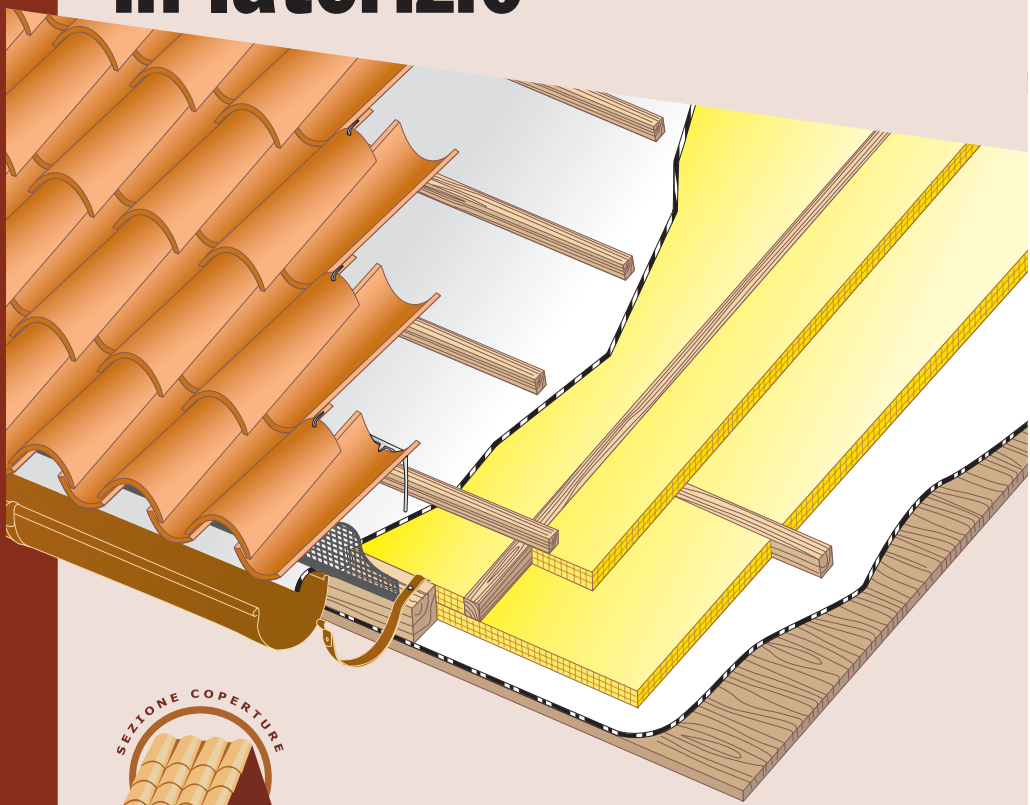
1

La corretta posa in opera dei manti di copertura in laterizio



SEZIONE COPERTURE

PRODUTTORI ANDIL

'Tetto': ovvero una breve e semplice parola che da sempre, evocando un complesso articolato di funzioni, quali riparo, protezione, sicurezza, comfort, individua con precisione una parte essenziale di ogni edificio.
Il *'tetto'* viene spesso dato per scontato, come se si potesse semplicemente e magicamente concretizzare con due tratti inclinati di matita su di un foglio bianco.
Questa banalizzazione può comportare serie conseguenze sulla durabilità, sui costi di manutenzione, sulle prestazioni e, non ultimo, sull'estetica dell'edificio.
La maggiore sensibilità riscontrabile in questi ultimi anni nei confronti del risparmio energetico, dell'isolamento acustico, del comfort abitativo, del rispetto dell'ambiente, in poche parole della funzionalità del *'sistema tetto'*, ne ha determinato una inevitabile rilettura, dando luogo ad una sua attenta e puntuale rivalutazione. Ne consegue un arricchimento della gamma dei prodotti disponibili sul mercato, sia di base che di complemento, la proposizione di nuove soluzioni di assemblaggio, la corretta definizione e sequenza degli strati componenti, quindi l'aggiornamento delle regolamentazioni di riferimento.
In proposito, si è lavorato molto, in ambito europeo, mettendo a punto delle normative sui materiali da copertura in grado di fornire chiari riferimenti sulle prestazioni dei prodotti e sulla loro corretta posa in opera. Queste norme, elaborate dal CEN (Comitato Europeo per la Normazione) a seguito dell'emanazione della Direttiva 89/106 *'Prodotti da costruzione*', hanno assunto una forte valenza legislativa, ricoprendo tutte quelle lacune ancora in essere, a tutto vantaggio di una maggior chiarezza e, quindi, di una rapida soluzione in caso di contestazione dei materiali.

Questo opuscolo - estratto dal libro di Antonio Lauría *'I manti di copertura in laterizio'* (Edizioni Laterservice, Roma, 2002) - costituisce un *vademecum* per affrontare in maniera corretta i principali problemi legati alla posa dei più importanti e diffusi manti per copertura nel nostro Paese: i coppi e le tegole in laterizio.

Indice

Parte I:
Conoscere i tetti e i manti di copertura in laterizio

Il tetto e i manti di copertura
Terminologia 4
Fattori caratteristici dei tetti 5

I requisiti essenziali di un buon tetto
Resistenza ai carichi 6
Micro-ventilazione del sottomanto 7
Ventilazione 8
Isolamento termico 9
Permeabilità al vapore 10
Tenuta all'acqua 11
Raccolta e allontanamento dell'acqua 12

Gli elementi del manto
Coppi e tegole 13
Elementi speciali 14
Elementi accessori 15
Elementi innovativi 16

Parte II:
La posa in opera dei manti di copertura in laterizio

Gli elementi di supporto
Elementi lineari e piani 17
Supporti per tegole 18
Supporti per coppi 19

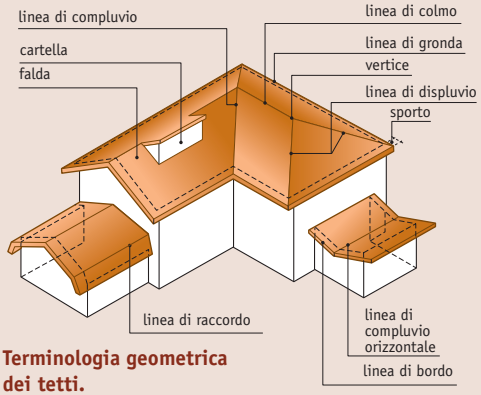
Gli elementi di fissaggio del manto
Tipologie e dimensionamento 20

La disposizione degli elementi del manto
Manti 'alla romana' e con embrici 21
Manti con tegole olandesi e portoghesi 22
Manti con tegole marsigliesi 23
Manti con coppi 24

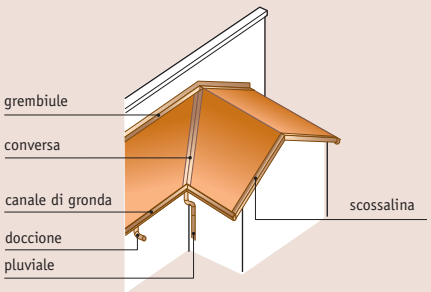
Aspetti particolari
Displuvi 25
Compluvi 26
Linee di raccordo 27
Soluzioni di continuità 28
Posa degli elementi fermaneve 29
Posa degli elementi di aerazione 30

Accettazione prodotti
Requisiti di accettazione 31

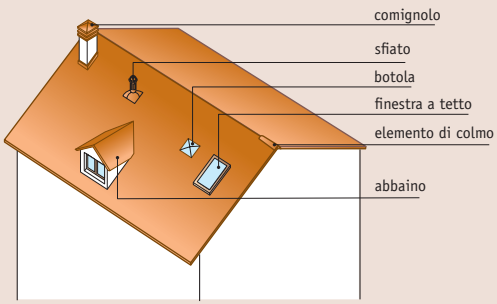
Terminologia



Terminologia geometrica dei tetti.



Terminologia degli elementi complementari.



Terminologia delle soluzioni di continuità.

Falda: superficie di copertura inclinata e geometricamente piana

Pendenza di falda: inclinazione della falda rispetto al piano orizzontale misurata in gradi o in percentuale

Pendenza d'esercizio: pendenza effettiva del manto di copertura che, a causa della sovrapposizione degli elementi, risulta sempre inferiore a quella di falda di qualche grado percentuale

Linea di displuvio: linea, orizzontale o inclinata, risultante dall'intersezione di due falde con pendenze divergenti

Linea di compluvio: linea, orizzontale o inclinata, risultante dall'intersezione di due falde con pendenze convergenti

Linea di gronda: linea perimetrale inferiore della falda su cui insiste l'elemento di raccolta delle acque meteoriche

Linea di colmo: linea risultante dall'intersezione delle falde alla sommità del tetto

Linea di raccordo: linea risultante dall'intersezione di due falde di pendenza diversa ma non opposta

Linea di bordo: linea ad andamento inclinato che costituisce il limite laterale del tetto

Vertice: punto di incontro di linee di colmo orizzontali e/o inclinate

Sporto o cornicione: parte sporgente del tetto rispetto alla parete dell'edificio

Cartella: elemento di raccordo tra l'intradosso di una falda e l'estradosso di un'altra

Grembiule: elemento che garantisce la tenuta all'acqua nel raccordo tra manto di copertura e corpi emergenti

Conversa: elemento che garantisce la tenuta all'acqua in corrispondenza dei compluvi

Scossalina: elemento che garantisce la tenuta all'acqua in corrispondenza delle linee di bordo

Canale di gronda: elemento per la raccolta dell'acqua piovana corrispondente alla linea di gronda

Pluviale: elemento per lo scarico incanalato dell'acqua piovana

Doccione: elemento per lo scarico a dispersione dell'acqua piovana

Comignolo, sfiato, portantenna: elementi accessori normalmente raccordati al manto mediante grembiuli

Botola o passo d'uomo e finestra a tetto: elementi che consentono l'accessibilità, l'illuminazione naturale del sottotetto e l'accessibilità al tetto

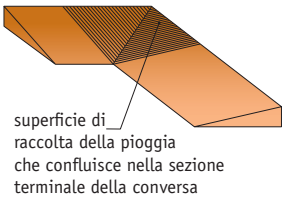
Abbaino: elemento che consente l'illuminazione e l'aerazione naturale del sottotetto, permettendo l'affaccio

Fattori caratteristici dei tetti

Prescrizioni particolari
Per climi mediamente piovosi e con modeste precipitazioni nevose si adottano comunemente pendenze intorno al 30-35%; per climi asciutti e senza precipitazioni temporalesche possono risultare idonee pendenze di poco inferiori; per climi dove abbonda la neve si raggiungono e superano pendenze dell'ordine del 150%.
La pendenza è influenzata anche dal tipo di manto di copertura.

Pendenza	Tegole		Coppi	
In percentuale	Sovrapposizione	Consigli per la posa	Sovrapposizione	Consigli per la posa
> 60%	Per incastro	Fissaggio integrale	7 cm	Fissaggio necessario
45 - 60%	Per incastro	Fissaggio della fila di gronda e di 1 tegola ogni 5 nel resto della copertura		
35 - 45%	Per incastro	Nessun fissaggio	7 - 9 cm	Fissaggio opportuno
35% Pendenza minima marsigliesi	Per incastro			
30% Pendenza minima	Per incastro		9 cm	

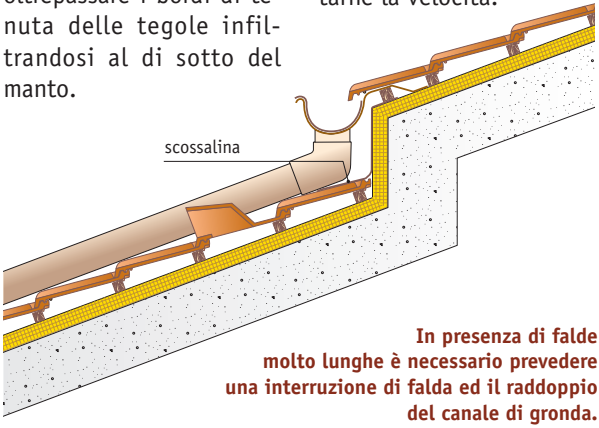
La regolarità geometrica e la lunghezza della falda
Quando la linea di gronda e quella di colmo hanno la stessa lunghezza, sono parallele ed orizzontali, il canale di gronda raccoglie in ogni tratto una pari quantità di acqua.
Se la regolarità *geometrica della falda* è elusa, come nel caso dei compluvi inclinati, possono crearsi problemi, più o meno gravi, di deflusso.
In questi casi si prevede, in corrispondenza dei compluvi, una conversa.
Quando la *lunghezza di falda* è considerevole (10÷12 m), la pioggia che scorre può oltrepassare i bordi di tenuta delle tegole infiltrandosi al di sotto del manto.



I compluvi determinano nella falda una discontinuità geometrica.

Pendenze di falda in rapporto al tipo di manto.

L'*interruzione di falda* rappresenta una valida soluzione poiché permette di intercettare, mediante un secondo canale di raccolta, l'acqua caduta sul primo tratto di falda e di rallentarne la velocità.

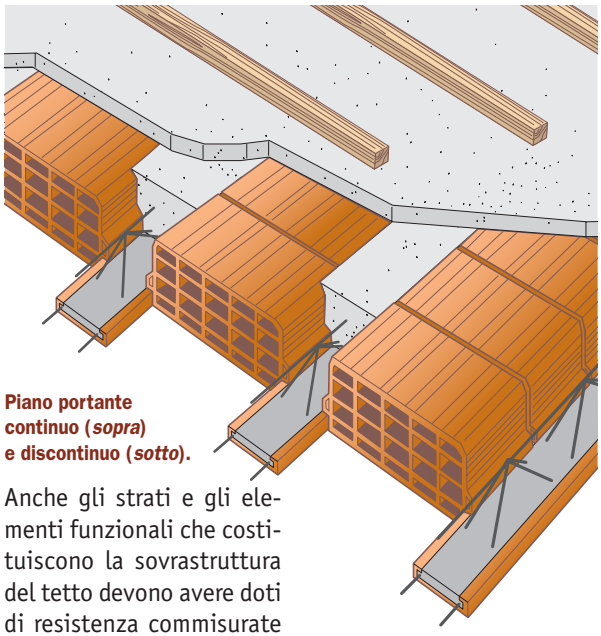


In presenza di falde molto lunghe è necessario prevedere una interruzione di falda ed il raddoppio del canale di gronda.

Resistenza ai carichi

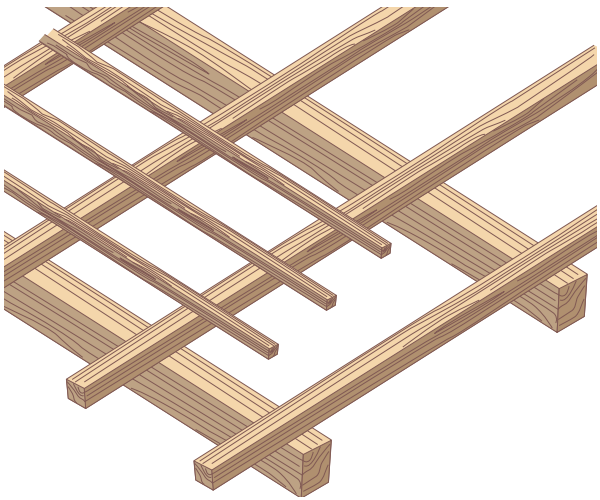
La struttura portante del tetto, che di norma ha la funzione di sostenere i *carichi permanenti* (il peso proprio più il peso della sovrastruttura) e i sovraccarichi accidentali di qualsiasi natura (dovuti agli agenti atmosferici, alla presenza di attrezzature, alle variazioni igrotermiche, al passaggio di operai...), può essere ricondotta a due principali tipologie:

1. a *piano portante continuo*, se la funzione portante si esplica lungo l'intero piano della falda;
2. a *piano portante discontinuo*, se la funzione portante si esplica unicamente lungo delle linee.



Piano portante continuo (*sopra*) e discontinuo (*sotto*).

Anche gli strati e gli elementi funzionali che costituiscono la sovrastruttura del tetto devono avere doti di resistenza commisurate alle funzioni che devono assolvere. In particolare, i manti di copertura devono resistere ai carichi dovuti al passaggio di installatori e manutentori rispetto ai quali assume una specifica rilevanza la resistenza alla sollecitazione di flessione.



Una prerogativa del tetto è, naturalmente, la resistenza alle precipitazioni atmosferiche e, in particolare, ai carichi dovuti alla grandine, alla neve, al ghiaccio e alla spinta del vento.

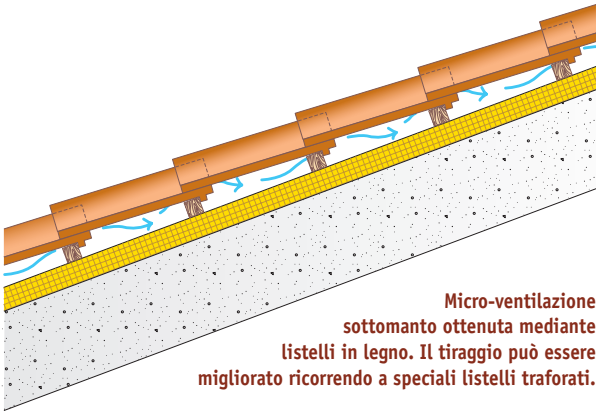
Ai fini del dimensionamento strutturale, i valori di tali sovraccarichi sono stabiliti dal D.M. 14.01.08 che divide l'Italia in quattro zone climatiche di nevosità e in nove zone climatiche di ventosità.

Micro-ventilazione del sottomanto

La *micro-ventilazione del sottomanto* è essenziale per l'efficienza e l'affidabilità del tetto e consente di tenere asciutto l'intradosso del manto impedendo l'imputridimento e il degrado degli elementi di supporto.

Si attua posando a secco gli elementi del manto su supporti posti, nella maggior parte dei casi, parallelamente alla linea di gronda.

Affinché la circolazione dell'aria abbia luogo, è indispensabile che la linea di gronda e quella di colmo siano il più possibile libere da ostruzioni.



Micro-ventilazione sottomanto ottenuta mediante listelli in legno. Il tiraggio può essere migliorato ricorrendo a speciali listelli traforati.

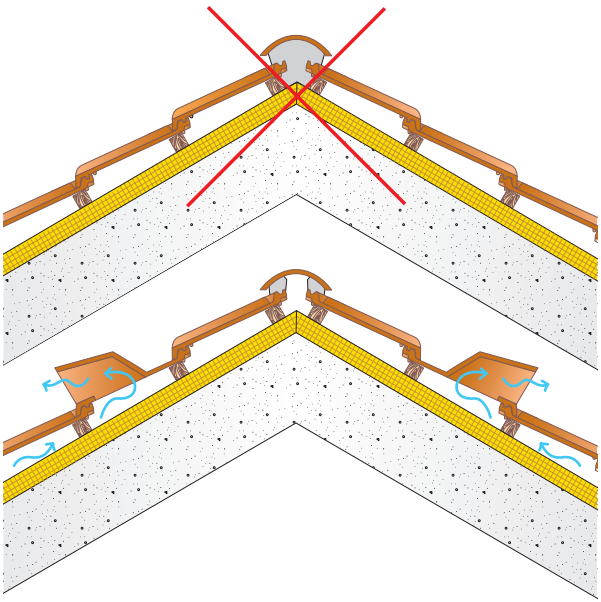
In corrispondenza della linea di gronda, per impedire l'accesso di volatili nell'intercapedine, si prevedono reti *parapasseri*.

Per incrementare la micro-ventilazione, possono adottarsi particolari *tegole d'aerazione*.

Dovendo ricorrere al fissaggio 'umido' degli elementi costituenti *la linea di colmo,* è indispensabile che:

- la malta sia posta solo sulle parti marginali del coppo o della tegola;
- nella seconda fila dal colmo siano previste delle tegole d'aerazione.

La posa del manto mediante allettamento di malta è assolutamente da evitare, poiché, oltre ad impedire la circolazione dell'aria e creare zone in cui l'acqua è più facilmente trattenuta, impedisce le naturali variazioni dimensionali di origine termica dei manufatti laterizi del manto.



Fissaggio "umido" del colmo: esempio errato *(in alto)* e corretto *(in basso)*.

Ventilazione

In periodo estivo, il tetto deve avere la capacità di accumulare calore e di sfalsarne la trasmissione verso l'interno in modo che i valori massimi di temperatura superficiale d'intradosso si verifichino quando i vani sottostanti non sono utilizzati o nelle ore notturne, quando, mediante la ventilazione naturale, l'aria puo essere più efficacemente raffreddata.

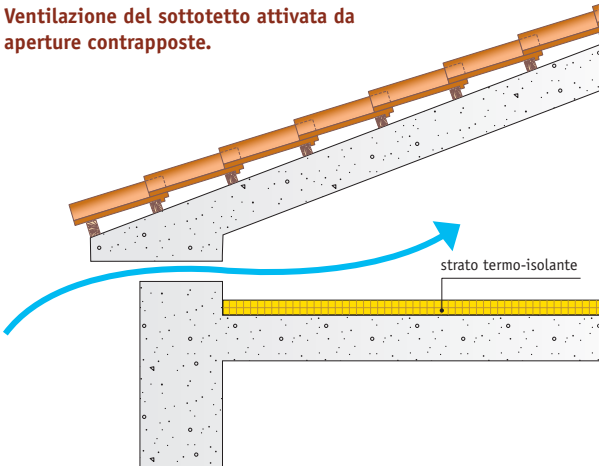
Se il sottotetto non è abitato, la ventilazione può essere attivata da una struttura portante discontinua oppure da aperture contrapposte nelle chiusure verticali.

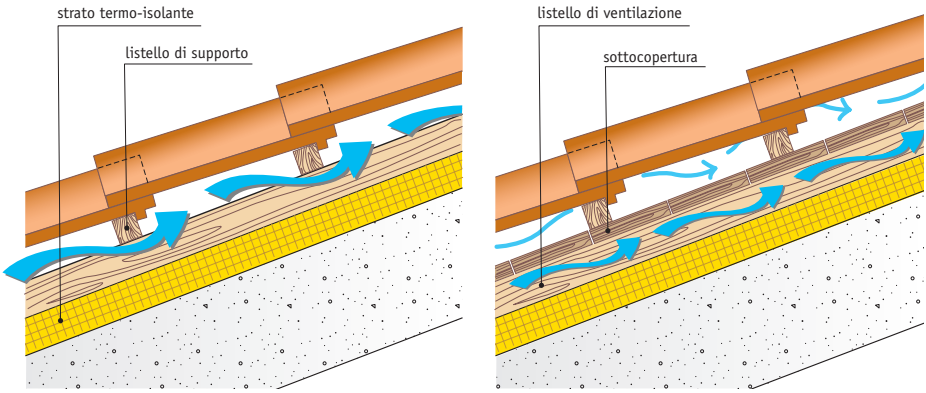
Quando il sottotetto è abitato, la limitazione del flusso di calore entrante si può garantire mediante la ventilazione sottomanto.

Questa può realizzarsi mediante una doppia orditura di listelli: la prima - di ventilazione - perpendicolare alla linea di gronda; la seconda - di supporto delle tegole - parallela alla linea di gronda. Le orditure possono anche essere separate da uno strato di supporto continuo *(sottocopertura)*: in questo caso, lo strato di *micro-ventilazione* è separato da quello di *ventilazione*.

La camera di ventilazione per manti in tegole deve essere ≥ 550 cm² per metro di larghezza della falda (≥ 275 cm² per manti in coppi) ed essere sgombra da ostruzioni in corrispondenza delle linee di gronda e di colmo.

Ventilazione del sottotetto attivata da aperture contrapposte.





Ventilazione del sottomanto mediante intercapedine unica *(a sinistra)* e doppia *(a destra)*.

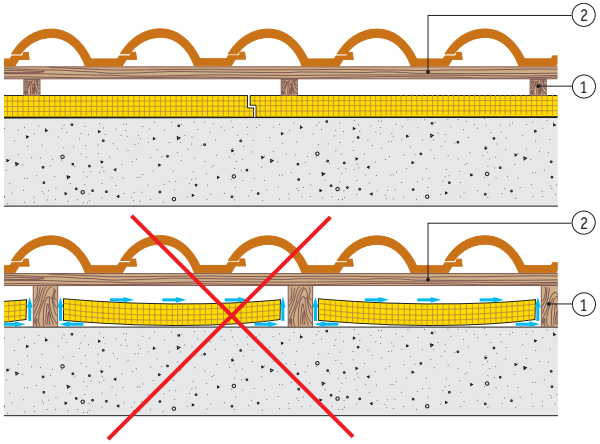
Isolamento termico

Per una buona efficienza termica del tetto (basse dispersioni, alta capacità di accumulo di calore) è bene posizionare lo strato termo-isolante sempre al di sopra del solaio di copertura; se è presente lo strato di ventilazione, lo strato termo-isolante va posto *sempre al di sotto* di esso.

Lo strato termo-isolante si può collocare al di sotto o interposto ai listelli di ventilazione.

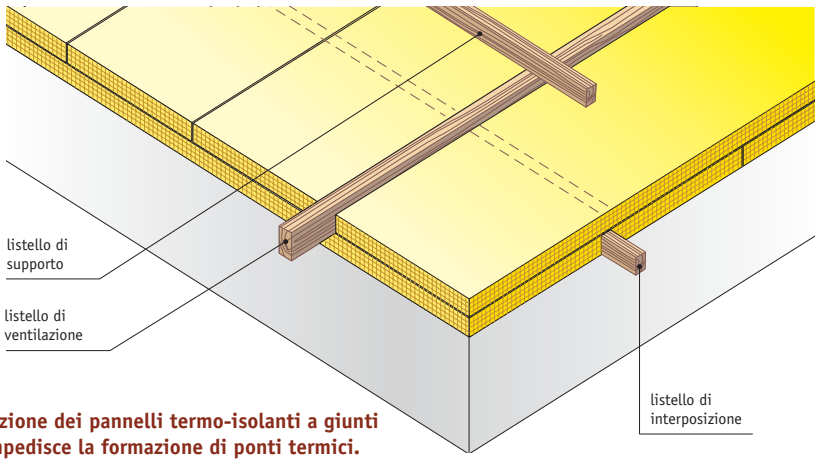
Nel primo caso, per garantire un'idonea resistenza a compressione, è opportuno utilizzare pannelli termo-isolanti ad alta densità (≥ 25 kg/m^3), possibilmente con giunto ad incastro o a battente. Nel secondo caso, se l'interposizione si attua per semplice accostamento dei pannelli isolanti ai listelli, possono crearsi zone di dispersione termica localizzata (ponti termici).

La perdita di efficienza termica si riduce drasticamente ricorrendo a pannelli sfalsati in doppio strato: al primo strato (con eventuale interposizione di listelli dello stesso spessore, se non si impiegano pannelli termo-isolanti ad alta densità) ne viene sovrapposto un secondo a giunti sfalsati con interposizione dei listelli di ventilazione.



1. listello di ventilazione *2. listello di supporto*

Disposizione corretta *(sopra)* ed errata *(sotto)* dello strato termo-isolante.



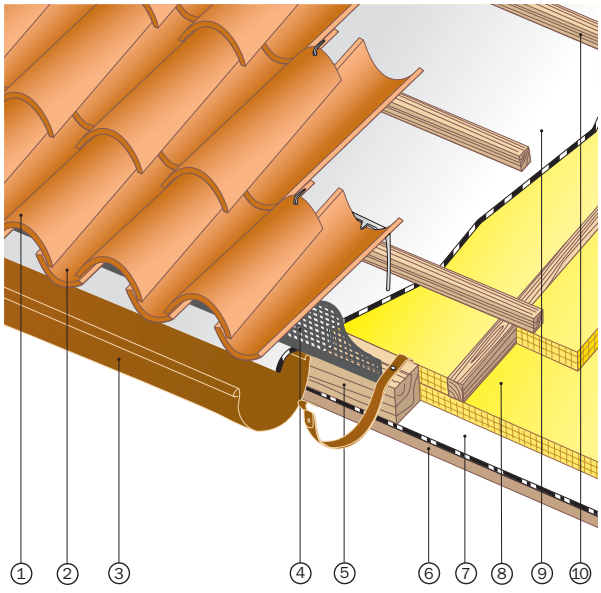
La disposizione dei pannelli termo-isolanti a giunti sfalsati impedisce la formazione di ponti termici.

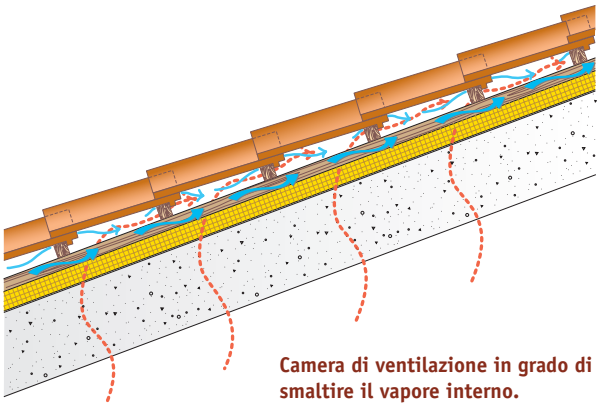
Permeabilità al vapore

Nei tetti sono spesso presenti strati integrativi di tenuta all'acqua (e al vapore) di tipo *continuo* posti negli strati 'freddi' della copertura (al di sopra dello strato con funzione termo-isolante).
Una elevata impermeabilità della soluzione adottata, in periodo invernale, può dare luogo alla formazione di condensa del vapore proveniente dagli strati interni, causando il rapido degrado e la perdita di prestazioni termiche della copertura stessa.

Tetto isolato e micro-ventilato con uso di barriera al vapore.

1. *coppi di coperta*
2. *coppi di canale con nasello*
3. *gronda*
4. *griglia parapasseri con funzione di aerazione e rialzo della prima fila di coppi*
5. *listello di battuta*
6. *supporto*
7. *barriera al vapore*
8. *doppio strato di pannelli termo-isolanti posti a giunti sfalsati e interposti a listelli*
9. *strato di tenuta all'acqua*
10. *listello di supporto*





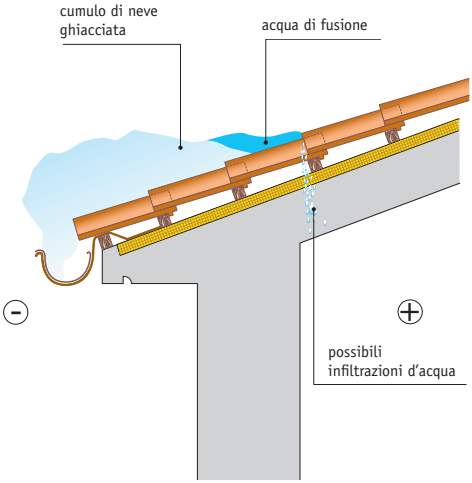
Camera di ventilazione in grado di smaltire il vapore interno.

Poichè, le *barriere al vapore* compromettono la traspirabilità del tetto e, conseguentemente, la purezza dell'aria interna, è sempre preferibile *allontanare* il vapore d'acqua anziché *bloccarlo*. A tale scopo, si può ricorrere ad una camera di ventilazione secondo le indicazioni della norma UNI 9460 sulla progettazione e l'esecuzione delle coperture "discontinue".

Tenuta all'acqua

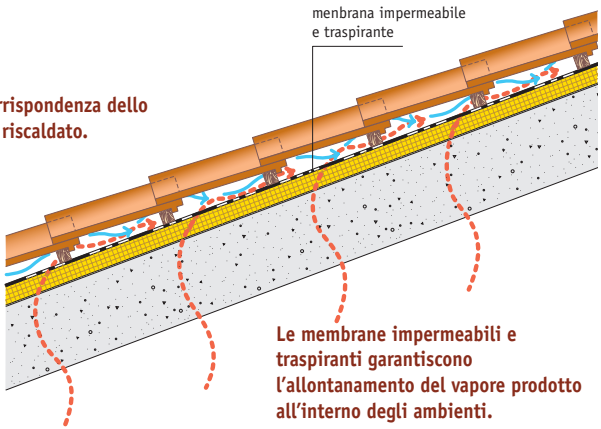
In alcune specifiche condizioni ambientali o in presenza di attrezzature che necessitano di periodiche manutenzioni, è prudente prevedere al di sotto del manto uno *strato di tenuta all'acqua complementare* di tipo continuo (ad esempio, membrane bituminose o sintetiche). Lo strato di tenuta all'acqua continuo è da considerarsi indispensabile: nella parte bassa della falda per un'altezza di almeno 150 cm dalla gronda verso il colmo, poiché questa è la parte del tetto che riceve l'acqua di tutta la falda; in corrispondenza delle soluzioni di continuità della falda, quando questa incontra elementi emergenti; più in generale, in tutte quelle situazioni in cui possono prevedersi ristagni d'acqua o di neve.

La posa degli strati impermeabili deve avvenire per sovrapposizioni orizzontali, con lo strato superiore che sormonta quello inferiore di circa 10 cm. In ogni caso, è bene impiegare *membrane impermeabili traspiranti* le quali consentono il passaggio del vapore, ma bloccano l'infiltrazione dell'acqua meteorica.



Effetti del disgelo differenziale in corrispondenza dello sporto in caso di sottotetto abitato e riscaldato.

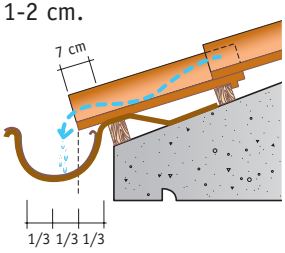
Schematizzazione del comportamento delle membrane impermeabili e traspiranti.



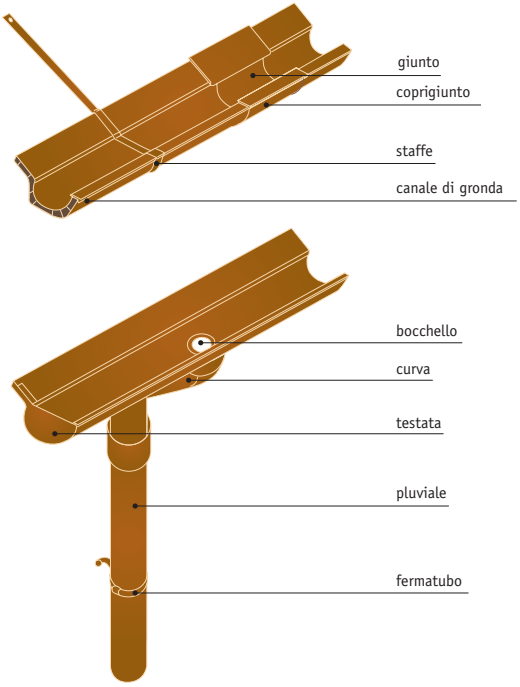
Le membrane impermeabili e traspiranti garantiscono l'allontanamento del vapore prodotto all'interno degli ambienti.

Raccolta e allontanamento dell'acqua

Il più diffuso sistema di raccolta e smaltimento dell'acqua piovana è basato sul binomio canale di gronda-pluviale.
Raggiunta per gravità la gronda, l'acqua, grazie ad un'inclinazione del canale compresa tra 0.3-0.5%, è diretta ai pluviali.
Normalmente si prevedono sezioni di gronde e pluviali di 0.8-1.0 cm^2 per m^2 della proiezione, sul piano orizzontale, della falda.
La linea di gronda è un punto delicato poichè qui l'acqua può insinuarsi sotto il manto anche grazie all'azione del vento e per questo motivo è consigliabile che la prima fila di tegole abbia una sporgenza sul canale di gronda pari a circa 1/3 della sua larghezza.
Per evitare che l'acqua tracimi verso la parete, il canale di gronda deve avere il bordo esterno più basso di quello interno di 1-2 cm.



Sporgenza della prima fila di tegole sul canale di gronda.



Elementi di raccolta e allontanamento dell'acqua.

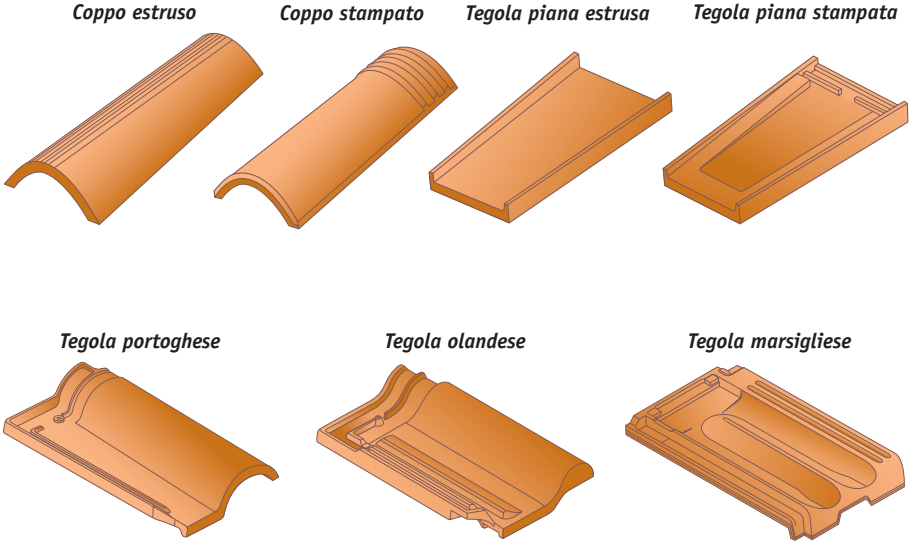
Sezione dei pluviali e del canale di gronda in relazione alla superficie della falda		
Area del tetto in proiezione orizzontale (m^2)	Diametro del canale di gronda (cm)	Diametro del pluviale (cm)
Fino a 10	8	4
Da 11 a 25	10	5
Da 26 a 50	12	7
Da 51 a 100	15	10
Da 101 a 200	18	10

Criteri di dimensionamento dei canali di gronda e dei pluviali.

Coppi e tegole

Gli elementi in laterizio per coperture si ascrivono a due specifiche tipologie: i *coppi* e le *tegole*.

Per ciascuna tipologia sono poi disponibili *elementi speciali*, elementi *accessori* ed elementi *innovativi* per migliorare l'aspetto e l'affidabilità del tetto e per facilitare la posa in opera.



Esempi di elementi standard.

I *coppi*, prodotti con la tecnica dell'estrusione o dello stampaggio, possono essere dotati di dentelli d'arresto.

La *tegola piana* (o *embrice* o *romana*) è impiegata solitamente insieme al coppo, più raramente insieme ad altre tegole piane soprammesse; quelle prodotte tramite stampaggio sono dotate di speciali risalti per la battuta del coppo di coperta.

La *tegola portoghese* e quella *olandese* inglobano morfologicamente le caratteristiche del coppo e dell'embrice: la parte piana consente il rapido deflusso dell'acqua, mentre la parte curva conferisce all'elemento un'adeguata resistenza meccanica.

La tegola olandese differisce da quella portoghese principalmente per il profilo della parte curva.

Sono disponibili elementi con la parte curva a destra oppure a sinistra.

La *tegola marsigliese*, grazie alla sua particolare forma, è molto versatile e si può utilizzare anche per coperture con andamento leggermente curvo.

I particolari incastri di sovrapposizione, di cui sono dotate tutte le tegole (ad eccezione di quella piana), garantiscono efficacemente la tenuta all'acqua del manto.

Elementi speciali

Gli *elementi speciali* sono necessari per risolvere specifici problemi in corrispondenza di punti critici del manto. Di seguito sono indicati alcuni esempi.

Gli elementi di colmo
Garantiscono la continuità di tenuta all'acqua del manto lungo le linee di displuvio.
In funzione del numero delle falde congiunte, possono essere a due, tre e quattro vie.

Gli elementi di testata
Sono impiegati per rifinire le linee di colmo in corrispondenza dei bordi di falda.

I profili laterali
Quando necessario sono adottati per rivestire i bordi laterali della falda.

Gli elementi di aerazione
Vengono impiegati per migliorare la circolazione d'aria all'intradosso del manto.
Non devono essere mai usati quali sfiati di bagni o di caldaie, poiché non progettati per quest'uso.

Gli elementi fermaneve
Ostacolano lo scivolamento verso il basso dei cumuli di neve ghiacciata accumulati sul tetto.

Gli elementi laterali di bordo
Consentono la chiusura e la protezione della congiungente laterale tra piano di falda e chiusura verticale evitando il ricorso a elementi di tenuta e protezione integrativi (ad esempio, scossaline metalliche).

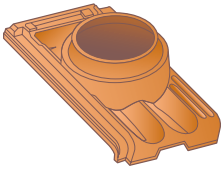
La tegola a doppia onda
Consente la messa in opera della tegola laterale di bordo garantendo un corretto raccordo con la tegola standard.

La mezzategola marsigliese
Viene utilizzata in corrispondenza delle linee di bordo per la posa del manto a giunti sfalsati.

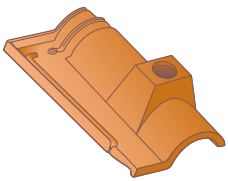
Elementi accessori

Gli elementi *accessori* sono utilizzati in corrispondenza di soluzioni di continuità del manto.
Per evitare problemi di integrabilità (colore, dimensioni, morfologia, sistema di ancoraggio...) è opportuno utilizzare elementi accessori prodotti dalla stessa azienda fornitrice degli elementi standard.
Di seguito sono riportati alcuni esempi puramente indicativi.

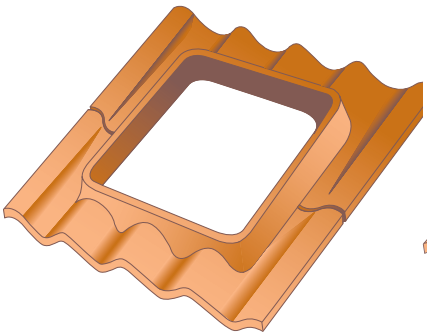
Marsigliese per sfiato



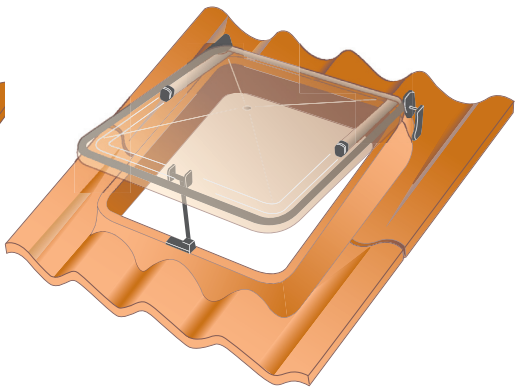
Portoghese per antenna



Elemento base per camino



Elemento base per lucernario



Elemento per sfiato
Consente la fuoriuscita in copertura di elementi terminali di sfiati.
L'utilizzo di sfiati o comignoli in laterizio è sconsigliato.

Elemento per antenna
Consente l'installazione di antenne per ricezione radiotelevisiva o simili.

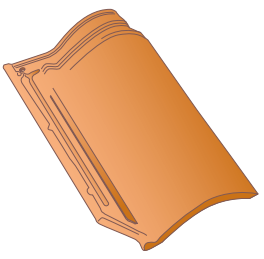
Elemento per camino
Permette la posa della canna fumaria.
È un elemento di dimensioni multiple rispetto a quelle degli elementi del manto. E' prodotto in calcestruzzo colorato in pasta ed è conformato in modo da adattarsi agli elementi del manto.

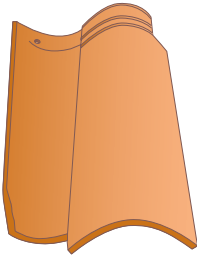
Elemento per lucernario
Permette l'illuminazione e la ventilazione del sottotetto e l'accessibilità al manto. Consiste in un elemento, dotato di un lucernario, di dimensioni multiple rispetto a quelle degli elementi del manto. È prodotto in calcestruzzo colorato in pasta.

Elementi innovativi

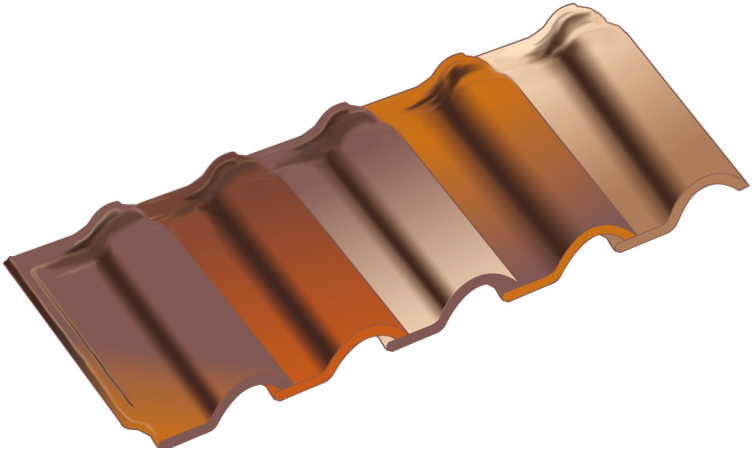
Attualmente il mercato propone anche alcuni elementi innovativi per dimensioni, morfologia dei profili, tecniche di connessione e finitura superficiale.
Tra gli *elementi innovativi* si possono citare:

1. le speciali tegole che riproducono l'aspetto di un tradizionale manto di copertura in coppi e che, grazie alle particolari ali che fungono da elemento di raccolta e allontanamento dell'acqua, superano la tradizionale posa doppia (coppo di canale più coppo di coperta);
2. gli elementi anticati che, con le loro gradazioni cromatiche (marroni, nere, giallo ocra, rosse...) opportunamente miscelate ed alternate, favoriscono un più misurato inserimento nei contesti, rurali o urbani, antichi. Normalmente, i produttori forniscono gli elementi di diversa sfumatura già mescolati nei singoli pacchi;
3. sono state sviluppate "tegole di grandi dimensioni", le quali, mantenendo l'aspetto e la funzionalità di quelle tradizionali, permettono la riduzione di tempi e costi di posa in opera.



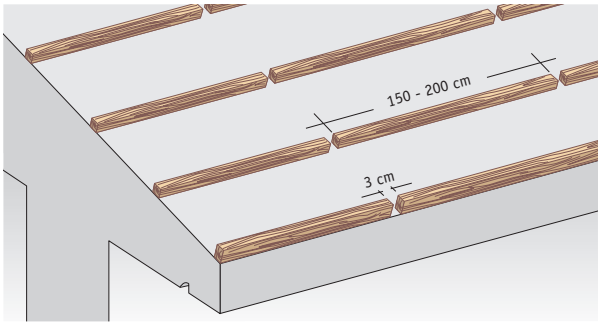


Esempi di elementi innovativi:
***a sinistra,* manufatti con aletta ad incastro che coniugano l'aspetto di un manto di copertura in coppi soprammessi con la semplicità esecutiva di un manto in tegole;**
***sotto,* manufatti con strato di finitura anticato.**



Elementi lineari e piani

Gli elementi di supporto del manto devono garantire la micro-ventilazione sottomanto e la stabilità dei suoi componenti (tegole e coppi).
Il passo degli elementi di supporto deve tener conto della sovrapposizione degli elementi del manto che, mentre per le tegole è fissa, per i coppi varia fra 7 e 9 cm, in funzione dell'inclinazione della falda.



Interruzione dei supporti.

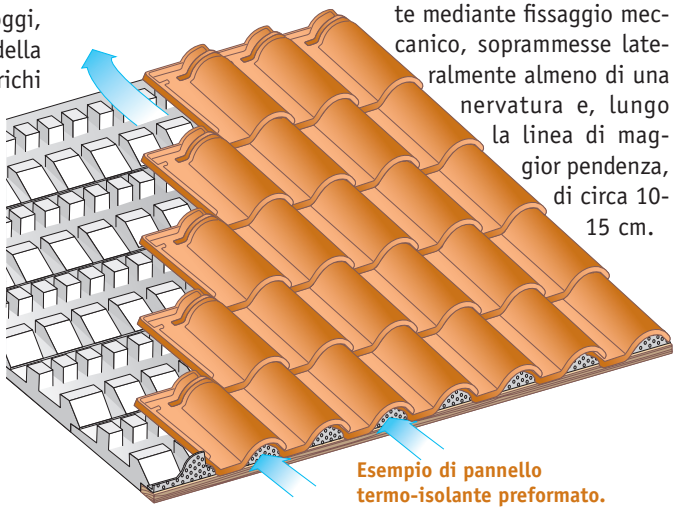
Listellatura in legno
Questa è normalmente costituita da listelli di sezione 4x4 cm.
Ogni 150-200 cm circa, vanno interrotti per 2-3 cm. È opportuno che le interruzioni siano allineate.
In caso di strato portante discontinuo, le sezioni dei listelli sono in relazione alla luce libera tra gli appoggi, ai carichi d'esercizio della copertura e ai sovraccarichi accidentali.

Listellatura in metallo e in plastica
Anche in questo caso, le regole di posa in opera coincidono con quelle dei tradizionali listelli in legno. Per favorire la micro-ventilazione, gli elementi possono essere forati.

Cordoletti precostituiti di malta
Impiegabile in presenza di uno strato portante continuo, complanare ed omogeneo, è di fatto una soluzione sconsigliata in quanto può dare luogo a pericolosi ponti idraulici tra il manto di copertura e gli strati sottostanti.

Pannelli termo-isolanti preformati
Si tratta di manufatti modulari disponibili in materiali, sagome e spessori diversi, distinti anche in funzione del tipo di manto da adottare.

Lastre nervate
Generalmente le lastre sono ancorate allo strato portante mediante fissaggio meccanico, soprammesse lateralmente almeno di una nervatura e, lungo la linea di maggior pendenza, di circa 10-15 cm.


Esempio di pannello termo-isolante preformato.

Supporti per tegole

Le tegole, di qualunque tipo, sono conformate in modo da dover poggiare su una orditura di listelli *parallela* alla linea di gronda *('alla lombarda')*.

Per garantire la corretta inclinazione della prima fila di tegole, il listello di gronda deve essere più alto di 2 cm dei successivi, in modo da compensare la mancanza della tegola inferiore.

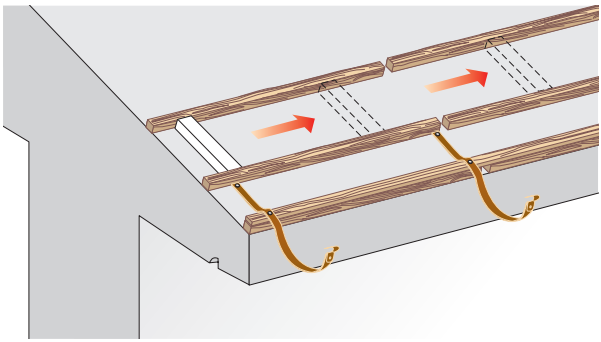
Ad esempio, utilizzando listelli di sezione 4x4 cm, la prima operazione da compiere è il fissaggio di un listello di gronda di dimensioni 6x4 cm, col lato maggiore in verticale, oppure di 4x4 cm con un secondo listello di 2x4 cm da fissare successivamente alla posa delle staffe che reggeranno il canale di gronda.

Il listello di gronda deve sempre incorporare la rete parapasseri.

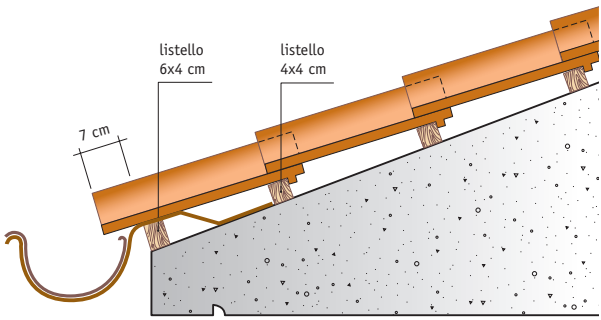
Se è presente lo strato con funzione termo-isolante, occorre prevedere, in corrispondenza della linea di gronda, un sopralzo di battuta lungo quanto la gronda stessa e di altezza pari allo spessore dei pannelli.

I listelli successivi a quello di gronda devono essere posizionati ad una distanza pari a quella fra i naselli di arresto delle tegole; per facilitare la posa dei successivi listelli, l'operatore può adoperare una dima.

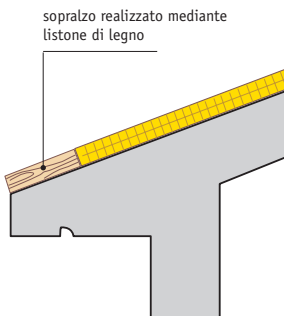
La distanza fra primo e secondo listello è diversa dalle altre poiché la prima fila di tegole deve sporgere dal bordo della falda di una misura pari a circa 1/3 del diametro del canale di gronda e comunque non superiore a 7 cm.



Esempio di realizzazione del listello (doppio) di gronda e modalità d'uso della dima.



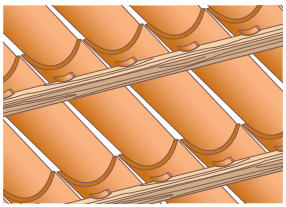
Listello di gronda e listello standard.



Esempio di sopralzo di battuta.

Supporti per coppi

Se i coppi di canale sono dotati di *dentelli di arresto* sporgenti all'intradosso, l'orditura dei supporti è del tutto simile a quella descritta per le tegole. La distanza fra i listelli deve garantire la necessaria sovrapposizione dei coppi e, al contempo, il raggiungimento della linea di colmo della copertura con una fila di coppi di canale interi.

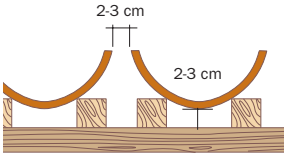


Intradosso di coppi di canale con dentello d'arresto.

Se i coppi di canale sono privi di dentelli di arresto, possono attuarsi due metodi di posa:

1. la realizzazione di una sede stabile per i coppi di canale mediante doppia orditura di listelli;
2. il fissaggio a secco di tutti i coppi di coperta con i coppi di canale appoggiati a speciali listelli sagomati.

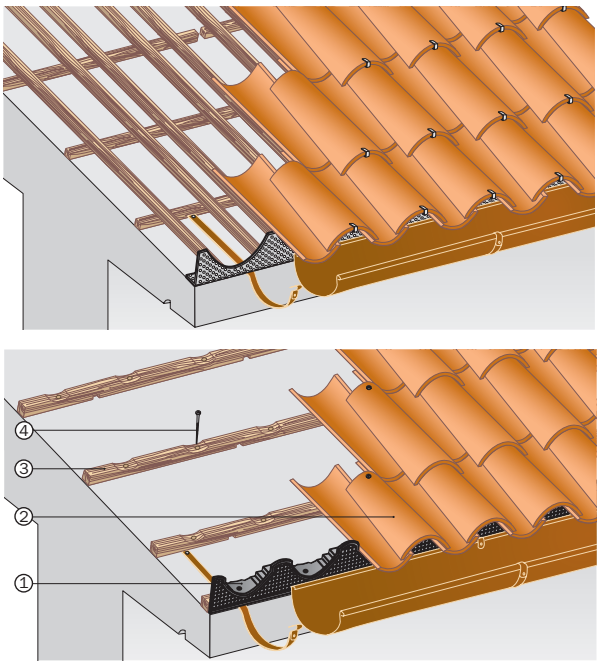
La distanza tra i listelli deve essere tale da evitare il contatto dei coppi tra loro e con i listelli dell'orditura inferiore.



Nel primo caso, l'orditura inferiore sarà composta da listelli *paralleli* alla linea di gronda posti ad interasse adeguato; quella superiore prevede, invece, *coppie di listelli* di sezione di 5x5 cm *perpendicolari* alla linea di gronda, distanziati in modo tale da evitare punti di contatto dei coppi tra di loro e con i listelli dell'orditura inferiore. E' opportuno sfruttare la tolleranza del passo in modo da avere un numero intero di coppi uniformemente distribuiti sulla larghezza della falda.

Nel secondo caso, il fissaggio dei coppi di coperta può essere effettuato mediante viti o ganci.

Anche per i coppi, come per le tegole, è necessario rialzare la prima fila in corrispondenza della linea di gronda.

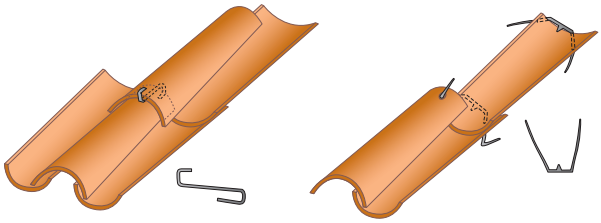


1. parapasseri forato
2. coppo di coperta trequarti
3. listello sagomato di legno
4. vite per il fissaggio dei listelli

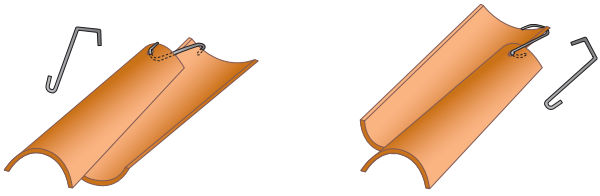
Due sistemi per la posa di coppi privi di dentello d'arresto.

Tipologie e dimensionamento

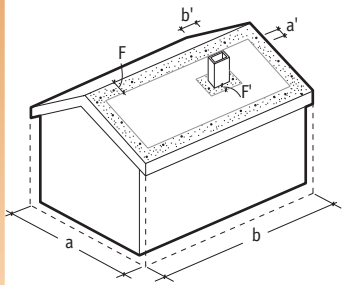
Il fissaggio del manto deve sempre avvenire "a secco" mediante tecniche che favoriscano la semplice smontabilità e sostituibilità degli elementi danneggiati.
Se la copertura è fortemente esposta al vento, è opportuno fissare anche tutti gli elementi in corrispondenza dei bordi della falda, delle linee di gronda e di colmo e del perimetro degli elementi emergenti.



Esempi di ganci per il fissaggio dei coppi.



Dimensionamento delle zone di fissaggio.



Se a < 30 m	**F = a/8** comunque: 1 m ≤ F ≤ 2 m Se a/8 ≤ 1 m F = 1 m Se a/8 > 2 m F = 2 m
Se a ≥ 30 m	**F = a/8**
Se 0,50 m < b' ≤ 2 m	**F' = 1 m**
Se b' > 2 m	**F' = b'/2** comunque: 1 m ≤ F' ≤ 2 m Se b'/2 ≤ 1 m F' = 1 m Se b'/2 > 2 m F' = 2 m

Gli elementi per il fissaggio del manto di copertura si possono dividere in due tipologie:

1. *ganci, staffe* e *fili metallici*, per i quali non è sempre necessaria la presenza del foro di fissaggio sull'elemento in laterizio.

   Nel caso dei manti in coppi, alcuni sistemi prevedono l'ancoraggio degli elementi superiori a quelli inferiori, per evitarne lo slittamento;
2. *chiodi* e *viti*, che prevedono il posizionamento dell'elemento del manto e successivamente il suo bloccaggio attraverso il foro predisposto presente sul bordo superiore dell'elemento stesso.
   Nelle zone molto piovose, prima di chiodare o avvitare l'elemento del manto è utile inserire una guarnizione in corrispondenza del foro per impedire possibili infiltrazioni.

Manti alla 'romana' e con embrici

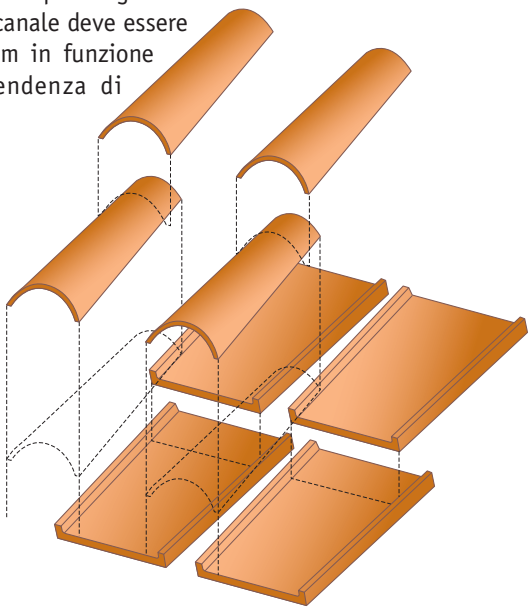
Manto di copertura 'alla romana'

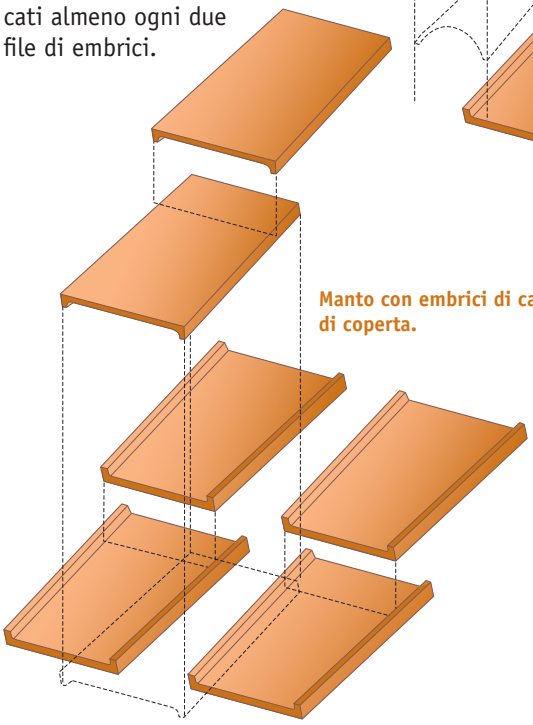
È costituito da uno strato inferiore di embrici, con funzione di canale, e da uno strato superiore di coppi di coperta posizionati a cavallo fra le file parallele.

I primi si pongono in opera col lato corto verso il basso; i secondi col lato corto verso l'alto. La posa avviene, procedendo dalla gronda verso il colmo, per file in direzione della linea di massima pendenza: i coppi possono essere collocati almeno ogni due file di embrici.

L'allineamento degli elementi deve essere controllato con una staggia. La sovrapposizione dei coppi di coperta rispetto agli embrici di canale deve essere di 7-9 cm in funzione della pendenza di falda.

Manto 'alla romana' con embrici di canale e coppi di coperta.





Manto con embrici di canale e di coperta.

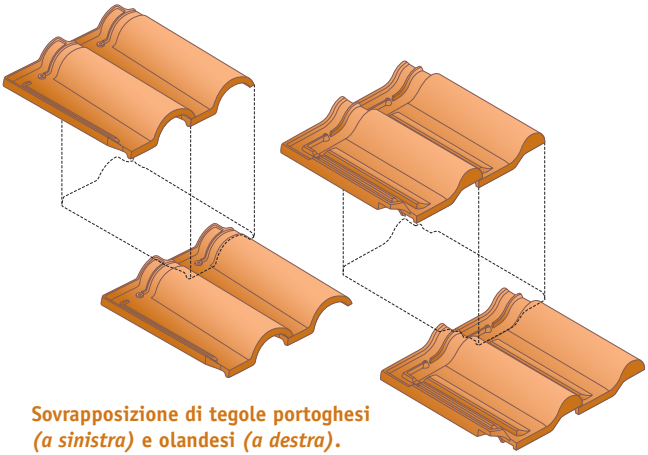
Manto di copertura con embrici

La disposizione è analoga a quella precedente ('alla romana'), con la variante dell'uso degli embrici anche per lo strato di coperta.

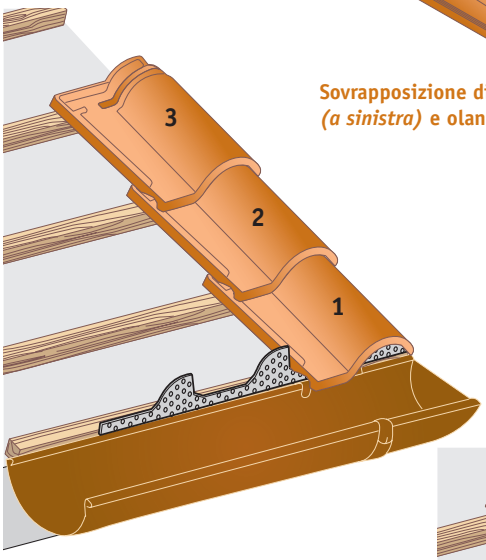
È questa una soluzione adottata meno frequentemente, anche se altrettanto valida.

Manti con tegole olandesi e portoghesi

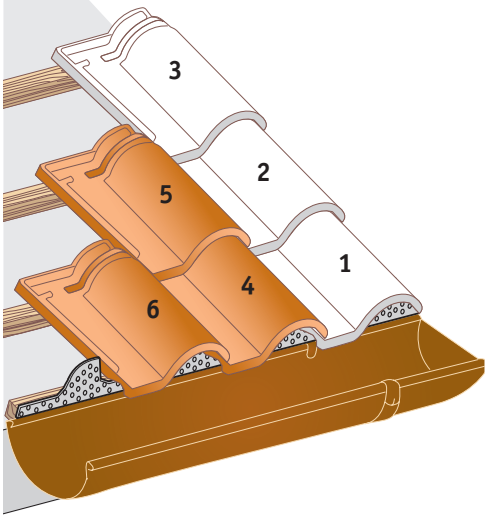
La messa in opera viene eseguita realizzando tre file in direzione della linea di massima pendenza della falda, posando gli elementi secondo uno schema diagonale, controllandone l'allineamento, per poi passare alle tre file successive.



Sovrapposizione di tegole portoghesi *(a sinistra)* e olandesi *(a destra)*.



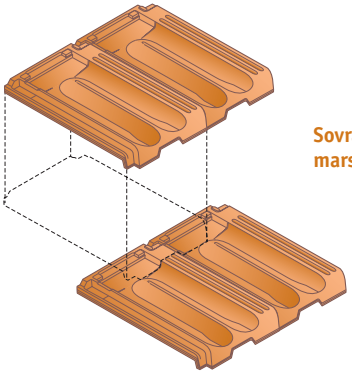
Successione della posa delle tegole portoghesi secondo lo schema diagonale.



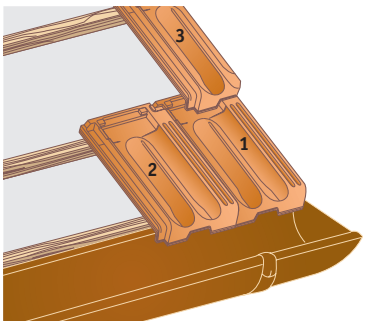
Per le tegole con la parte curva a destra, la disposizione degli elementi procede da destra verso sinistra; se la parte curva è a sinistra occorre invertire la direzione di montaggio degli elementi.

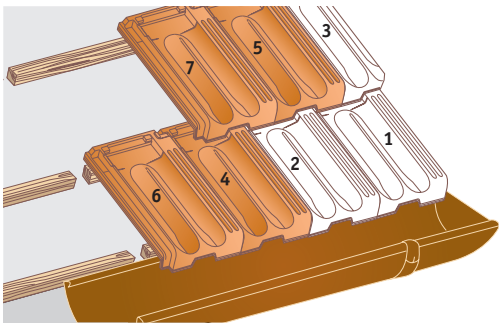
Manti con tegole marsigliesi

Normalmente le tegole marsigliesi vengono posate per file parallele alla linea di gronda, una alla volta, oppure procedendo con due o tre file contemporaneamente, iniziando dalla linea di gronda e procedendo verso l'alto.
Per realizzare le file a giunti sfalsati, una fila sì ed una no deve essere iniziata con l'elemento speciale mezza tegola.



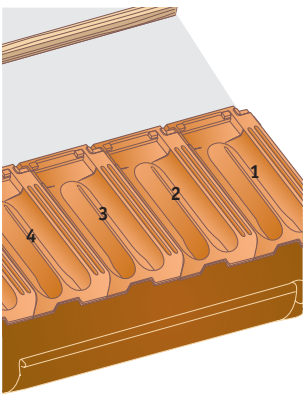
Sovrapposizione di tegole marsigliesi.

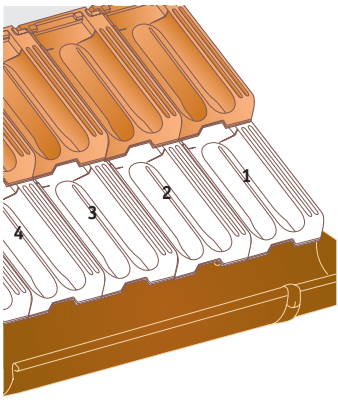




Posa delle tegole marsigliesi a giunti sfalsati per file parallele alla linea di gronda.

Per realizzare un manto di marsigliesi a giunti non sfalsati, si può procedere per file orizzontali o verticali: in quest'ultimo caso però la pratica realizzativa è più complessa.

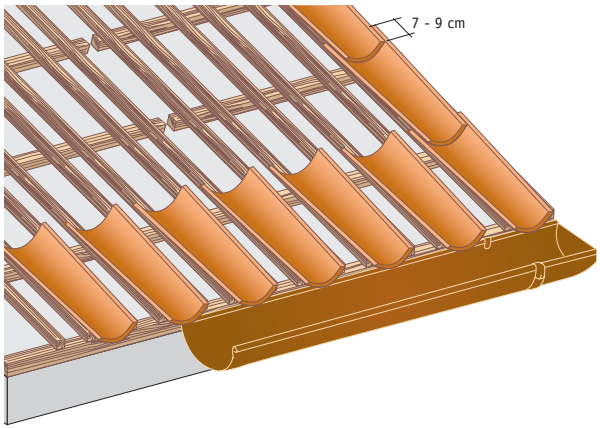




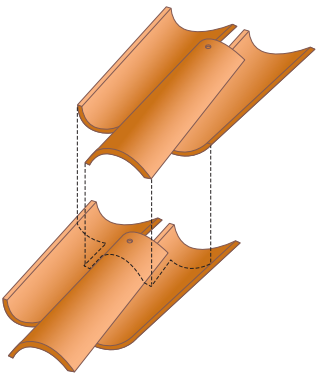
Posa delle tegole marsigliesi a giunti non sfalsati per file orizzontali.

Manti con coppi

La posa dei coppi su listelli di supporto *'alla piemontese'* avviene disponendo una intera fila verticale di coppi di canale, dalla gronda fino al colmo: i canali di una stessa fila devono essere sovrapposti di 7-9 cm, in funzione della pendenza di falda, ma modeste deroghe sono possibili per cercare di raggiungere la sommità della falda con un coppo intero.



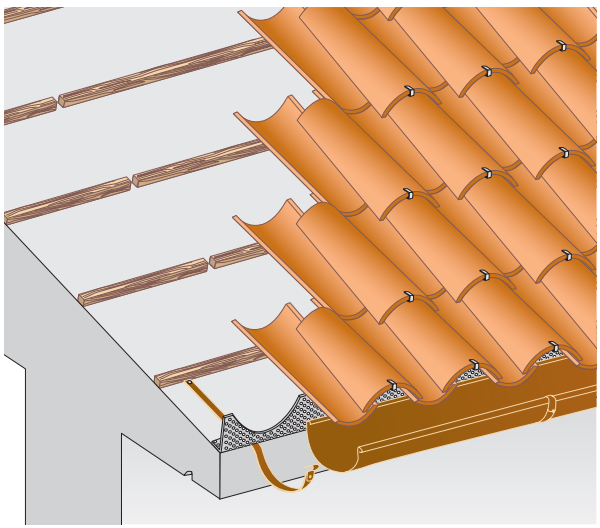
Posa dei coppi 'alla piemontese'.



Sovrapposizione tra coppo di canale e di coperta.

Successivamente inizia la posa della prima fila orizzontale di coppi di canale, sulla quale si dispongono i coppi di coperta iniziando con una prima fila di coppi trequarti: mediante lo sfalsamento, nelle file successive la parte superiore del coppo di coperta costituisce battuta per quello di canale.

Questa disposizione offre una maggiore garanzia contro le infiltrazioni di acqua e consente, fissando i coppi di coperta, di fissare anche quelli di canale.
La posa dei coppi muniti di dentello di arresto avviene, su una orditura di listelli *'alla lombarda'*, secondo lo schema diagonale analogo a quello già descritto per le tegole.

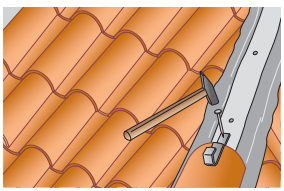


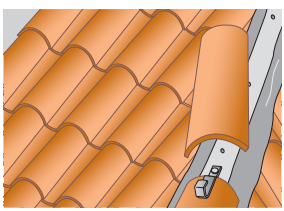
Posa dei coppi (muniti di dentelli di arresto) 'alla lombarda'.

Displuvi

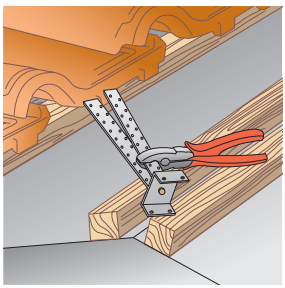
I *displuvi - orizzontali* (colmi) o inclinati - sono linee di raccordo tra falde con pendenza divergente. Possibilmente devono essere 'ventilati'.

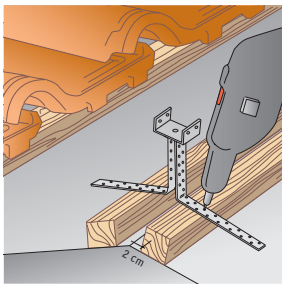
I dispositivi in commercio per la corretta esecuzione dei displuvi ventilati sono normalmente integrati con uno strato di tenuta all'acqua di larghezza sufficiente a sormontare in modo appropriato gli elementi del manto in corrispondenza della intersezione delle due falde. Per la realizzazione dei displuvi inclinati occorre tagliare gli elementi del manto in prossimità del displuvio; gli elementi di colmo si posizionano sovrapponendoli e procedendo dal basso verso l'alto.



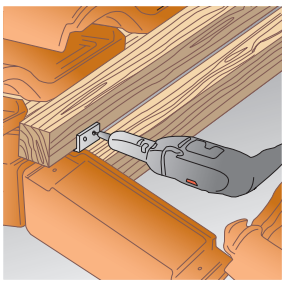


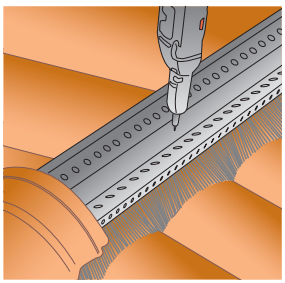
Nei displuvi inclinati gli elementi di colmo si posano dal basso verso l'alto.



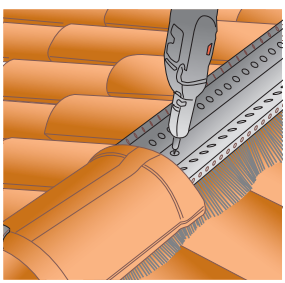


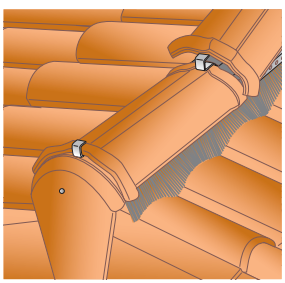
Dopo aver disposto, per ogni falda, l'ultima fila di listelli a 2 cm dalla linea di colmo e dopo aver verificato l'altezza del listello di supporto degli elementi di colmo, si piegano le ali della forcella portalistelli e si fissano all'orditura. Le forcelle vanno poste ad un interasse di circa 1 metro.





Dopo aver completato il manto (compresa la linea di bordo), si fissano i listelli di colmo, di sezione 5x5 cm, alla forcella. Si dispone l'elemento terminale del colmo e si posiziona, fissandolo, l'elemento sottocolmo di aerazione in maniera che vada a sovrapporsi adeguatamente al manto.

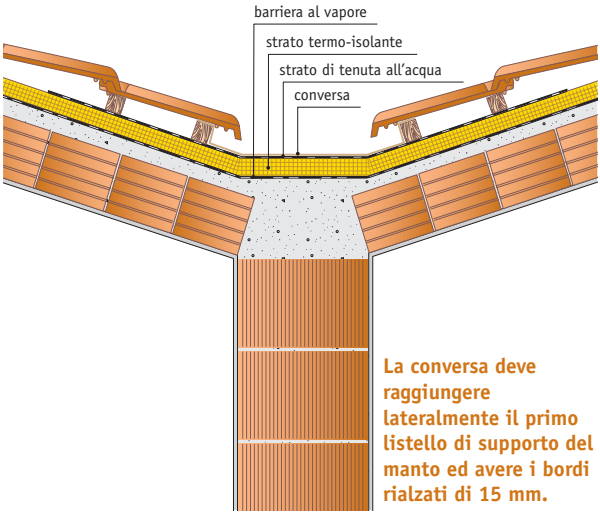




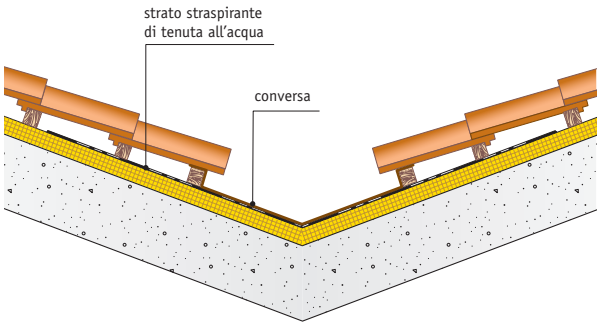
Si dispone il primo elemento di colmo con l'ausilio di ganci metallici i quali, da un lato, vengono fissati al listello di supporto del colmo. Il successivo elemento di colmo viene incastrato da una parte nel gancio dell'elemento di colmo precedente, dall'altra nel gancio successivo.

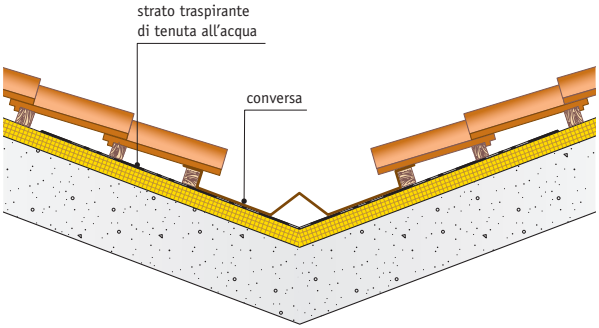
Compluvi

I compluvi rappresentano linee di giunzione di falde con pendenza convergente: oltre a raccogliere e convogliare le acque meteoriche all'incontro di due piani di falda, possono essere interessati nel periodo invernale (in particolare se orizzontali) anche da accumuli di neve.
Nel caso di compluvi inclinati, l'acqua può raggiungere una certa velocità di scorrimento e, coadiuvata dal vento o deviata dalla linea di scorrimento sulla massima pendenza da qualche ostacolo lungo il percorso *(foglie, rami, muschio)*, può infiltrarsi nel sottomanto.
I compluvi necessitano di una conversa in lamiera di acciaio (zincato o inox) o in rame, di spessore 8/10 di millimetro, che raggiunga lateralmente il primo listello di supporto del manto. È sempre opportuno prevedere al disotto della conversa un ulteriore strato di tenuta all'acqua (ad esempio, una membrana bituminosa) che, bilateralmente, si inoltri al di sotto del manto per almeno 50 cm.
Le converse sono poste in opera subito dopo aver terminato la listellatura, insieme alle scossaline ed ai canali di gronda.



La conversa deve raggiungere lateralmente il primo listello di supporto del manto ed avere i bordi rialzati di 15 mm.





Quando si prevede un forte ruscellamento può essere utile prevedere una conversa con rompiflusso centrale.

Linee di raccordo

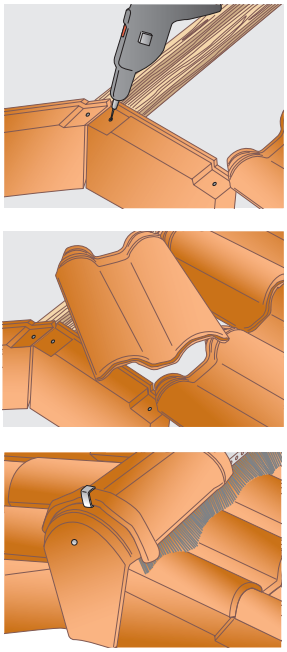
I bordi liberi, oppure le linee di raccordo con pareti che non superano la quota del manto di copertura, possono realizzarsi mediante *profili laterali* in laterizio (più elemento di sormonto), *tegole laterali di bordo* o *scossaline* in metallo o plastica.

I profili laterali in laterizio vanno posti in opera partendo dalla linea di gronda dopo la posa in opera del manto; devono essere sempre fissati, con chiodi o viti, ai listelli di supporto ed essere sormontati opportunamente dagli elementi del manto; la sovrapposizione deve essere finalizzata ad impedire le infiltrazioni d'acqua e il taglio degli elementi standard del manto.

Per facilitare il raccordo tra profilo laterale e manto può adottarsi la tegola doppia onda.

In corrispondenza della linea di intersezione di due falde, gli elementi di bordo possono essere coperti mediante *elementi di testata* i quali andranno sempre fissati al supporto mediante viti o tasselli ad espansione.

Le tegole laterali di bordo sono elementi che inglobano il profilo laterale e si posano come una tegola standard, salvo il fatto che vanno sempre fissate meccanicamente ai listelli di supporto.

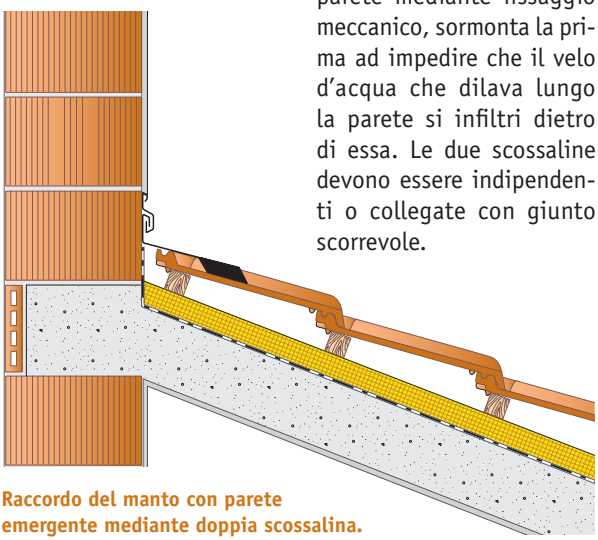


Profilo laterale, tegola doppia onda ed elemento di testata.

Volendo adottare scossaline (di metallo o plastica) si può ricorrere a sistemi con canalina, che raccolgono l'acqua e la conferiscono al canale di gronda, o con aletta di sormonto del manto.

I raccordi con pareti emergenti dalla copertura, perpendicolari o paralleli alla linea di gronda, devono impedire infiltrazioni d'acqua sia verso la copertura stessa che verso la parete.

Normalmente si adotta una doppia scossalina: quella inferiore, solo appoggiata, ricopre parzialmente la prima fila di tegole (o coppi) e risale in verticale; quella superiore, assicurata alla parete mediante fissaggio meccanico, sormonta la prima ad impedire che il velo d'acqua che dilava lungo la parete si infiltri dietro di essa. Le due scossaline devono essere indipendenti o collegate con giunto scorrevole.



Raccordo del manto con parete emergente mediante doppia scossalina.

Soluzioni di continuità

Nel caso in cui un elemento emergente (ad esempio, un abbaino o una canna fumaria) ostacoli il normale deflusso dell'acqua, occorre impiegare un grembiule che, sul lato a monte, si prolunghi al di sotto della prima fila di tegole (o coppi) al pari di una conversa e, sul lato a valle, sormonti la prima fila di tegole (o coppi).

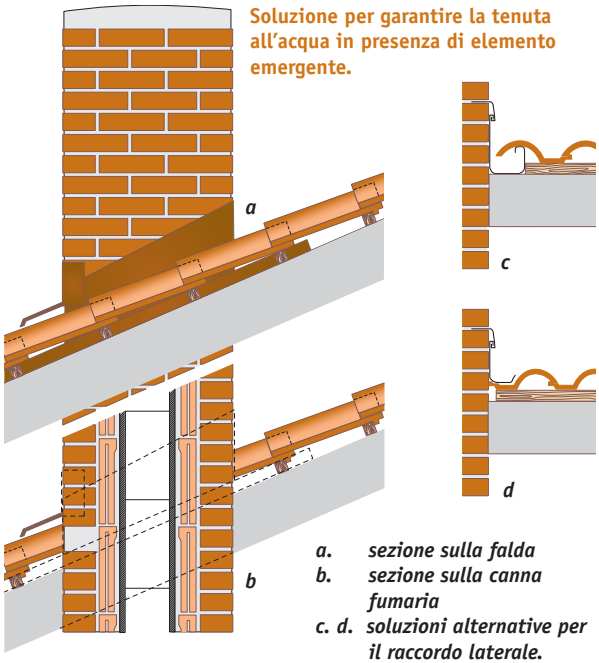
La realizzazione di una finestra-tetto è normalmente eseguita mediante un infisso completo di uno speciale grembiule di raccordo in lamiera metallica. La finestra è collocata nel vano preventivamente predisposto e l'opera morta fissata alla struttura.

Il vano deve avere dimensioni maggiori di 1 cm rispetto a quelle della finestra: in presenza dello strato termo-isolante la lunghezza aumenterà di conseguenza.

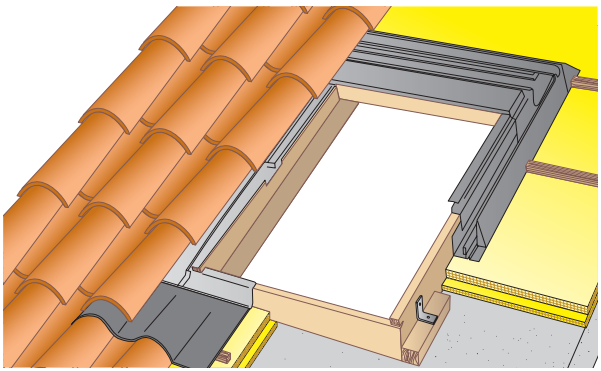
Successivamente, il manto di laterizio viene posato sormontando il grembiule sul lato superiore e sulle fasce laterali; la lamiera sporgente sul bordo inferiore, invece, sormonta gli elementi del manto e viene sagomata sul loro profilo.

Circa gli elementi base per camino, occorre aggiungere che le dimensioni del foro dell'elemento devono essere maggiori di quelle della sezione della canalizzazione di scarico dei fumi per consentire l'adattabilità dell'elemento stesso agli allineamenti orizzontali e verticali degli elementi standard del manto.

Soluzione per garantire la tenuta all'acqua in presenza di elemento emergente.



a. sezione sulla falda
b. sezione sulla canna fumaria
c. d. soluzioni alternative per il raccordo laterale.



Raccordo tra finestra a tetto e manto in caso di struttura portante continua.

Posa degli elementi fermaneve

La necessità di ricorrere a speciali elementi fermaneve si pone per tetti con falde di pendenza compresa tra il 36 e il 176%. Per queste pendenze, infatti, la neve si accumula sul tetto in blocchi che possono scivolare verso il basso. Lo scopo degli elementi fermaneve è proprio quello di impedire che questo avvenga.

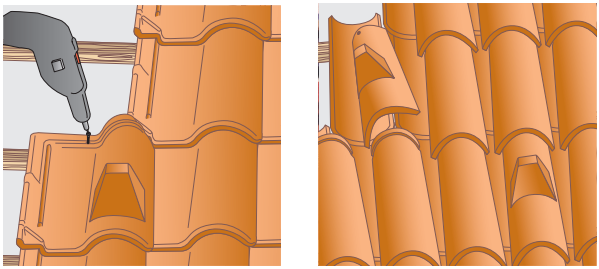
Gli elementi fermaneve in laterizio, a causa delle sollecitazioni cui sono soggetti, devono essere fissati meccanicamente alla listellatura di supporto. Il foro va sigillato.

Gli elementi fermaneve si dispongono per file parallele alla linea di gronda; gli interassi e la distanza tra le file parallele dipendono dalla criticità della situazione.

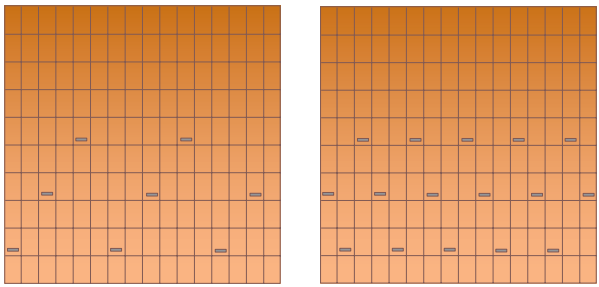
Un ulteriore elemento di valutazione è dato dall'eventuale presenza sulla falda di soluzioni di continuità o di elementi emergenti; in questo caso, gli elementi fermaneve andranno posizionati a protezione degli stessi.

In caso di falde di pendenza tra il 30-35% e lunghezza intorno ai 6 m, per siti con altitudine inferiore a 750 m sul livello del mare, è sufficiente un elemento fermaneve ogni 5 elementi standard per tre file sfalsate in prossimità della linea di gronda; per siti con altitudine fino a 1200 m sul livello del mare è necessario un elemento ogni 2 standard, sempre su tre file.

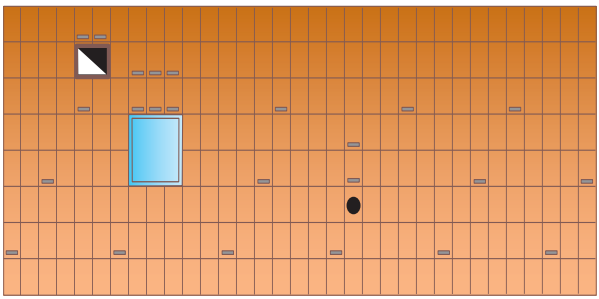
In alternativa agli elementi fermaneve in laterizio, possono usarsi speciali dispositivi metallici da fissare direttamente ai listelli di sostegno del manto.



Fissaggio meccanico di elementi fermaneve in laterizio.



Schemi di disposizione di elementi fermaneve in laterizio per siti di altitudine posti a 750 m sul livello del mare *(a sinistra)* e fino a 1200 m sul livello del mare *(a destra)*.



Esempio di disposizione di elementi fermaneve per proteggere soluzioni di continuità e corpi emergenti.

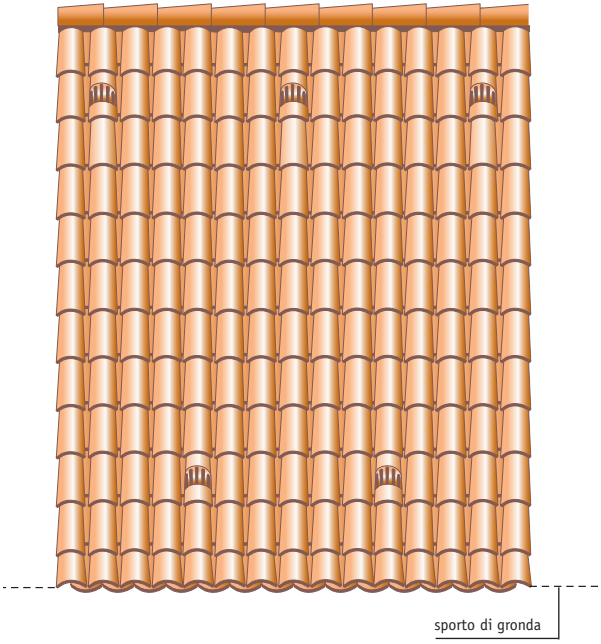
Posa degli elementi di aerazione

Gli elementi d'aerazione vanno posati, rispetto alla linea di massima pendenza, sfalsati tra loro allo scopo di estendere i benefici della circolazione dell'aria sottomanto alla maggior superficie possibile di tetto. Gli elementi d'aerazione si dispongono per file orizzontali contestualmente alla posa delle tegole standard.

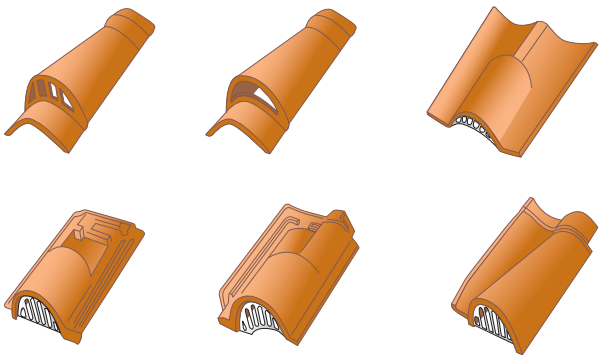
Su falde di forma regolare sono normalmente sufficienti due file: una sulla terza fila della linea di gronda e una sulla penultima fila prima della linea di colmo.

Elementi d'aerazione posti nella parte media della falda si rivelano di una certa utilità solo se quest'ultima supera i 6 m di lunghezza.

Il numero degli elementi d'aerazione di ogni fila varia da 1 ogni 3 a 1 ogni 6 tegole standard, in funzione delle caratteristiche del tetto, della tipologia del manto e delle condizioni di contesto. Ulteriori elementi d'aerazione possono impiegarsi quando la geometria del tetto (cambiamenti di pendenza, presenza di compluvi, displuvi...) o la presenza di elementi emergenti ostacolino la circolazione d'aria nel sottomanto.



Posizionamento delle tegole di aerazione.



Esempi di elementi di aerazione.

Requisiti di accettazione

Prova	N. provini	Requisitil di accettazione previsti dalla norma UNI EN 1304	Metodo di prova
ASPETTO	almeno 100	Non sono ammessi più del 5% dei provini non conformi	UNI EN 1304
DIMENSIONI INDIVIDUALI	10	$L_A \leq \pm$ 2% rispetto al valore dichiarato dal produttore $L_U \leq \pm$ 2% rispetto al valore dichiarato dal produttore	UNI EN 1024
RETTILINEITA'	10	**Tegole ad incastro laterale e frontale, tegole con solo incastro laterale, tegole a sovrapposizione, tegole convesse e concave (coppi)** $R_L \leq \pm$ 1.5% per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è > 300 mm $R_L \leq \pm$ 2% per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è ≤ 300 mm **Tegole piatte** R_L, $R_T \leq \pm$ 1.5% per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è > 300 mm R_L, $R_T \leq \pm$ 2% per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è ≤ 300 mm	UNI EN 1024
PLANARITA' (solo tegole)	10	**Tegole piatte** $C_p \leq \pm$ 1.5% per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è > 300 mm $C_p \leq \pm$ 2% per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è ≤ 300 mm **Tegole ad incastro laterale e frontale, tegole con solo incastro laterale, tegole a sovrapposizione** $C_p \leq \pm$ 1.5% per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è > 300 mm $C_p \leq \pm$ 2% per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è ≤ 300 mm	UNI EN 1024
UNIFORMITA' DEL PROFILO TRASVERSALE (solo coppi)	10	$DE_1 \leq 15$ mm $DE_2 \leq 15$ mm	UNI EN 1024
CARICO DI ROTTURA A FLESSIONE	10	**Tegole piatte** $F_i \geq 0.6$ kN **Tegole convesse e concave (coppi), embrici (tegole romane)** $F_i \geq 1.0$ kN **Altri tipi di tegole (marsigliesi, portoghesi, olandesi)** $F_i \geq 1.2$ kN	UNI EN 538
IMPERMEABILITA' ALL'ACQUA (Metodo 1: passaggio di acqua attraverso la tegola totalmente immersa, sotto un determinato battente di acqua)	10	**Categoria 1** $IF_s \leq 0.6$ cm^{3}cm^{-2} g^{-1} $IF_m \leq 0.5$ cm^{3}cm^{-2} g^{-1} **Categoria 2** $IF_s \leq 0.9$ cm^{3}cm^{-2} g^{-1} $IF_m \leq 0.8$ cm^{3}cm^{-2} g^{-1}	UNI EN 539-1
RESISTENZA AL GELO (Metodo C)	13	Variazione dell'aspetto di superficie Perdita di massa ≤ 1% Almeno un dentello di aggancio intatto su ogni provino se presenti prima della prova	UNI EN 539-2

Numerosità dei provini, requisiti di accettazione e riferimenti normativi previsti dalla norma UNI EN 1304 per i prodotti in laterizio per coperture.

Legenda

L_A: larghezza media
L_U: lunghezza media
R_L: rettilineità media longitudinale
R_T: rettilineità media trasversale
C_p: coefficiente di planarità
DE_1: scarto tra valore massimo e minimo misurato sulla parte stretta della tegola
DE_2: scarto tra valore massimo e minimo misurato sulla parte larga della tegola
F_i: valore singolo del carico di rottura a flessione
IF_s: fattore di impermeabilità singolo
IF_m: fattore di impermeabilità medio

studiosichel.it

Associazione Nazionale Degli Industriali dei Laterizi
Via A. Torlonia, 15 - 00161 Roma
Tel. 0644236926 - Fax 0644237930
www.laterizio.it - andil@laterizio.it
www.copertureinlaterizio.it

© 2012