

METODI D'APPLICAZIONE DELLA TEGOLA CANADESE

Le tegole bituminose realizzano un manto discontinuo, che trae impermeabilità dalla sovrapposizione degli elementi e dalla pendenza del piano di posa. Quindi, da una determinata pendenza (sempre maggiore di 15° o 25%, dipendente dal modello di tegola), il manto è impermeabile per la semplice sovrapposizione della tegola mentre, al di sotto di tali pendenze ed indipendentemente dal tipo di supporto, si devono applicare le tegole con l'uso di una guaina bituminosa come substrato impermeabile e di fissaggio.

Di seguito riportiamo delle tabelle in cui si indicano i limiti di pendenza in relazione alla lunghezza della falda relativi alle diverse tipologie di ciascun modello di tegola delle linee graniglia e metallo.

Tegola STANDARD - LIBERTY

Pendenza Del tetto	Lunghezza della falda		
	Fino a 7 ml	Da 7 a 10 ml	Da 10 a 15 ml
Oltre a 35%	Posa a chiodi	Posa a chiodi	Posa a chiodi
Da 30% a 35%	Posa a chiodi	Posa a chiodi	Impermeabilizzare
Da 25% a 30%	Posa a chiodi		
Sino a 25 %	Impermeabilizzare		

Tab.7

Tegola Prestige ELITE - Prestige TRADITIONAL -TRADITIONAL - MOSAIK

Pendenza Del tetto	Lunghezza della falda		
	Fino a 7 ml	Da 7 a 10 ml	Da 10 a 15 ml
Oltre a 40%	Posa a chiodi	Posa a chiodi	Posa a chiodi
Da 35% a 40%	Posa a chiodi	Posa a chiodi	Impermeabilizzare
Da 30% a 35%	Posa a chiodi		
Sino a 30 %	Impermeabilizzare		

Tab.8

Tegola Prestige COMPACT - COMPACT ZT - MASTER

Pendenza Del tetto	Lunghezza della falda		
	Fino a 7 ml	Da 7 a 10 ml	Da 10 a 15 ml
Oltre a 45%	Posa a chiodi	Posa a chiodi	Posa a chiodi
Da 40% a 45%	Posa a chiodi	Posa a chiodi	Impermeabilizzare
Da 35% a 40%	Posa a chiodi		
Sino a 35 %	Impermeabilizzare		

Tab.9

Tegola GOTHIK

Pendenza Del tetto	Lunghezza della falda		
	Fino a 7 ml	Da 7 a 10 ml	Da 10 a 15 ml
Oltre a 55%	Posa a chiodi	Posa a chiodi	Posa a chiodi
Da 45% a 50%	Posa a chiodi	Posa a chiodi	Impermeabilizzare
Da 40% a 45%	Posa a chiodi		
Sino a 40 %	Impermeabilizzare		

Tab.10

DIMENSIONAMENTO DELLA CAMERA DI VENTILAZIONE

Qualora il piano di posa sia chiodabile ma la falda risulti troppo lunga per rientrare nel metodo di posa a chiodi, secondo i valori indicati nelle precedenti tabelle, è possibile talvolta procedere con una posa mista chiodo-fiamma.

Per meglio chiarire questa ulteriore possibilità si riporta un esempio che, con riferimento alla tabella V, analizza 3 casi con pendenza del 33% e lunghezze di falda 5, 9 e 14 ml. Come indicato in tabella, con pendenza 33% si posa a chiodi fino a una falda lunga 7 ml. In falde con lunghezza maggiore, è necessario impermeabilizzare in gronda, applicando la tegola a fiamma sulla guaina, ma consentendo l'applicazione a chiodo negli ultimi 7 metri della falda. Da questo esempio si può dedurre la norma da seguire per il proprio caso specifico, in relazione al modello di tegola prescelto.

ESEMPI: APPLICAZIONE SU FALDE DI DIVERSA LUNGHEZZA (PENDENZA DEL 33%)

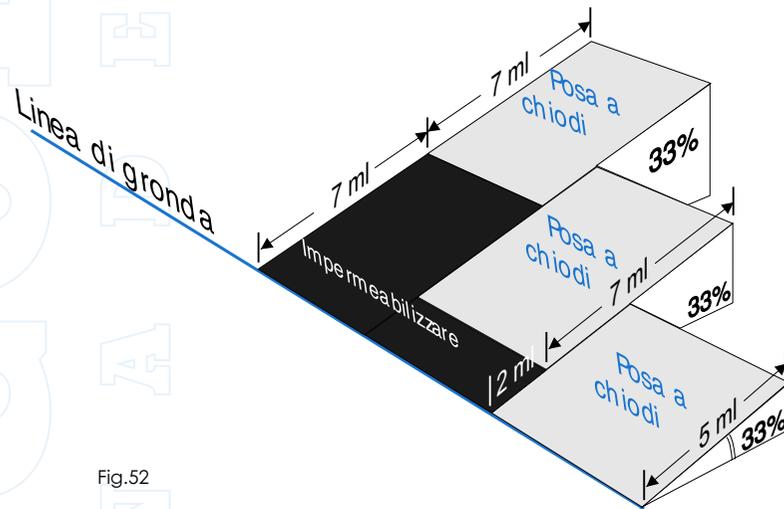


Fig.52

PER LUNGHEZZE DI FALDA SUPERIORI AI 15 METRI INTERPELLARE TEGOLA CANADESE

L'efficiente circolazione dell'aria all'interno del "tetto ventilato" richiede il corretto dimensionamento della camera di ventilazione, il cui spessore è in funzione della lunghezza e della pendenza della falda.

Affinché nel tetto ventilato si verifichi la naturale circolazione dell'aria sono necessarie alcune condizioni:

- che il tetto presenti una pendenza
- che al suo interno sia disponibile una massa d'aria, la quale possa fuoriuscire da aperture in colmo e essere sostituita da altra aria proveniente dalle aperture in gronda
- che esista una differenza di temperatura fra l'aria esterna e quella disponibile nella camera di ventilazione.

Una falda lunga, o una pendenza limitata, richiedono uno spessore maggiore della camera di ventilazione come è previsto dai valori riportati in tabella I. È infatti evidente come a una minore pendenza del tetto deve corrispondere un maggiore spessore della camera di ventilazione, al fine di compensare la ridotta pendenza con l'aumento della massa d'aria disponibile. Anche la lunghezza della falda determina un impedimento alla naturale circolazione dell'aria, per cui è necessario aumentare lo spessore della camera di ventilazione. Le dimensioni delle entrate e delle uscite dell'aria sono anch'esse dimensionate in funzione della pendenza del tetto e della lunghezza della falda (Tab. II e Tab. III).

Lunghezza della falda	SPESORE MINIMO CAMERA DI VENTILAZIONE				
	Pendenza della falda				
	18%	26%	36%	46%	57%
5 m	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm
10 m	8 cm	6 cm	5 cm	5 cm	5 cm
15 m	10 cm	8 cm	6 cm	5 cm	5 cm
20 m	10 cm	10 cm	8 cm	6 cm	5 cm
25 m	10 cm	10 cm	10 cm	8 cm	6 cm

TAB.11

Lunghezza della falda	DIMENSIONE APERTURE D'ENTRATA DELL'ARIA PER ml di GRONDA				
	Pendenza della falda				
	18%	26%	36%	46%	57%
5 m	50 cm ²	49 cm ²	48 cm ²	46 cm ²	42 cm ²
10 m	100 cm ²	98 cm ²	96 cm ²	92 cm ²	84 cm ²
15 m	150 cm ²	147 cm ²	144 cm ²	138 cm ²	126 cm ²
20 m	200 cm ²	196 cm ²	192 cm ²	184 cm ²	168 cm ²

TAB.12

Lunghezza della falda	DIMENSIONE APERTURE D'USCITA D'ARIA PER ml DI COLMO				
	Pendenza della falda				
	18%	26%	36%	46%	57%
5 m	60 cm ²	59 cm ²	58 cm ²	56 cm ²	52 cm ²
10 m	120 cm ²	118 cm ²	116 cm ²	112 cm ²	104 cm ²
15 m	180 cm ²	177 cm ²	174 cm ²	168 cm ²	156 cm ²
20 m	240 cm ²	236 cm ²	232 cm ²	224 cm ²	208 cm ²

TAB.13

Nella maggior parte dei casi, il "tetto ventilato" non richiede la predisposizione di barriere al vapore in alluminio. Infatti la circolazione dell'aria nell'intercapedine garantisce l'eliminazione dei vapori proveniente dai locali sottostanti. Il sistema può essere migliorato dall'uso di membrane, come vapobar e difbar, che regolamentando il passaggio del vapore, consentono allo stesso di attraversare il coibente senza danneggiarne le proprietà.

In particolari situazioni come piscine coperte, ristoranti ed in genere in tutti i casi in cui esista un'alta concentrazione di vapore, è necessario l'inserimento di una barriere al vapore.

PIANI DI POSA OTTIMALI

I pannelli multistrato in conifera, legati con resine fenoliche, "plywood", sono l'ideale sottofondo per la posa delle tegole bituminose, si applicano facilmente, resistono all'acqua ed hanno un'elevata stabilità dimensionale.

La scelta dello spessore e la distanza tra gli appoggi deve essere determinata valutando il carico che questi devono sopportare. Di seguito riportiamo dei grafici che mettono in relazione "l'interasse di appoggio" con la "portata del pannello" evidenziando la portata del medesimo agli interassi 48 e 61 cm (interassi ottimali per contenere lo sfido).

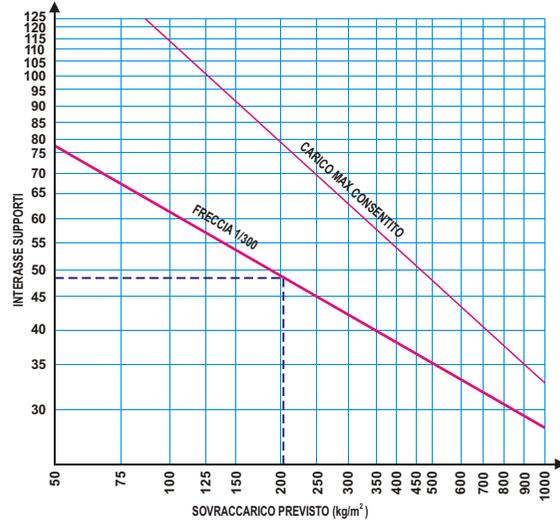
Ricordiamo comunque che il sovraccarico da considerare comprende:

- il peso proprio della copertura (l'intero pacchetto ventilato tegola canadese è di circa 25-30 kg)
 - spinta del vento previsto dalle normative
 - il carico della neve previsto dalle normative
- (una prima valutazione può essere fatta consultando le tavole semplificate neve e vento riportate nell'appendice 3).

Plywood Spessore 9,5 mm Graf.4

CONDIZIONI DI CARICO

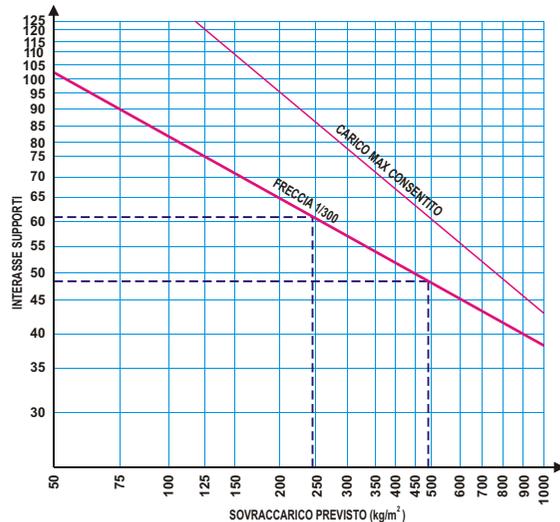
- Carico uniformemente distribuito.
- pannelli posati su minimo 3 appoggi e con le fibre esterne ortogonali ai supporti.
- Calcolo effettuato con pannelli in condizioni umide e con carichi permanenti nel tempo.



Plywood Spessore 12,5 mm Graf.5

CONDIZIONI DI CARICO

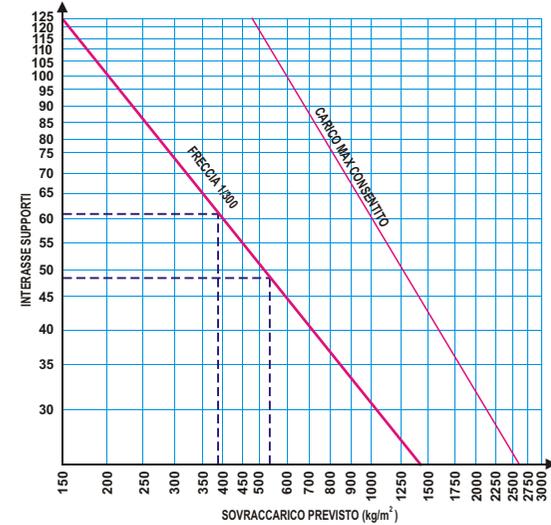
- Carico uniformemente distribuito.
- pannelli posati su minimo 3 appoggi e con le fibre esterne ortogonali ai supporti.
- Calcolo effettuato con pannelli in condizioni umide e con carichi permanenti nel tempo.



Plywood Spessore 15,5 mm Graf.6

CONDIZIONI DI CARICO

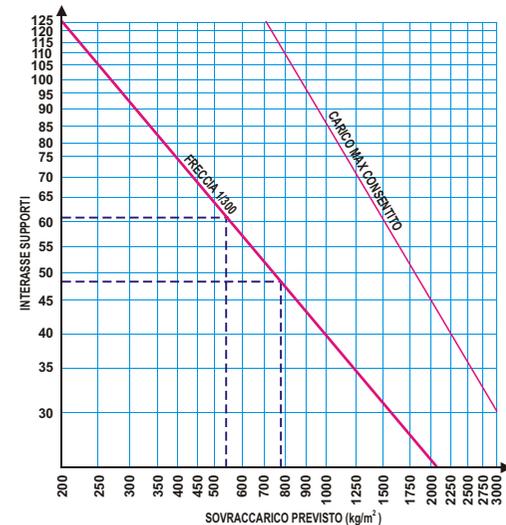
- Carico uniformemente distribuito.
- pannelli posati su minimo 3 appoggi e con le fibre esterne ortogonali ai supporti.
- Calcolo effettuato con pannelli in condizioni umide e con carichi permanenti nel tempo.



Plywood Spessore 18,5 mm Graf.7

CONDIZIONI DI CARICO

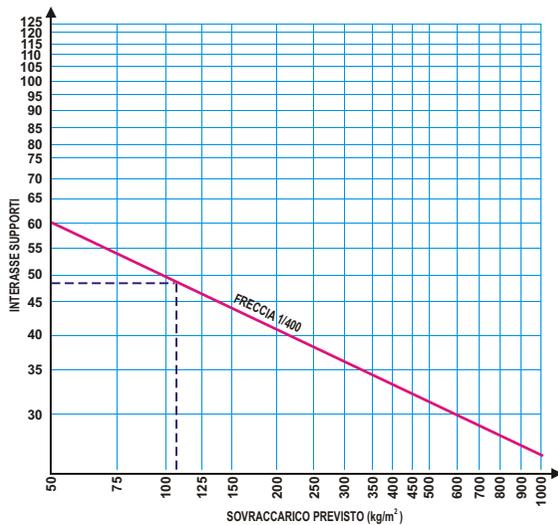
- Carico uniformemente distribuito.
- pannelli posati su minimo 3 appoggi e con le fibre esterne ortogonali ai supporti.
- Calcolo effettuato con pannelli in condizioni umide e con carichi permanenti nel tempo.



I seguenti grafici (dedotti dalla documentazione tecnica della Kronoply ed. 2005) definiscono le capacità di carico di pannelli di lamelle orientate (OSB) per uso portante in condizioni umide tipo OSB/3.

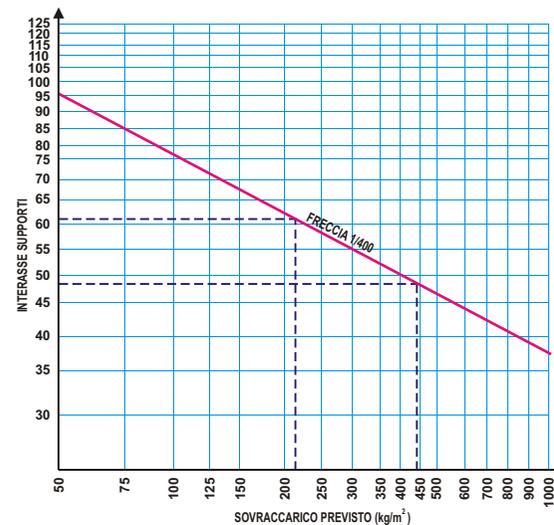
OSB
Spessore 9 mm
 Graf.8

- CONDIZIONI DI CARICO**
- Carico uniformemente distribuito.
 - pannelli posati su minimo 3 appoggi e con le fibre esterne ortogonali ai supporti.
 - Calcolo effettuato con pannelli in condizioni umide e con carichi permanenti nel tempo.



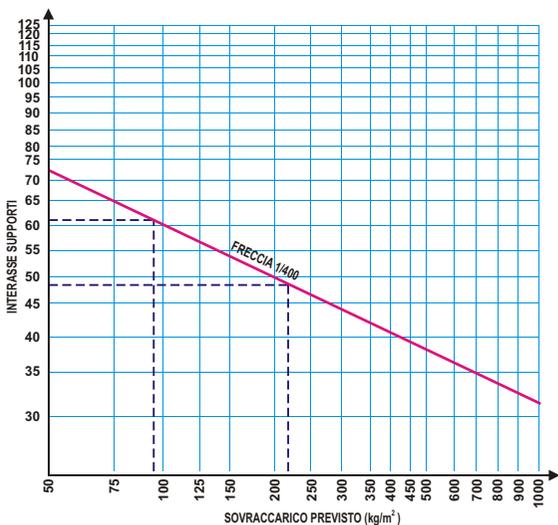
OSB
Spessore 15 mm
 Graf.10

- CONDIZIONI DI CARICO**
- Carico uniformemente distribuito.
 - pannelli posati su minimo 3 appoggi e con le fibre esterne ortogonali ai supporti.
 - Calcolo effettuato con pannelli in condizioni umide e con carichi permanenti nel tempo.



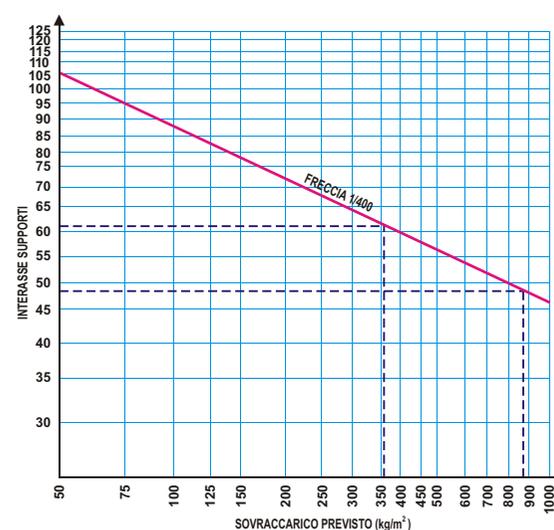
OSB
Spessore 12 mm
 Graf.9

- CONDIZIONI DI CARICO**
- Carico uniformemente distribuito.
 - pannelli posati su minimo 3 appoggi e con le fibre esterne ortogonali ai supporti.
 - Calcolo effettuato con pannelli in condizioni umide e con carichi permanenti nel tempo.



OSB
Spessore 18 mm
 Graf.11

- CONDIZIONI DI CARICO**
- Carico uniformemente distribuito.
 - pannelli posati su minimo 3 appoggi e con le fibre esterne ortogonali ai supporti.
 - Calcolo effettuato con pannelli in condizioni umide e con carichi permanenti nel tempo.



CARICO NEVE / SPINTA DEL VENTO

La corretta posa dovrà essere effettuata facendo in modo che i supporti siano sempre ortogonali alle fibre esterne del pannello. Inoltre i pannelli dovranno sempre risultare sfalsati tra loro in modo da legare omogeneamente tutta la struttura portante del tetto.

Nelle congiunzioni tra i pannelli va previsto uno spazio di almeno 3 mm. La chiodatura va effettuata ogni 15 cm sull'asse del supporto, con chiodi zincati ad aderenza migliorata lunghi almeno 45 mm.

Tra i pannelli di plywood vengono interposte speciali clips metalliche che miglioreranno e uniformeranno la portata dei pannelli. Come illustrato nelle seguenti figure, queste vengono posizionate in corrispondenza del bordo dei pannelli e più precisamente a metà tra gli interassi dei supporti.

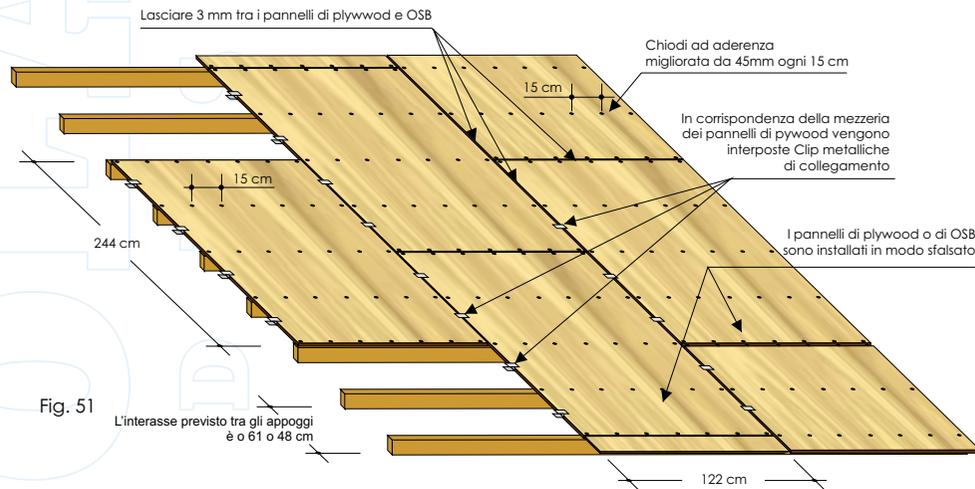


Fig. 51

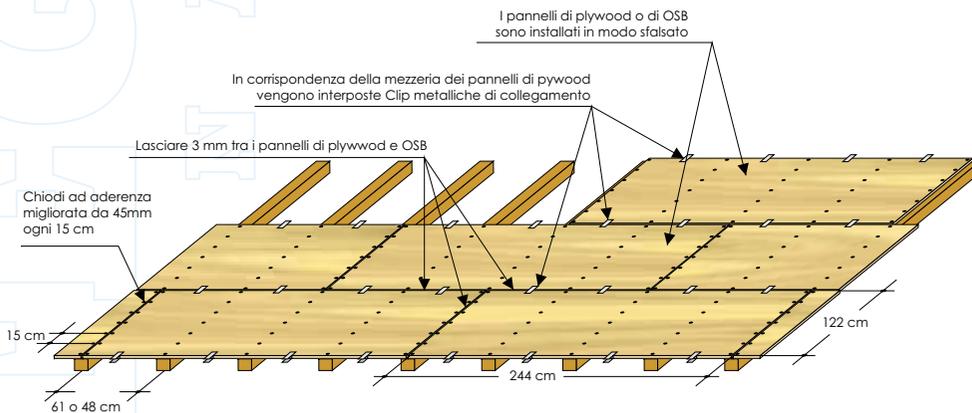


Fig. 52

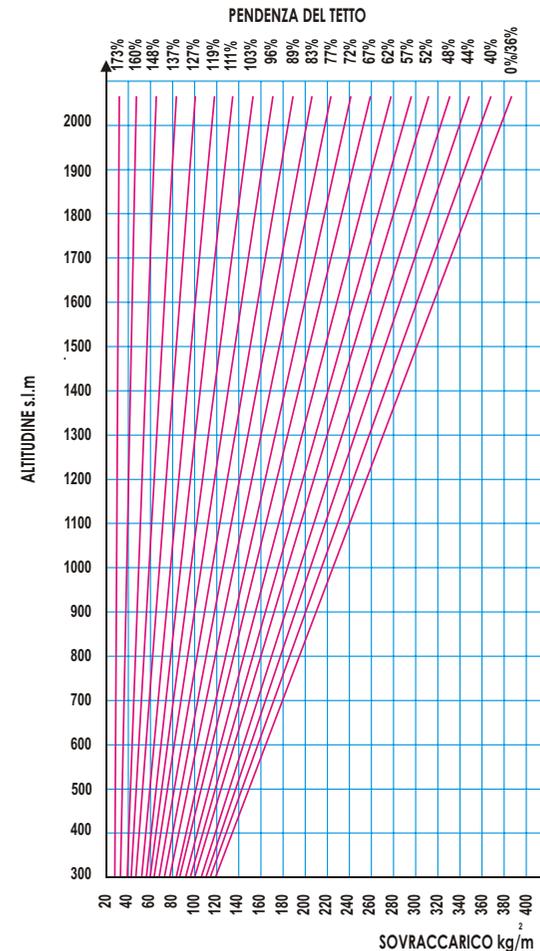
I pannelli multistrato in conifera, legati con resine fenoliche, "plywood", sono l'ideale sottofondo per la posa delle tegole bituminose, si applicano facilmente, resistono all'acqua ed hanno un'elevata stabilità dimensionale.

La scelta dello spessore e la distanza tra gli appoggi deve essere determinata valutando il carico che questi devono sopportare.

Sarà quindi necessario valutare:

- il peso proprio della copertura (l'intero pacchetto ventilato tegola canadese è di circa 25-30 kg)
- spinta del vento previsto dalle normative
- il carico della neve previsto dalle normative

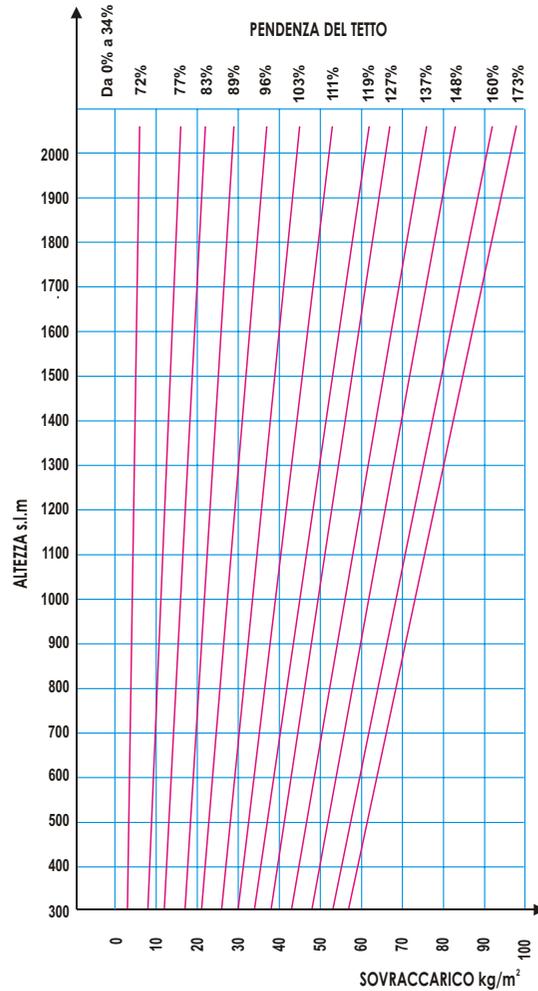
Di seguito riportiamo dei grafici che offrono un approccio semplificato alla definizione dei suddetti carichi.



Sovraccarico prodotto dalla neve
Graf. 12

Il grafico serve per la definizione del sovraccarico per neve, previsto per differenti altitudini s.l.m. ed il rapporto dell'inclinazione della falda. Nel grafico è già compreso il peso proprio della copertura (30 kg/m²)

Sovraccarico prodotto dal vento
Graf.13



Il grafico serve per il calcolo della spinta del vento (azione cinetica), in rapporto all'altitudine s.l.m. ed alla inclinazione della falda.
N.B.: Con tetti aventi pendenze inferiori al 34% non va calcolato alcun carico per vento, essendo questo uguale, o inferiore, alla depressione creata.

La coibentazione dell'edificio consente di mantenere all'interno degli ambienti determinate condizioni di benessere termico ostacolando il naturale flusso del calore, energia termica, verso l'esterno durante l'inverno o verso l'interno durante l'estate. Lo strato isolante è presente in tutte le soluzioni tecniche di chiusura stratificata dove viene in genere collocato in una intercapedine interna alla stessa. In relazione a varie necessità di ordine progettuale, tecnico o estetico, tale strato isolante può trovare collocazione sulla superficie esterna della chiusura (soluzione per coibentare sottotetti abitati o per realizzare cappotti in parete), su quella interna (controsoffitti o controparete) e, per i tetti, coibentare sull'ultimo solaio orizzontale quando lo spazio sottotetto non viene usato per fini abitativi.

Tale scelta influisce sulla risposta inerziale dell'edificio poiché se posto all'esterno (primo caso) fa diventare il resto della chiusura massa d'accumulo con conseguente riduzione dell'escursione della temperatura interna e quindi risulta essere una tecnologia adeguata ad ambienti vissuti nell'arco delle 24h. Viceversa quando il coibente viene posto all'interno (secondo caso) la risposta alle variazioni termiche dei locali aumenta. In questo caso se da un lato il coibente risente in modo diretto dell'attivazione dell'impianto di riscaldamento-raffrescamento dall'altro risente negativamente del resto della chiusura che, come detto, è massa d'accumulo e nella stagione calda ostacola lo smaltimento delle calorie accumulate per effetto della radiazione solare e nella stagione fredda, quando il riscaldamento è spento, l'ambiente diventa subito freddo. In generale, i materiali componenti una chiusura che separa due ambienti a temperature differenti offrono una resistenza al passaggio del calore che varia in relazione diretta allo spessore del materiale e in modo inverso alla sua possibilità di trasmettere calore (trasmissione). La trasmittanza termica [U=W/m² °K] indica la quantità di calore che viene dispersa da un m² di involucro dell'edificio, qualora vi sia una differenza di temperatura tra interno T_i ed esterno T_e. È definita dall'inverso della somma delle resistenze termiche [R=m² °K/W] degli strati che costituiscono la parete o il solaio. A bassi valori di trasmittanza termica corrisponde una minore dispersione del calore.

Trasmittanza termica

$$U = \frac{1}{R} \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K} \right] \quad (I)$$

La resistenza termica è determinata dal rapporto tra lo spessore dello strato e la conducibilità termica del materiale λ [W/m °K].

Resistenza termica

$$R = \frac{s}{\lambda} \left[\frac{m^2 \cdot ^\circ K}{W} \right] \quad (II)$$

La norma UNI 10351 distingue il λ dei materiali tra quello ottenuto da sperimentazione in laboratorio "λm" e il "λ" da usare nei calcoli. Il secondo si ottiene semplicemente moltiplicando il primo per un coefficiente peggiorativo "m", definito in percentuale, che tiene conto della perdita prestazionale del materiale dopo essere stato posto in opera (consultare Appendice Vll). Nelle schede tecniche dei materiali in commercio viene riportato il "λd" che in modo analogo può essere usato nei calcoli peggiorato col medesimo coefficiente "m". Inoltre nella norma UNI 10351 viene fatta una ulteriore distinzione relativamente all'impiego di materiali non omogenei (connubio tra laterizi,

TAVOLE DI RIFERIMENTO PER CALCOLO DELLE CHIUSURE

cementi e malte) per cui non si parla di conduttività termica ma di conduttanza termica unitaria $[C=W/m^2 \text{ } ^\circ K]$ ed in particolare nella norma UNI 10355 vengono riportate le principali tipologie e i valori ad esse correlati.

Inoltre è da considerare lo scambio di calore tra l'aria e la superficie di pareti e solai. L'adduttanza unitaria superficiale indica il coefficiente liminare di passaggio termico tra aria e superficie la cui resistenza termica è il suo reciproco.

Ne consegue che in una chiusura stratificata si considera:

$$R_{tot} = 1/h_i + s_1/\lambda_1 + s_2/\lambda_2 + \dots + s_i/\lambda_i + 1/C + 1/h_e$$

Adduttanze unitarie superficiali

Chiusure verticali

$$\frac{1}{h_i} = 0,123 \quad (III)$$

Chiusure orizzontali

$$\frac{1}{h_i} = 0,107 \quad (IV)$$

Chiusure verticali e orizzontali

$$\frac{1}{h_e} = 0,043 \quad (V)$$

E in fine la trasmittanza termica totale:

$$U_{tot} = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{s_i}{\lambda_i} + \frac{1}{C} + \frac{1}{h_e}} \left[\frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ K} \right] \quad (VI)$$

La norma UNI 10351 fornisce i valori dei principali materiali edilizi utilizzati indicando una percentuale di maggiorazione tra conduttività termica di riferimento (λ_m) e conduttività termica di calcolo (λ).

Di seguito riportiamo la Tab.14 in cui vengono riportati valori indicativi sui principali materiali usati in edilizia mentre in Tab.15 valuteremo nello specifico materiali coibenti.

COEFFICIENTE DI CONDUZIONE TERMICA λ IN MATERIALI PER LE CHIUSURE

MATERIALI	DENSITÀ Kg/m ³	λ_m W/(m K)	m (%)	λ W/(m K)
Aria in quiete	1,3			0,026
Calcestruzzo				
di sabbia e ghiaia	2000	1,01	15	1,16
di sabbia e ghiaia	2400	1,66	15	1,91
di argilla espansa	500	0,14	20	0,16
di argilla espansa	1700	0,63	20	0,75
cellulare	400	0,12	25	0,15
cellulare	800	0,20	25	0,25
Laterizio				
laterizio	600	0,13	90	0,25
laterizio	1400	0,40	25	0,50
laterizio	2000	0,80	12	0,90
Legno				
abete	450	0,10	20	0,12
pino	550	0,12	20	0,15
acero	710	0,15	20	0,18
quercia	850	0,18	20	0,22
Metalli				
acciaio	7800			52,00
alluminio	2700			209,00
piombo	113			35,00
rame	8900			380,00
Rocce				
ardesia	2700			2,00
basalto	2800			3,50
granito	2500			3,20
Isolanti				
di vetro (semirigido)	20	0,039	10	0,043
di vetro (rigido)	30	0,036	10	0,040
di roccia (semirigido)	40	0,038	10	0,042
di roccia (rigido)	100	0,034	10	0,038
polistirene	20	0,037	10	0,041
polietilene	30	0,032	20	0,039
poliuretano espanso	35		10	0,035
poliuretano espanso	15		10	0,054
Intonaco				
gesso	1200			0,35
sabbia e gesso	1400			0,70
calce	1800			0,90
calce	1800			0,90
cemento	2000			1,40
cartongesso	900			0,21
Riempimenti				
argilla espansa	330	0,09	15	0,10
perlite espansa	100	0,055	20	0,066
Materiali bituminosi				
guaine	1200			0,26
TEGOLA CANADESE	1550			0,17

Tab.14

LA CONDENZA NEI TETTI (IL PUNTO DI RUGIADA)

Come ottimizzare l'isolamento termico del tetto? Le tabelle forniscono rapide ed utili indicazioni per il calcolo della conducibilità del tetto partendo dal materiale usato nella costruzione, fornendo un pratico ausilio nella scelta dell'isolante più idoneo.

COEFFICIENTE DI CONDUZIONE TERMICA λ NEI PRODOTTI ISOLANTI

	DENSITÀ Kg/m ³	λ m W/(m K)	m %	λ W/(m K)
Poliuretani in lastre ricavate da blocchi	32	0,023	40	0,032
Poliuretani in lastre ricavate da blocchi	40-50	0,022	45	0,032
Polisocianurati in lastre ricavate da blocchi	40	0,022	45	0,032
Polistirene espanso estruso, con pelle	35	0,030	15	0,035
Poliuretano espanso in situ	37	0,023	50	0,035
Polistirene espanso estruso, con pelle	30	0,031	15	0,036
Fibre di vetro pannelli rigidi	100	0,035	10	0,038
Fibre minerali da rocce feldpastiche - pannelli rigidi	100-125	0,034	10	0,038
Fibre di vetro pannelli semirigidi	30	0,036	10	0,040
Fibre minerali da rocce feldpastiche - pannelli semirigidi	55	0,036	10	0,040
Polistirene espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi, UBI 7819	25-30	0,036	10	0,040
Polistirene espanso in lastre ricavate da blocchi	20	0,036	10	0,040
Polistirene espanso estruso, senza pelle	30	0,037	10	0,041
Resine fenoliche in lastra	35	0,034	20	0,041
Polistirene espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi	30	0,038	10	0,042
Sughero espanso con leganti	90	0,039	10	0,043
Fibre minerali da rocce basaltiche - feltri trapuntati	60-80	0,037	20	0,044
Polistirene espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi	20	0,040	10	0,044
Resine fenoliche in lastre	60	0,037	20	0,044
Sughero espanso puro e espanso con leganti	130	0,041	10	0,045
Polistirene espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi	15	0,043	10	0,047
Fibre di vetro - feltri resinati	14	0,044	10	0,048
Resine ureiche espanse in situ	30	0,032	50	0,048
Vetro cellulare espanso	130	0,050	10	0,055
Mat.sfusi a bassa massa vol. - fibre di cellulosa	32	0,040	45	0,058
Lastre a base di perlite espansa, fibre e leganti bituminosi	190	0,059	20	0,071
Mat.sfusi a bassa massa vol. - vermiculite espansa in granuli da 0,1 a 12 mm	80	0,064	20	0,077

Tab. 15

Immaginiamo di immettere vapore acqueo in una stanza chiusa, con una temperatura interna di +25°C. Inizialmente, il vapore si disperderà nell'aria senza creare particolari fenomeni. Continuando in questa operazione arriveremo ad un punto in cui vedremo che il vapore acqueo inizierà un fenomeno di condensazione, aggregandosi in piccole gocce d'acqua. Ciò significa che a quel punto l'aria della stanza è satura e che l'umidità relativa è del 100%. In tali condizioni la quantità d'acqua presente nell'ambiente è di 23 g ogni m³ di aria. Se ripetessimo la stessa operazione, ma con temperatura interna di 0°C, otterremmo che al punto in cui l'umidità relativa raggiunge il 100% e inizierà il fenomeno di condensazione, la quantità d'acqua per m³ sarà di soli 4,839 g. Da questo si può dedurre che la quantità d'acqua che l'aria può sopportare è in funzione della temperatura dell'aria stessa. Pertanto se nella stessa stanza con una temperatura di +20°C immettessimo una umidità relativa del 60% e a questo punto riducessimo la temperatura troveremo che alla temperatura di circa +12°C l'umidità relativa sarà del 100% e inizierà il fenomeno di condensa "punto di rugiada" (vedi Tab.XI).

Appare quindi chiaro che in un tetto termicamente isolato, con una differenza termica tra l'interno (Ti +20°C) e l'esterno (che nel periodo invernale è circa 0°C), in una determinata zona all'interno dello stesso si avrà il punto di rugiada, con conseguente fenomeno di condensa del vapore acqueo.

Il materiale coibente, impregnandosi di umidità, perde notevolmente il proprio potere isolante, essendo l'acqua un buon conduttore termico. Lo stesso materiale coibente subisce, per la presenza di umidità al suo interno, un rapido degrado. Ciò provocherà formazione di muffe, macchie di umidità e rapido deterioramento dei materiali e delle strutture del tetto.

La localizzazione del punto di rugiada, in un normale tetto di legno, calcolati gli effetti della pressione effettiva del vapore acqueo e l'andamento della pressione di saturazione può essere visualizzata come nel disegno.

Stratificazione:

- guaina 4 mm
- lana di vetro 50 mm
- perlinaatura 20 mm

Condizione di contorno

- Ti +20° - UR 70%
- Te -10 - UR 70%

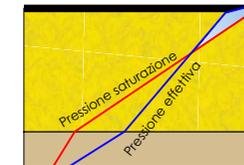


Fig. 53

Possiamo inoltre ricavare che nella zona interessata alla condensa avremo un accumulo di g 13 di acqua per m² ogni 24 h.

Emerge da questa analisi la necessità di bloccare la corrente ascensionale del vapore d'acqua, posizionando sotto lo strato coibente un'adeguata barriera o alternativemente realizzare un tetto ventilato, per avere sopra il coibente lo strato d'aria in movimento. Questo è assolutamente necessario in presenza di un sottotetto abitato e con temperature invernali esterne vicine o inferiori a 0°C.

Elenchiamo alcuni prodotti che nell'uso comune vengono usati, poiché identificati come barriere, con questa funzione indicandone, il coefficiente di resistenza alla diffusione o permeabilità al vapore acqueo (μ).

FATTORE DI RESISTENZA ALLA PERMEABILITÀ DEL VAPORE (μ)			
Materiale	μ	Spessore m	sD (s x μ)
Cartone bitumato 0,5 kg/m ²	2.500	0,0004	1
Cartone bitumato 1 kg/m ²	2.500	0,0008	2
Polietilene	60.000	0,00006	3,6
Guaina bitumata	30.000	0,003	90
Alluminio	Infinito	0,00005	infinito

Tab. 16

Anche se è opinione comune usare barriere che abbiano un fattore di resistenza uguale o superiore a quello della copertura è comunque consigliabile per coperture prive di ventilazione con sottotetto abitato usare sempre barriere in alluminio e/o metalliche, le uniche degne di questo nome. Ricordiamo ancora che la barriera al vapore dovrà essere sempre posizionata sotto il coibente e sempre sotto il punto di rugiada.

Tab. 17

TABELLA DELLE TEMPERATURE DEL PUNTO DI RUGIADA

temperatura dell'aria interna °C	L'umidità relativa dell'aria interna/Temperatura del punto di rugiada (o condensa)										
	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
-10	-17,6	-16,6	-15,7	-14,7	-13,9	-13,2	-12,5	-11,8	-11,2	-11,2	-10,0
-5	-12,9	-11,8	-10,8	-9,9	-9,1	-8,3	-7,60	-6,9	-6,2	-5,6	-5,0
+0	-8,1	-6,6	-5,6	-4,7	-3,8	-3,1	-2,3	-1,6	-0,9	-0,3	+0,0
+2	-6,5	-5,3	-4,3	-3,4	-2,5	-1,6	-0,8	-0,1	-0,6	+1,3	+2,0
+4	-4,8	-3,7	-2,7	-1,8	-0,9	-0,1	+0,8	+1,6	+2,4	+3,2	+4,0
+6	-3,2	-2,1	-1,0	-0,1	+0,9	+1,9	+2,8	+3,6	+4,4	+5,2	+6,0
+8	-1,6	-0,4	+0,7	+1,8	+2,9	+3,9	+4,8	+5,6	+6,4	+7,2	+8,0
+10	+0,1	+1,4	+2,6	+3,7	+4,8	+5,8	+6,7	+7,6	+8,4	+9,2	+10,0
+12	+1,9	+3,2	+4,3	+5,5	+6,6	+7,6	+8,5	+9,5	+10,3	+11,2	+12
+14	+3,8	+5,1	+6,4	+7,5	+8,6	+9,6	+10,6	+11,5	+12,4	+13,2	+14,0
+16	+5,6	+7,0	+8,2	+9,4	+10,5	+11,5	+12,5	+13,4	+14,3	+15,2	+16,0
+18	+7,4	+8,8	+10,1	+11,3	+12,4	+13,5	+14,5	+15,4	+16,3	+17,2	+18
+20	+9,3	+10,7	+12,0	+13,2	+14,3	+15,4	+16,5	+17,4	+18,3	+19,2	+20,0
+22	+11,1	+12,5	+13,9	+15,2	+16,3	+17,4	+18,4	+19,4	+20,3	+21,2	+22,0
+25	+13,8	+15,3	+16,7	+17,9	+19,1	+20,2	+21,3	+22,3	+23,2	+24,1	+25,0
+30	+18,5	+19,9	+21,2	+22,8	+24,2	+25,3	+26,4	+27,5	+28,5	+29,2	+30,0
+35	+23,0	+24,5	+26,0	+27,4	+28,7	+29,9	+31,0	+32,6	+33,1	+34,1	+35,0
+40	+27,6	+29,2	+30,7	+32,1	+33,5	+34,7	+35,9	+37,0	+38,0	+39,0	+40,0

TABELLA DI COMPARAZIONE

Gradi / Percentuale
e coefficiente per il calcolo delle superfici sui tetti inclinati

Normalmente le pendenze nei vari grafici ed istruzioni di posa "Tegola Canadese sono espresse in percento.

La presente tabella di comparazione, gradi percento, potrà pertanto essere di valido aiuto per convertire le pendenze.

Nella terza colonna è stato introdotto il coefficiente da utilizzare per il calcolo della superficie effettiva del tetto in relazione alle differenti pendenze. La superficie effettiva della copertura si otterrà moltiplicando il coefficiente per la superficie in pianta.

TAVOLA DI CONVERSIONE

In percentuale (%)	In gradi (°)	Coefficiente per il calcolo della superficie della copertura
1,75	1	1,000
3,50	2	1,001
7,00	4	1,002
10,51	6	1,005
14,05	8	1,011
17,74	10	1,016
21,26	12	1,022
24,93	14	1,030
28,67	16	1,039
32,49	18	1,050
36,40	20	1,063
40,40	22	1,078
44,52	24	1,093
48,77	26	1,110
53,17	28	1,132
57,74	30	1,152
62,49	32	1,177
67,45	34	1,204
72,65	36	1,233
78,13	38	1,268
83,91	40	1,290
90,04	42	1,345
96,57	44	1,390
100,00	45	1,412
103,55	48	1,440
111,06	50	1,493
119,17	52	1,555
127,99	54	1,620
137,64	56	1,700
148,28	58	1,790
160,03	60	1,886
173,20	62	1,999

AVVERTENZE

I dati esposti sono dati medi riferiti alla produzione attuale e possono essere variati in qualsiasi momento senza preavviso. Le informazioni sono il meglio delle nostre esperienze relative all'utilizzo dei prodotti ma non si assume nessuna responsabilità in merito ai risultati per l'intervento di fattori da noi indipendenti durante l'esecuzione dei lavori

Tab. 18