra 3 linee di displuvio.	Peso: kg da 5,55 a 13,50 (variabile per modello e finitura della tegola)
	Quattrovie	Elemento sagomato secondo il profilo di colmo. Serve come giunzione nei punti d'incontro tra quattro linee di displuvio.	Peso: kg da 8,23 a 14,90 (variabile per modello e finitura della tegola)
	Tegola laterale controvento **Tegola laterale controvento di testata**	Disponibile per Doppia Romana, sostituisce la scossalina coprendo il cornicione per circa 6 cm ed evita il sollevamento del manto in caso di forti venti laterali. La versione "Controvento di testata" unisce le linee di testata con le tegole laterali controvento nei tetti a una falda.	Dimensioni: cm 33 x 42 Peso: kg da 5,90 a 6,40 Peso: kg 8,30 circa (tegola laterale controvento di testata)
	Tegola laterale controvento Ronde **Tegola laterale controvento di testata**	Disponibile per Coppo di Francia e Coppo di Grecia sostituisce la scossalina. È disponibile anche la versione "Controvento Ronde di testata" per i tetti a una falda.	Dimensioni: cm 28,5 x 42 Peso: kg da 4,20 a 5,20 Peso: kg 6,50 circa (tegola laterale controvento Ronde di testata)
	Tegola per aerazione	Elemento che, creando un passaggio d'aria nel sottotegola, permette la fuoriuscita dell'umidità. È dotato di una griglia che evita il passaggio di foglie e uccelli.	Dimensioni: cm 33 x 42 Peso: kg da 5,30 a 6,30 (variabile per modello e finitura della tegola)
	Tegola paraneve	Consente di frenare lo scivolamento della neve dal tetto evitando l'inserimento e fissaggio di ganci tra una tegola e l'altra.	Dimensioni: cm 33 x 42 Peso: kg 5,55 (variabile per modello e finitura della tegola)

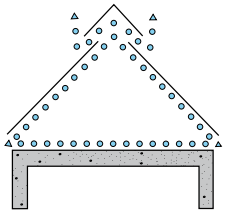
2.2
Ventilazione



Nelle coperture inclinate la ventilazione è la comune regola costruttiva.

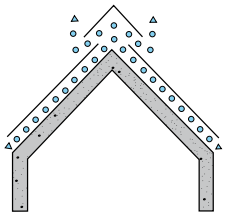
Perché ventilare

Permette di:
- Ridurre il flusso termico entrante nel periodo estivo.
- Smaltire il vapore interno nel periodo invernale.
- Asciugare eventuali infiltrazioni d'acqua o condense.
- Prevenire la formazione di condensa nel sottotegola quando il tetto è coperto di neve.


Solaio aerato

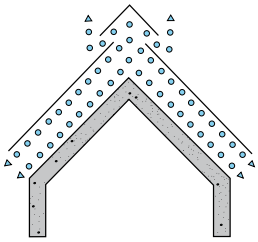
Principi

L'efficacia della ventilazione in una copertura ad elementi discontinui dipende:
- Dalla velocità della corrente d'aria all'interno dello spazio cavo del canale di ventilazione.
- Dalla tenuta dei giunti tra gli elementi discontinui i quali garantiscono una ulteriore capacità dissipativa per la depressione creata dal vento sulla falda.


Tetto microventilato

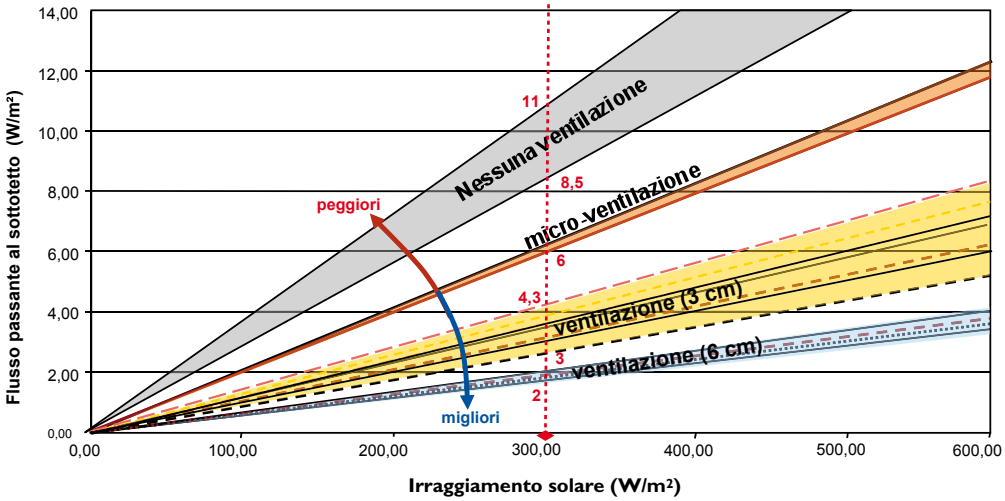
Per quanto riguarda il primo aspetto si è verificato come l'entità del calore sia strettamente dipendente dal flusso termico dovuto all'irraggiamento, indipendentemente dalle altre variabili (temperatura esterna, velocità e direzione del vento).

La percentuale di calore che entra nel sottotetto è una percentuale del flusso entrante per irraggiamento. Tale percentuale tende a diminuire con l'incremento della camera di ventilazione. La normativa di riferimento è la UNI 9460/2008.


Tetto ventilato

Parametri di riferimento

A seguire un esempio che sottilinea l'importanza di una ventilazione adeguata ottenuta attraverso un sottocolmo ventilato, ventilazione sottotegola e linea di gronda ventilata.
Milano – irraggiamento solare medio estivo 270 W/m² ca.
Energia passante nel sottotetto senza ventilazione (posa con cordoli in malta), ca. 9 W/m².
Energia passante nel sottotetto con camera di ventilazione di ca. 3 cm, ca. 3 W/m², ovvero il 65% in meno.



Sotto la copertura: la sezione d'aria tra copertura e coibente deve essere superiore a 20 mm di altezza e non inferiore a 200 cm²/m in corrispondenza della lunghezza di falda. Con una sezione d'apertura d'aria di **30 - 40 mm** si ottiene un maggior beneficio e la ventilazione è effettiva.

È possibile notare un notevole effetto di ventilazione attraverso la sovrapposizione delle tegole.

Microventilazione
Sezione di camera d'aria libera < 2 cm/m
Ventilazione
Sezione di camera d'aria libera > 2 cm/m

Incrementi dello spessore di ventilazione non portano benefici ulteriori. L'uso della malta lungo la linea di gronda e/o di colmo rende nulla la ventilazione.

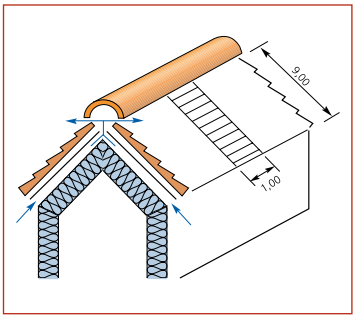
Più il tetto è inclinato, più la spinta termica ascensionale sarà pronunciata. Nei tetti piani il puro effetto ascensionale è nullo.

CALCOLO DELLA SEZIONE MINIMA DI AERAZIONE

	LINEA DI GRONDA		LINEA DI COLMO	ALTRE ZONE DELLA FALDA		
LUNGHEZZA DI FALDA (m)	SEZIONE DI AERAZIONE (cm^2 / m)	ALTEZZA SEZIONE DI AERAZIONE (cm)	SEZIONE DI APERTURA PER FALDA (cm^2 / m)	SEZIONE DI AERAZIONE (cm^2 / m)	ALTEZZA SEZIONE DI AERAZIONE (cm)	ALTEZZA LIBERA PER LE RESTANTI ZONE (cm)
6	200	2,4	30	200	2,4	2,0
7	200	2,4	35	200	2,4	2,0
8	200	2,4	40	200	2,4	2,0
9	200	2,4	45	200	2,4	2,0
10	200	2,4	50	200	2,4	2,0
11	220	2,6	55	200	2,4	2,0
12	240	2,9	60	200	2,4	2,0
13	260	3,1	65	200	2,4	2,0
14	280	3,3	70	200	2,4	2,0
15	300	3,6	75	200	2,4	2,0

Esempio di calcolo

La sezione di aerazione della linea di gronda deve essere ≥ del valore della sezione di aerazione della tabella.



Valori: 2‰ della rispettiva superficie del tetto, ma non inferiore alla sezione di 200 cm^2/m. Su di una striscia di falda lunga 1 m.

Esempio: lunghezza falda 900 cm
2‰ x lunghezza falda (cm) x metro di larghezza (cm)
Calcolo della sezione di aerazione = 0.002 x 900 x 100 = 180 cm^2/m
Siccome il valore calcolato è sotto il minimo, usare il valore di 200 cm^2/m
La sezione sulla linea di gronda è di 200 cm^2/m
La sezione minima di aerazione = 200 cm^2/m

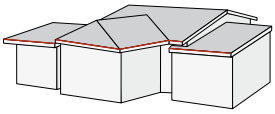
La sezione di aerazione della linea di colmo deve essere ≥ del valore della sezione di aerazione della tabella.

Valori: 0,5‰ della superficie del tetto, ma non inferiore. Su di una striscia di falda lunga 1 m.

Esempio: lunghezza falda 900 cm
0,5‰ x 2 x lunghezza falda (cm) x metro di larghezza (cm)
Calcolo della sezione di aerazione = 0,005 x 2 x 900 x 100 = 90 cm^2
0,5‰ della superficie del tetto, ma non inferiore
La lunghezza totale di falda viene data dalla somma delle due lunghezza di falda (lunghezza di falda 9 m x 2 falde = 18 m lunghezza totale)
La sezione sulla linea di colmo è di 90 cm^2/m

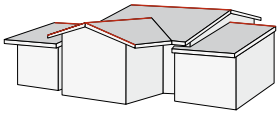
2.2.1 I prodotti

Linea di gronda



		DESCRIZIONE	DATI TECNICI
	Metalvent	Listello metallico (lamiera stirata tipo Fe MG3X3 spessore 2 mm) sagomato perfettamente al profilo del manto di copertura. Durevole nel tempo garantisce un'ottima ventilazione.	**Metalvent 200** - Lunghezza: m 0,90 - Aerazione: CdB cm^2/m 445 CG cm^2/m 300 CF cm^2/m 200 DR cm^2/m 135 CB cm^2/m 148 **Metalvent 500** - Lunghezza: m 0,90 - Aerazione: CdB cm^2/m 605 CG cm^2/m 450 CF cm^2/m 360 DR cm^2/m 297 TG cm^2/m 270 CB cm^2/m 310 Colore: testa di moro
	Listello aerato	Permette la ventilazione del sottotegola impedendo il passaggio di foglie e volatili. È dotato di apposite aperture per la posa delle staffe di gronda.	Materiale: Polivinilcloruro (PVC) Aerazione aggiuntiva: >200 cm^2/m Lunghezza: m 1,00 Colore: antracite
	Parapasseri	Elemento che permette il passaggio dell'aria in linea di gronda impedendo al contempo il passaggio di foglie e uccelli.	Materiale: Polivinilcloruro (PVC) Lunghezza: m 1,00 Colore: antracite
	Griglia antipassero	Permette l'aerazione del sottotegola impedendo il passaggio di foglie e volatili nella camera di ventilazione.	Materiale: Polivinilcloruro (PVC); Alluminio (ALU) Dimensioni: PVC: m 0,10 x 5 ALU: m 0,16 x 25 Colori: PVC: rosso mattone ALU: rosso mattone/testa di moro (bicolore)
	Rompigoccia	Elemento che permette di evitare il ristagno di acqua piovana nell'area di fine falda.	Materiale: alluminio plissettato predisposto con linee di piegatura Dimensioni: m 0,23 x 5 Colore: rosso mattone/nero (bicolore)

Linea di colmo
e displuvio



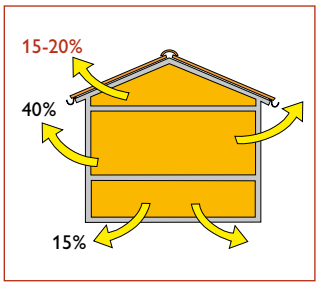
		DESCRIZIONE	DATI TECNICI
	Sottocolmo Metalroll 380	Rotolo in alluminio/PET plissettato (metodo Crep-Tec), estensibile da 32 a 38 cm, con la parte centrale in feltro di aerazione in polipropilene resistente ai raggi UV indiretti. Cordolo adesivo in colla butilica. Ideale per posa su tetti a bassa pendenza (fino a 10%).	Tipo di utilizzo: linea di colmo orizzontale displuvio Larghezza: da cm 32 a 38 estensibile Lunghezza: m 5 Aerazione: cm^2/m 240 Colore: rosso, testa di moro
	Sottocolmo Airband Plus 380	Rotolo con fasce in ALU/PET plissettate estensibili da cm 34 a 38 con sezione centrale in feltro resistente ai raggi UV indiretti e idrorepellente. Struttura con due canali di ventilazione sfalsati con fori di diverso diametro per impedire l'ingresso dell'acqua. Cordolo adesivo in colla butilica.	Tipo di utilizzo: linea di colmo orizzontale displuvio Larghezza: estensibile da cm 34 a 38 Lunghezza: m 5 Aerazione: cm^2/m 150 Colore: rosso, testa di moro
	Sottocolmo Airband Plus 320	Rotolo con fasce in ALU/PET plissettate estensibili da cm 28 a 32 con sezione centrale in feltro resistente ai raggi UV indiretti e idrorepellente. Struttura con due canali di ventilazione sfalsati con fori di diverso diametro per impedire l'ingresso dell'acqua. Cordolo adesivo in colla butilica.	Tipo di utilizzo: linea di colmo orizzontale displuvio Larghezza: estensibile da cm 28 a 32 Lunghezza: m 5 Aerazione: cm^2/m 150 Colore: rosso, testa di moro, antracite
	Sottocolmo Rapidroll 390	Rotolo con fasce in ALU profilato estensibili fino al 40% con banda centrale in polipropilene resistente ai raggi UV indiretti. Cordolo adesivo in colla butilica.	Tipo di utilizzo: linea di colmo orizzontale displuvio Larghezza: cm 39 Lunghezza: m 5 Aerazione: cm^2/m 130 Colore: rosso, testa di moro, antracite
	Portalistello colmo	Staffa in acciaio zincato sulla quale possono essere fissati i listelli di legno che fanno da supporto al sottocolmo.	Fabbisogno: circa 1 pz/60 cm Altezza: mm 180 o 260
	Gancio fermacolmo	Elemento in alluminio che garantisce il fissaggio dei colmi sia sulla linea di colmo che di displuvio.	Spessore: mm 1 Colore: rosso

2.3

Isolamento termico

Perchè isolare

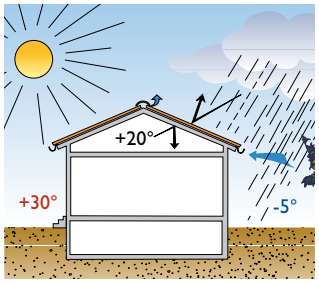
Per contribuire alla resistenza termica globale della copertura, ossia "offrire resistenza" all'attraversamento di calorie (frigorie) in modo da ridurre le dispersioni di energia.



La corrente termica si muove sempre nella direzione del gradiente di temperatura ovvero dagli ambienti più caldi verso quelli più freddi.

Periodo invernale
- Per limitare la fuoriuscita di calore dagli ambienti riscaldati.
- Risparmio di energia (riscaldamento).

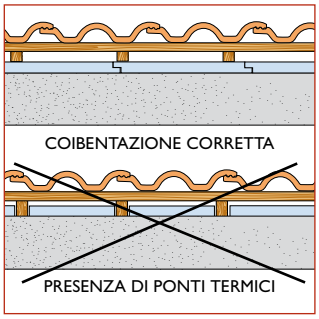
Periodo estivo
- Per limitare l'ingresso del calore dovuto all'irraggiamento solare.
- Risparmio di energia (condizionamento), miglioramento del comfort abitativo.



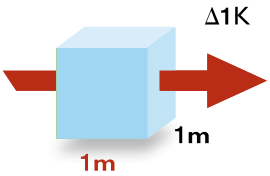
È importante sapere che il 15-20% del calore si disperde attraverso la copertura.

Dove posizionare l'isolante

È fondamentale che l'isolante venga posizionato sempre al di sotto dello strato di ventilazione (sia ventilazione sottomanto che sottotetto). In caso contrario la circolazione dell'aria renderà nullo l'effetto termo-isolante.

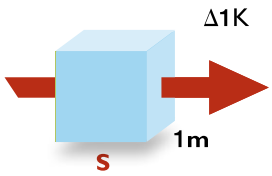


Lo strato di coibentazione non deve presentare punti di discontinuità al fine di evitare ponti termici (punti sui quali si concentrano i problemi tipici delle patologie da condensa). Deve essere posato con continuità su tutta la superficie.



CONDUCIBILITÀ TERMICA (λ)

Quantità di calore che attraversa, in un'ora, un metro quadrato di materiale di spessore un metro per **1**K (**1**K = **1**°C) di differenza fra la temperatura delle due facce. Unità di misura: W/mK.
È un valore specifico del **materiale**. Più basso è il valore, più alto è il potere isolante del materiale.



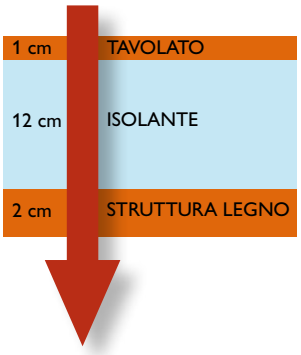
TRASMITTANZA TERMICA (U)

Rappresenta il flusso di calore che passa da una "fluido" all'altro attraverso una parete di **1**m² di spessore e per **1**K (**1**K=**1**°C) di differenza di temperatura tra i due fluidi.
Unità di misura: W/m²K.
È un valore specifico del **prodotto**.
Più basso è il valore, migliore risulta il potere isolante.

U = 1/R → **= λ/s** **s [m]**

R = RESISTENZA TERMICA

Calcolo semplificato



VALORI

λ *Legno = 0,14 W/mK*
λ *Isolante = 0,034 W/mK*

$R_{tavolato}$ = s/λ Legno
= 0,01/0,14 = 0,071 m²K/W
$R_{isolante}$ = 0,12/0,034 = 3,529 m²K/W
$R_{struttura}$ = 0,02/0,14 = 0,143 m²K/W

R_{Totale} = $R_{tavolato}$ + $R_{isolante}$ + $R_{struttura}$ = 3,743 m²K/W

U = 1 / R_{totale} = 0,267 W/m²K

Addizione Resistenze Termiche OK! (R1 + R2 + R3 …)
NON sommare le Trasmittanze Termiche!

R = RESISTENZA TERMICA (**R = s/λ**).

La trasmittanza termica

Valori di riferimento DECRETO LEGISLATIVO 29 dicembre 2006, n. 311

1. Trasmittanze termiche limite
2. In tutte le zone ad eccezione della F, per le località in cui il valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva I_{ms} è superiore a 290W/m²:
   - Massa superficiale > 230kg/m²
   - Trasmittanza termica periodica Y_{IE} < 0,2W/m²K

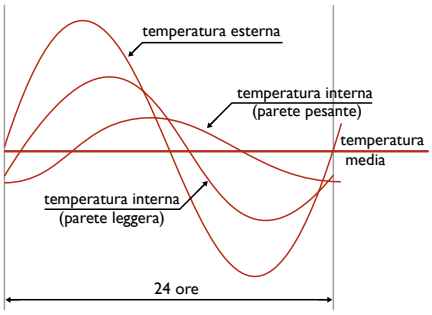
Si definisce la trasmittanza termica periodica (Y_{IE}) il parametro che valuta la capacità di un elemento opaco di sfasare ed attenuare il flusso termico che lo attraversa nell'arco delle 24 ore, ovvero, se su di una superficie incide un certo flusso termico dovuto alla radiazione solare, ebbene quel flusso termico farà sentire il suo effetto all'interno dell'ambiente con un certo ritardo temporale (sfasamento) e con una intensità ridotta (attenuazione).
La norma tecnica di riferimento, la UNI EN ISO 13786:2008, descrive come calcolare, sulla base delle caratteristiche termo-fisiche dei materiali (conducibilità termica, spessore, calore specifico e densità) e della stratigrafia della struttura, la trasmittanza termica periodica e gli altri parametri termici dinamici: fattore di attenuazione (f_a) e coefficiente di sfasamento temporale (**ϕ**).
La trasmittanza termica periodica Y_{IE} è data da:

$Y_{IE} = f_a \times U$ [W/(m²·K)]

La capacità termica

Con il concetto di "capacità termica" si descrive la caratteristica di un oggetto di accumulare calore, cioè di assorbire per un tempo breve un calore elevato senza aumentare di molto la sua temperatura. **C = c x ρ**

C = capacità termica [J/Km³]
c = calore specifico [J/kgK]
ρ = densità [kg/m³]



Sfasamento

Definisce la differenza di tempo fra l'ora in cui si registra la massima temperatura sulla superficie esterna della struttura e l'ora in cui si registra la massima temperatura sulla superficie interna della stessa.

			PIR ENERGY	UNIFIX	ISOTEGOLA EVOLUTION	ISOTEGOLA FIBRA	P10 BASSE PENDENZE
	LIMITI e VALORI secondo il DLgs 311/06 e VALORI per accedere alla detrazione del 55% come da D.M. 26-01-2010						
		U_{lim} [W/m²K]	Spessore min. del pannello MONIER [cm]				
Zona climatica A	311/06	0,38	6	10	8	12	10
	55%	0,32	8	12	10	14	12
Zona climatica B	311/06	0,38	6	10	8	12	10
	55%	0,32	8	12	10	14	12
Zona climatica C	311/06	0,38	6	10	8	12	10
	55%	0,32	8	12	10	14	12
Zona climatica D	311/06	0,32	8	12	10	14	12
	55%	0,26	10	-	12	16	-
Zona climatica E	311/06	0,30	8	12	10	14	12
	55%	0,24	10	-	12	16	-
Zona climatica F	311/06	0,29	8	-	12	14	12
	55%	0,23	10	-	-	-	-

LIMITI E VALORI U DEL TETTO SECONDO CASACLIMA						
	U_{lim} [W/m²K]	Spessore min. del pannello MONIER [cm]				
Casaclima A	0,10 - 0,20	12	18	16	20	18
Casaclima B	0,15 - 0,25	10	14	14	16	14
Casaclima C	0,25 - 0,35	8	12	10	12	10

2.3.1
Tabella prodotti

			DIMENSIONI	RESISTENZA A COMPRESSIONE
			cm	kPa
PANNELLI ISOLANTI RIFLETTENTI IN POLIURETANO		PIR Energy	240 x 32	150
PANNELLI ISOLANTI IN POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO		Unifix	60 x 240	300
		Thermomanto System	120 x 63	300
		Coverfix	240 x 63	300
PANNELLI ISOLANTI IN POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO		Isotegola Evolution*	120 x 63	200 (esterno) 80 (interno)
		Isotegola Fibra*	120 x 63	200
		Isomaxi	143 x 48,5	150
		Liscio estruso	125 x 60	

** in attesa di brevetto*

BATTENTA-TURA	LAMBDA	TRASMITTANZA TERMICA **U** (in W/m²K) per spessore mm						DESCRIZIONE	SPECIFICITÀ DEL PRODOTTO
	W/mK	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**	**160**		
a "L" su 4 lati	0,023	0,38	0,29	0,23	0,19	-	-	Pannello in poliuretano espanso PIR (40kg/m³) e superficie con film di alluminio (intradosso/estradosso). Listello metallico integrato.	La superficie riflettente in Alu consente un elevato isolamento termico (circa - 3°C rispetto a un altro pannello non riflettente) e il poliuretano PIR permette di abbassare il LAMBDA. Il listello garantisce un sicuro ancoraggio per le tegole.
a "L" su 4 lati	0,034	0,59	0,48	0,36	0,30	-	-	Pannello in polistirene espanso estruso con listello verticale integrato di spessore cm 2. Dotato, nella parte inferiore, di canali per il convogliamento della condensa verso la gronda.	Il listello verticale incorporato consente il fissaggio dei controlistelli e garantisce un'ottima ventilazione.
incastro M/F su 4 lati	0,034	65	0,48	0,38	-	-	-	Pannello in polistirene espanso estruso sagomato dotato sulla superficie superiore di scanalature orizzontali e verticali che si intersecano ortogonalmente.	Le scanalature orizzontali permettono un sicuro aggancio del manto di copertura, le scanalature verticali consentono una efficiente ventilazione del sottotegola.
a "L" su 4 lati	0,034	-	-	-	-	-	-	Polistirene espanso estruso sagomato dotato sulla superficie superiore di scanalature orizzontali. Disponibile solo negli spessori 40 (**U**=0,95) e 50 (**U**=0,74).	Le scanalature (canali di bloccaggio) con apposito passo per le tegole Wierer consentono un sicuro e veloce aggancio del manto di copertura.
a "L" su 4 lati	0,032	0,49	0,38	0,30	0,24	0,22	0,19	Pannello in polistirene espanso sinterizzato sagomato dotato di un'anima con aggiunta di grafite. Disponibile con un listello metallico per aumentare la resistenza di aggrappaggio delle tegole.	Le 2 file di risalti a forma di cuneo permettono un sicuro ancoraggio delle tegole e i numerosi canali verticali che si creano tra i risalti consentono il flusso dell'aria dalla gronda al colmo.
a "L" su 4 lati	0,034 0,044	-	-	-	0,33	0,28	0,24	Pannello in polistirene espanso sinterizzato sagomato, dotato di nucleo interno in fibra di legno ad alta densità. Disponibile con un listello metallico per aumentare la resistenza di aggrappaggio delle tegole.	La sagomatura della superficie consente un sicuro aggancio delle tegole. Valore acustico: Rw=42dB.
a "L" su 4 lati	0,034	0,57	0,43	0,34	0,29	-	-	Pannello in polistirene espanso sinterizzato sagomato.	I canali verticali tra i risalti a cuneo garantiscono la microventilazione del sottotegola. In corrispondenza della battuta orizzontale superiore sono state ricavate scanalature utili per lo scarico di eventuale condensa. Utilizzato per la posa del Coppo Big.
a "L" su 4 lati		-	-	-	-	-	-	Pannello in polistirene espanso sinterizzato.	La superficie liscia consente la massima libertà nella preparazione di controlistellatura e listellatura per il fissaggio delle tegole.

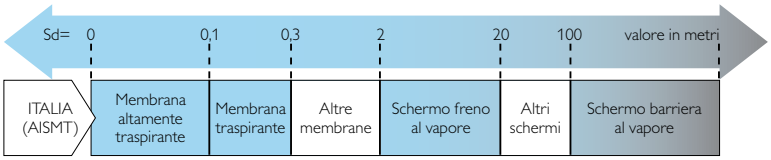
2.4
Impermeabilizzazione

Quando impermeabilizzare

Le infiltrazioni d'acqua possono arrecare danni alla struttura ed è per questo che lo strato di impermeabilizzazione riveste un ruolo importante come ulteriore elemento di protezione. In particolare l'uso di una membrana sottotegola è indicato quando la pendenza della falda risulta inferiore al 30% e comunque in ogni area geografica dove le condizioni climatiche sono avverse (zone esposte al vento oppure in fasce climatiche interessate da precipitazioni frequenti). Anche in condizioni normali uno strato impermeabilizzante è sempre consigliato per maggiore sicurezza. Il sottotegola limita lo scarto di pressione tra superficie esterna ed interna in caso di forti raffiche di vento, evitando il sollevamento degli elementi di copertura; riduce l'infiltrazione di neve polverosa, polveri e la formazione di condensa; contribuisce al risparmio energetico limitando le dispersioni termiche e l'ingresso di calore durante il periodo estivo (membrane con superficie riflettente).

Classificazione delle membrane

CLASSIFICAZIONE DEGLI SMT IN FUNZIONE DELLA TRASPIRABILITÀ AL VAPOR ACQUEO



Le membrane possono essere classificate in base alla traspirabilità, alle proprietà di resistenza meccanica e massa areica. Per una corretta impermeabilizzazione si raccomanda l'impiego di schermi o membrane traspiranti aventi massa areica ≥145 g/m^2.

Parametri di riferimento

Resistenza al passaggio del vapore (Valore Sd)
Indica lo spessore dello strato d'aria che ha la stessa resistenza alla diffusione del vapore del materiale in esame. Risulta come prodotto tra la resistenza alla diffusione del vapore acqueo "μ" e lo spessore del materiale "s" espresso in metri.

$S_d = \mu \times s$ Unità [m]
Più basso è il valore, più alta è la traspirabilità.
La normativa di riferimento è la EN 12572 ed EN 1931.

Diffusione al vapore acqueo
La quantità di vapore acqueo espressa in grammi che attraversa 1 m^2 di materiale per un periodo di 24 h.

Resistenza meccanica
È la capacità dei materiali di resistere a forze statiche esterne, tendenti a modificarne la forma e la dimensione, senza subire rotture o deformazioni permanenti.
Si misura secondo le norme EN 12310-1 ed EN 12311-1.

Colonna d'acqua (impermeabilità)
Altezza di una colonna d'acqua che spinge su una superficie di 100 cm^2 (EN 20811).

Resistenza alla penetrazione dell'acqua
È un valore importante per valutare il pericolo di penetrazione d'acqua nel periodo in cui la membrana non è stata coperta dalle tegole. La classificazione è in W1, W2 e W3.
La classe W1 è il valore migliore e corrisponde a una colonna d'acqua di 20 cm.
La norma di riferimento è la EN 1982.

Reazione al fuoco
La reazione al fuoco viene testata e classificata secondo le norme europee EN 13501-1 ed EN 11925-2.

Tipologia di membrane
Le membrane possono essere classificate in base al materiale in bituminose o sintetiche in base al potere traspirante in: schermi (barriera al vapore), schermi (barriera al vapore) riflettenti al calore, schermi controllo vapore, membrane traspiranti e membrane traspiranti riflettenti al calore.

La scelta della membrana deve essere fatta con riferimento alle necessità abitative e alla tipologia costruttiva del manto di copertura. Un utile riferimento per la scelta è rappresentato nella tabella riportata nelle pagine seguenti.

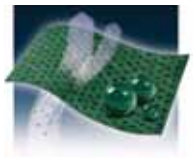
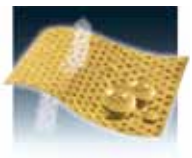
Raccordi per membrane sintetiche

Per una corretta posa delle membrane impermeabilizzanti si raccomanda l'indispensabile cura dei punti di raccordo:
- lungo i bordi del tetto
- nella giunzione tra un rotolo e l'altro
- in tutti i punti in cui l'uniformità della falda viene interrotta (sfiati, camini, finestre, ecc.).

PRODOTTO	TIPO	USO ESTERNO	USO INTERNO	COLLA	MATERIALE	DESCRIZIONE DATI TECNICI	AMBITO DI APPLICAZIONE
Unoroll	rotolo (singolo strato adesivo)	•		Acrilica	Polipropilene	Feltro con colla acrilica, ottima adesione *rotolo da 50 m larghezza 80 mm*	Sigillatura punti di sovrapposizione membrane e riparazione tagli
Divotape	rotolo (singolo strato adesivo)	•	•	Acrilica	Polietilene	Elastico, ottima adesione *rotolo da 25 m larghezza 60 mm*	
Duoroll	rotolo (doppio strato adesivo)	•		Acrilica	Polipropilene	Doppio strato adesivo, per sovrapposizione membrane *rotolo biadesivo 50 m x 40 mm*	
Clima Tape	rotolo (singolo strato adesivo)	•	•	Acrilica	Polietilene	Per membrane riflettenti *rotolo da 25 m larghezza 60 mm*	
Collante sottotegola	cartuccia	•		Butilica	Butile	Buona adesione su materiali diversi, applicabile su superficie polverosa *1 cartuccia da 310 ml*	Giunzione membrane e altri materiali
Flexiroll	rotolo (singolo strato adesivo)	•		Butilica	Alu/PP	Estensibile, ideale per tubi, punti difficili *rotolo da 5 m larghezza 88 mm*	
Repatape	rotolo	•		Butilica	Poliesobuti-lene	Resistente ai raggi UV, bande laterali butiliche integrate *rotolo da 5 x 0,14 m*	
Kompriband	rotolo	•		Acrilica	Poliuretano	Traspirante e resistente alle intemperie	Guarnizioni per fessure tra elementi costruttivi
Controlvent	rotolo	•	•	Assente	EPDM	Abbattimento acustico, impermeabilità all'aria *larghezza 80 mm*	
Sealroll	rotolo	•	•	Assente	Polietilene	Traspirante e applicabile su superficie umida *rotolo da 30 m larghezza 50 mm*	Sigillatura e impermeabilizzazione fori da viti o chiodi
Divocoll	cartuccia	•		Poliure-tano	Poliuretano	Sigillante liquido, ideale anche per tasselli *1 flacone da 1 litro per 50 m di listellatura*	

2.4.1
Tabella prodotti

Monier è uno dei soci fondatori dell'Associazione Italiana di Produttori di Schermi e Membrane Traspiranti (AISMT), associazione nata con lo scopo di regolamentare la qualità e l'impiego degli schermi e membrane traspiranti nelle costruzioni, creando degli standard a livello italiano e cercando di contribuire alla creazione di un comparto normativo nazionale che affianchi le normative europee in materia.

			COMPO-SIZIONE / STRATI	ARMA-TURA	NASTRO ADESIVO	DIMENSIONE ROTOLO
						m
	MEMBRANE TRASPIRANTI RIFLETTENTI AL CALORE	Divoroll Clima + S	MPP - PP PP - PP **4 strati**	-	1 banda	1,5 x 50
	MEMBRANE TRASPIRANTI	Divoroll Tech	PP - PP PP - PP **4 strati**	rete in polipropi-lene	2 bande laterali	1,5 x 30
		Divoroll Maximum S	PP - PP **2 strati**	-	1 banda	1,5 x 50
		Divoroll Top RU	PP - PP PP - PP **4 strati**	rete in polipropi-lene	2 bande a fusione orizzontale	
		Divoroll Elite 2S			2 bande	
		Divoroll Universal S			1 banda	
		Divoroll Kompakt	PP - PE - PP **3 strati**	-	-	
		Divoroll Pro +	PP - PP - PP **3 strati**	-	-	
	SCHERMI CONTROLLO VAPORE	Vapotech S	PP - PP - PP **3 strati**	-	1 banda	1,5 x 50
		Vapotech			-	
		Veltitech 145	PP - PO **2 strati**	-	-	
	SCHERMI (BARRIERA VAPORE) RIFLETTENTI AL CALORE	Veltitech Clima +	MPET - PE PET **3 strati**	rete in polipropi-lene	-	1,5 x 50

PESO	VALORE Sd	COLONNA D'ACQUA	REAZIONE AL FUOCO	STABILITÀ AI RAGGI UV	CAMPI D'APPLICAZIONE	SPECIFICITÀ DEL PRODOTTO
gr/m²	m	mm	classe	mesi		
170	0,04	≥3000	E	4	Tetti in legno o caldane in cemento con qualsiasi tipologia di isolante.	Traspirante e riflettente al calore (fino all'80%) è la migliore soluzione per garantire un ottimo comfort abitativo nel periodo estivo. Può essere installata sopra o sotto l'isolante. Riduce del 98% l'elettrosmog all'interno dell'edificio con onde radio comprese tra 40 MHz e 4 GHz.
220	0,06	≥3000	E	4	Caldana in cemento con o senza isolamento (utilizzabile anche su tetti in legno).	Sviluppata per tetti in laterocemento, aiuta l'essicazione del calcestruzzo in modo controllato e permette l'applicazione di cordoli in malta.
210	0,08	≥5000	E	4	Da applicare come ultimo strato del pacchetto tetto sopra l'isolante. Soluzione ideale per la protezione dei tetti in legno.	Particolarmente resistente agli agenti atmosferici può essere utilizzata anche come copertura provvisoria fino alla posa definitiva delle tegole (certificata dopo severi test della durata di sei settimane).
210	0,03	≥3000	E	4	Tavolato in legno o caldana in cemento con qualsiasi tipologia di isolante.	Unica soluzione per basse pendenze fino al 10%.
180 150	0,03	≥3000	E	4	Tavolato in legno, senza tavolato o caldana in cemento con qualsiasi tipologia di isolante.	Universale con applicazione consigliata per zone ventose e per pendenze tra il 30% e il 20%.
145	0,03	≥3000	E	4	Tavolato in legno o senza tavolato con qualsiasi tipologia di isolante (utilizzabile anche su caldana in cemento).	Consigliata per tetti in legno è resistente agli impregnanti protettivi.
110	0,02	≥2000	E	4	Tavolato in legno non trattato o senza tavolato con qualsiasi tipologia di isolante.	Conveniente e leggera.
160	3	≥2000	E	4	Tavolato in legno, senza tavolato o caldana in cemento con qualsiasi tipologia di isolante.	Consente il passaggio controllato del vapore acqueo.
145	25	≥3000	E	4	Tavolato in legno con pannelli fibrosi.	Consente il passaggio controllato del vapore acqueo.
175	>100	≥3000	F	4	Tetti in legno o caldane in cemento con qualsiasi tipologia di isolante.	Schermo al vapore riflettente al calore ideale per migliorare il comfort abitativo nel periodo estivo. Riduce dell'85% l'elettrosmog all'interno dell'edificio con onde radio comprese tra 40 MHz e 4 GHz.