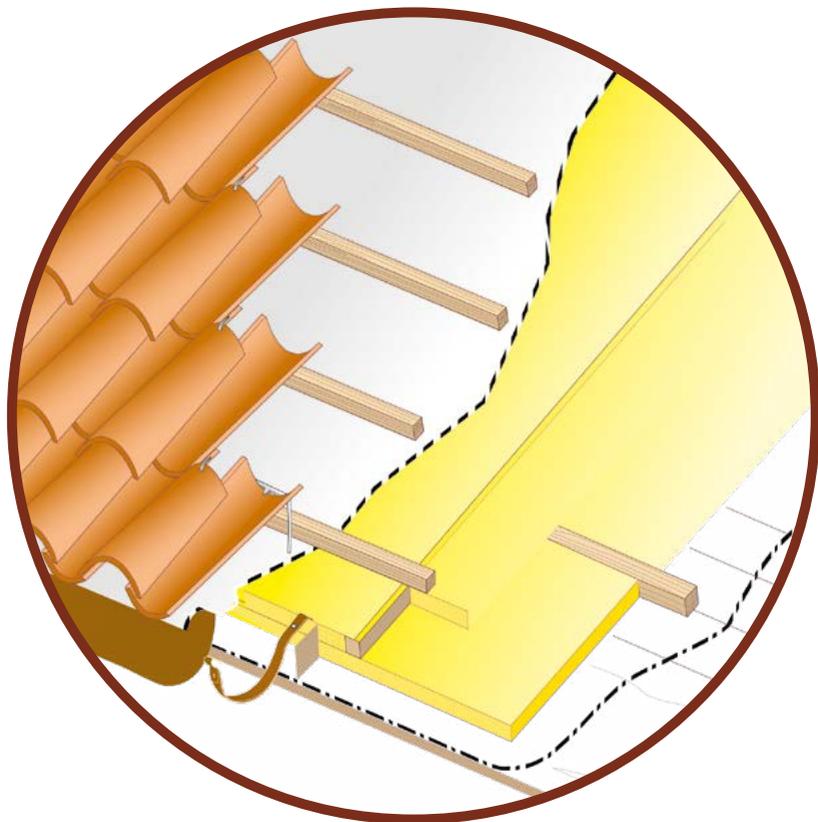


La corretta posa in opera dei manti di copertura in laterizio

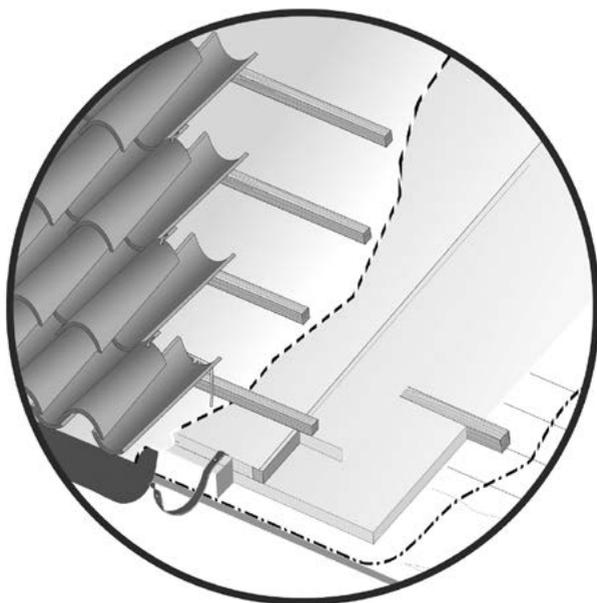


LATERIZIO
Italiano



CONFINDUSTRIA CERAMICA
Raggruppamento Laterizi

Stampa
Romana Editrice S.r.l.
Via dell'Enopolio, 37
00030 San Cesareo (Roma)
Finito di stampare nel mese di Gennaio 2025



**La corretta posa in opera
dei manti di copertura in laterizio**

Il tetto ha il compito di garantire una serie importante di requisiti funzionali. La sua primordiale funzione di riparo, alla luce degli scenari che il mutamento climatico sta evidenziando anche nel nostro paese, richiede oggi sistemi particolarmente complessi e capaci di rispondere a sollecitazioni estreme di piovosità, ventosità, di tipo termico, igrometrico, di reazione e resistenza al fuoco, ecc...

La consuetudine costruttiva che vede in Italia gli edifici tipicamente coperti con manti in tegole o coppi di laterizio, tende a ridurre l'attenzione che va data alla progettazione di questo elemento, il quale va visto come sistema, piuttosto che come insieme di prodotti.

Oggi un manto di copertura in tegole o coppi deve essere funzionalmente integrato con i prodotti utili a garantire adeguata risposta alle sempre più frequenti ondate di calore, ne deve garantire la durabilità e stabilità termo-igrometrica. Un manto di copertura in tegole o coppi deve essere capace di non subire gli effetti di eventi piovosi e ventosi estremi, legati alla sempre maggiore energia messa in circolo dal particolare surriscaldamento in atto nel mare mediterraneo. Un manto di copertura in tegole o coppi deve anche essere capace di accogliere sistemi di produzione di energia, alla luce della crescente necessità di energia da fonti rinnovabili, garantendo adeguata sicurezza. I manti di copertura in tegole o coppi, pur avendo una storia millenaria, evolvono continuamente per rispondere ai requisiti oggi richiesti.

Questo opuscolo rappresenta un vademecum pratico per affrontare correttamente la posa dei manti di copertura più diffusi in Italia, i coppi e le tegole in laterizio. Parte del materiale qui presentato deriva dal libro di Antonio Lauria "I manti di copertura in laterizio", parte deriva dagli aggiornamenti delle normative comunitarie e nazionali (UNI 9460:2023) recentemente sviluppate, con lo scopo di garantire prodotti e modalità realizzative adeguate alle prestazioni oggi richieste.

*Prof. Marco D'Orazio - Università Politecnica delle Marche,
Coordinatore UNI/CT 033/GL 15 "Coperture discontinue"*

Indice

Parte I:

Conoscere i tetti e i manti di copertura in laterizio

Il tetto e i manti di copertura

Terminologia 6

Fattori caratteristici dei tetti 7

I requisiti essenziali di un buon tetto

Resistenza ai carichi 8

Micro-ventilazione sottomanto 9

Ventilazione 10

Isolamento termo-acustico 11

Permeabilità al vapore 12

Tenuta all'acqua 13

Raccolta e allontanamento dell'acqua 14

Comportamento al fuoco 15

Gli elementi del manto

Coppi e tegole 16

Elementi speciali 17

Elementi accessori 18

Elementi innovativi 19

Parte II:

La posa in opera dei manti di copertura in laterizio

Gli elementi di supporto

Elementi lineari e piani 20

Supporti per tegole 21

Supporti per coppi 22

Gli elementi di fissaggio del manto

Tipologie e dimensionamento 23

La disposizione degli elementi del manto

Manti 'alla romana' e con embrici 24

Manti con tegole olandesi e portoghesi 25

Manti con tegole marsigliesi 26

Manti con coppi 27

Aspetti particolari

Displuvi 28

Compluvi 29

Linee di raccordo 30

Soluzioni di continuità 31

Posa degli elementi fermaneve 32

Posa degli elementi di aerazione 33

Posa dei sistemi per la produzione di energia da fonte solare 34

Accettazione prodotti

Requisiti di accettazione 36

Normative di riferimento

Normative di riferimento 37

Terminologia

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.

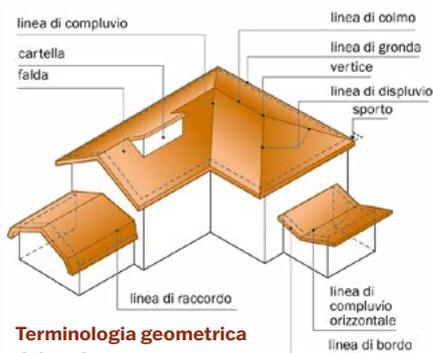
Doccione: elemento per lo scarico a dispersione dell'acqua piovana.

Comignolo, sfiato, portantenna: elementi ac-

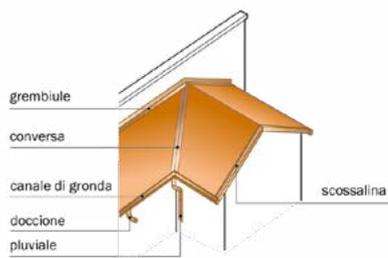
cessori normalmente raccordati al manto mediante grembiuli.

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

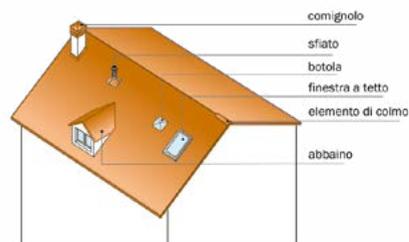
Abbaino: elemento che consente l'illuminazione e l'aerazione naturale del sottotetto, permettendo l'affaccio.



Terminologia geometrica dei tetti



Terminologia degli elementi complementari



Terminologia delle soluzioni di continuità

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 di falda è influenzata anche dal tipo di manto di copertura.

Pendenza	Sovrapposizioni		Consigli per la posa
In percentuale	Tegole	Coppi	Fissaggio in base a:
> 60%	Incastro	7 cm	Pendenza forma copertura Zona carico vento Zona sismica Condizioni climatiche localizzate Localizzazione dell'edificio
45 - 60%		7 - 9 cm	
35 - 45%			
35% Pendenza minima marsigliesi		9 cm	
30% Pendenza minima			
< 30% Pendenza sconsigliata*			
*fanno eccezione le tegole con diverse indicazioni fornite dai produttori di elementi discontinui			

Pendenze di falda in rapporto al tipo di manto

La regolarità geometrica e la lunghezza della falda

Quando la linea di gronda e quella di colmo hanno la stessa lunghezza, sono parallele e orizzontali, e il canale di gronda raccoglie in ogni tratto una pari quantità di acqua.

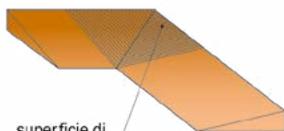
Se la regolarità *geometrica della falda* è elusa, come nel caso dei compluvi inclinati, possono crearsi problemi, più o meno gravi, di deflusso. In questi casi si prevede, in corrispondenza dei compluvi, una convergenza.

Quando la *lunghezza della falda* è considerevole (10÷12 m), la pioggia che scorre può oltrepassare i bordi di tenuta delle tegole, infiltrandosi al di sotto del 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.

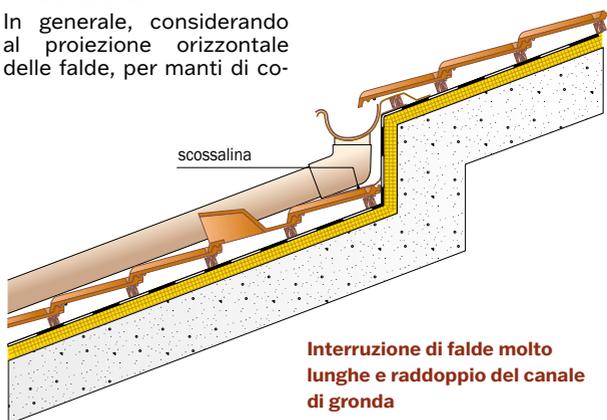
In generale, considerando al proiezione orizzontale delle falde, per manti di cop-

pertura realizzati con i coppi la lunghezza massima consigliata su tutto il territorio nazionale è di 10 metri. Per i manti realizzati con Marsigliesi, Portoghesi, Olandesi e similari nelle regioni del nord Italia e appenniniche la lunghezza massima è di 10 metri, mentre nelle regioni del centro sud e nelle isole è possibile avere anche falde di 12 metri di lunghezza.



superficie di raccolta della pioggia che confluisce nella sezione terminale della converso

I compluvi determinano nella falda una discontinuità geometrica



Interruzione di falde molto lunghe e raddoppio del canale di gronda

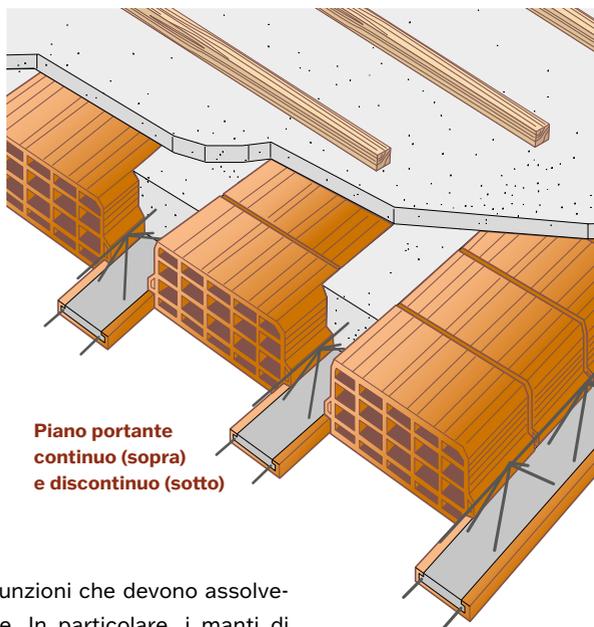
Resistenza ai carichi

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.

Anche gli strati e gli elementi funzionali che costituiscono la sovrastruttura del tetto devono avere doti di resistenza misurate alle

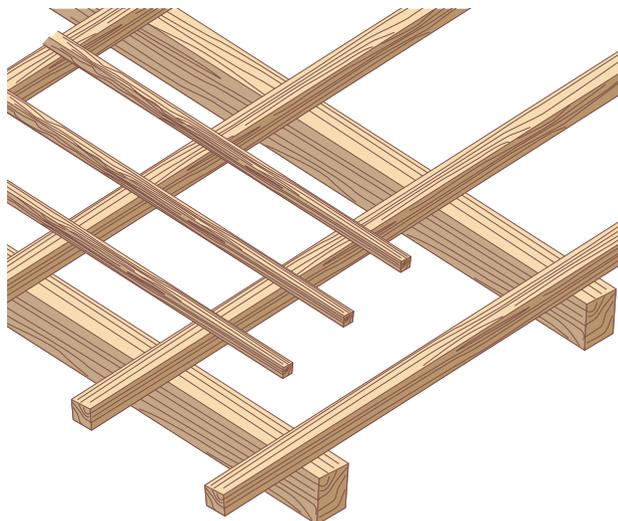
funzioni che devono assolvere. In particolare, i manti di copertura devono resistere ai carichi dovuti al passaggio di installatori e manutentori rispetto ai quali assume una specifica rilevanza la resi-



Piano portante continuo (sopra) e discontinuo (sotto)

stenza 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.

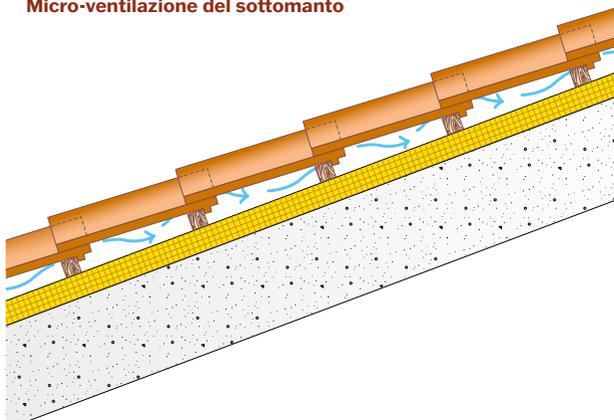
Ai fini del dimensionamento strutturale e della definizione dei sovraccarichi si fa riferimento alle NTC2018 (DM 17.01.2018), alla Circolare CSLP N.7 del 21/01/2019 (Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 17.1.2018) ed alle norme a queste correlate.



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'impulimento e il degrado degli elementi di supporto. Si attua posando a secco gli elementi del manto su supporti lineari lignei disposti perpendicolarmente e parallelamente in modo da creare una doppia listellatura o metallici forati disposti solo parallelamente alla linea di gronda. In entrambi i casi tali supporti devono essere opportunamente fissati alla struttura portante mediante viti o tasselli correttamente dimensionati. Si ricorda che ogni foro praticato sulla struttura deve essere sigillato con butilico o siliconi. Af-

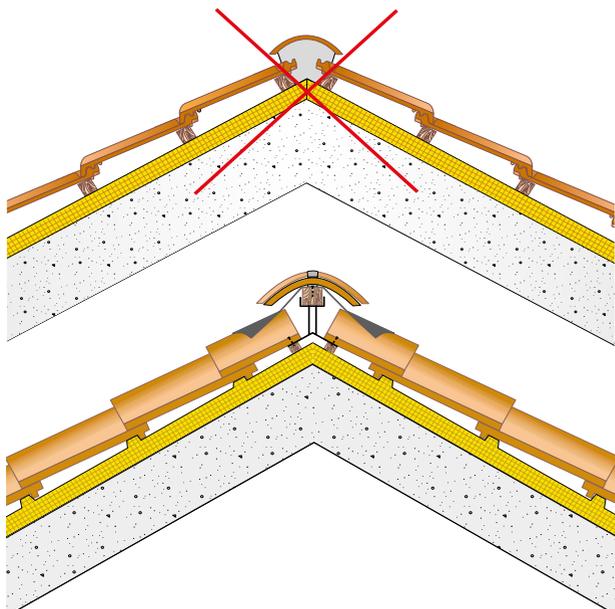
Micro-ventilazione del sottomanto



finché la circolazione dell'aria abbia luogo, è indispensabile che la linea di gronda e quella di colmo siano libere da ostruzioni. In corrispondenza della linea di gronda, per impedire l'accesso di volatili nell'intercapedine, si prevedono reti

parapasseri. Per incrementare la microventilazione possono adottarsi particolari tegole d'aerazione (1 aeratore ogni 3 o 6 tegole disposti come indicato nella sezione "posa degli elementi di aerazione" pag 33). Al fine di garantire la corretta fuoriuscita dell'aria, gli elementi della linea di colmo devono essere fissati meccanicamente al listello sottostante. I dispositivi in commercio per la corretta realizzazione di questo nodo sono normalmente integrati con uno strato di tenuta all'acqua di larghezza sufficiente a sormontare gli elementi del manto e uno strato microforato centrale che permette la fuoriuscita dell'aria.

La posa del manto mediante allettamento di malta è assolutamente da evitare, poiché, oltre a 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.

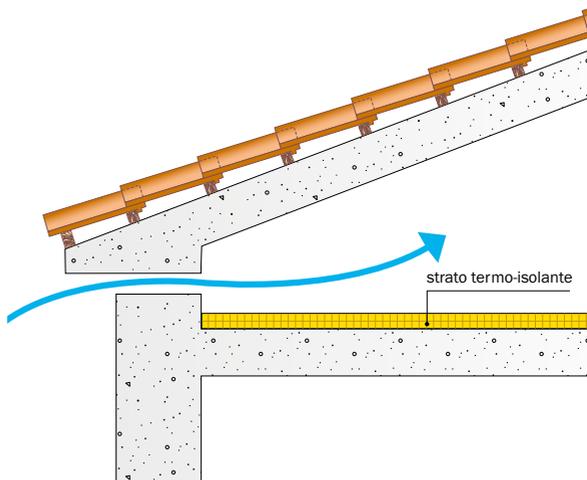


Fissaggio umido del colmo: esempio errato (in alto) e corretto (in basso)

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 può 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 flus-

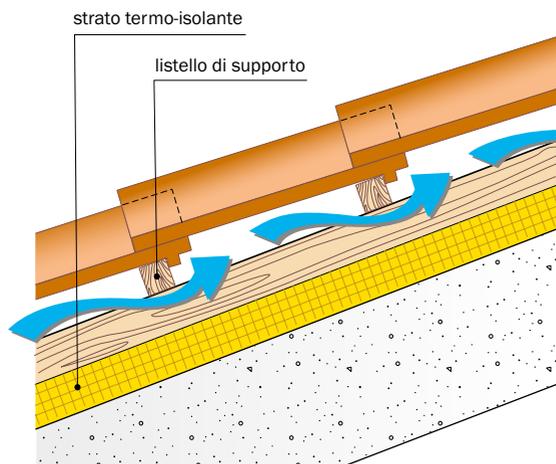


Ventilazione del sottotetto attivata da aperture contrapposte

so di calore entrante si può garantire mediante la ventilazione sottoman-

to. 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 $\geq 550 \text{ cm}^2$ per metro di larghezza della falda (per manti in coppi $\geq 275 \text{ cm}^2$) ed essere sgombra da ostruzioni in corrispondenza delle linee di gronda e di colmo.



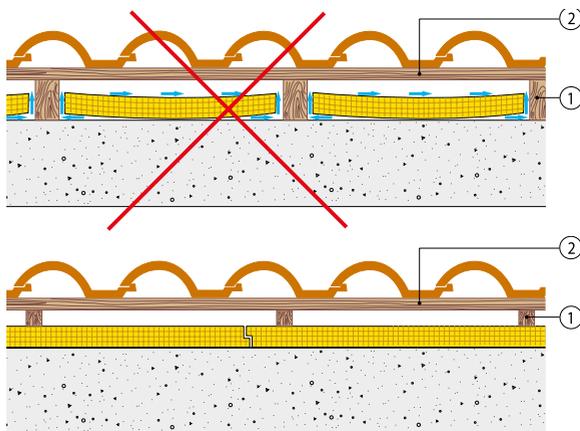
Ventilazione del sottotetto mediante intercapedine unica

Isolamento termo-acustico

Le coperture discontinue partecipano in maniera significativa alle prestazioni di isolamento sia per limitare il fabbisogno per il riscaldamento e raffreddamento, sia per la protezione acustica da rumori aerei e/o impattivi mediante le proprie caratteristiche. I requisiti di isolamento di una copertura o edificio devono essere verificati ed eventualmente soddisfatti con provvedimenti aggiuntivi.

Per una buona efficienza termica del tetto (basse dispersioni, alta capacità di accumulo di calore) è consigliabile 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.

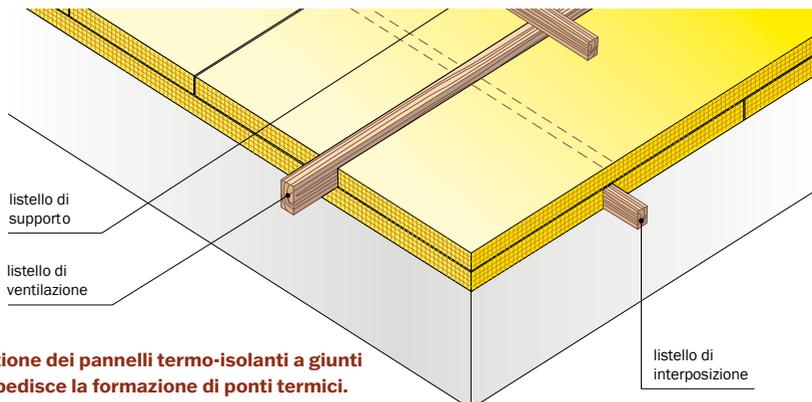
Nel primo caso, per garantire un'adeguata resistenza a



1. listello di ventilazione 2. listello di supporto
Disposizione corretta (sotto) ed errata (sopra) dello strato termoisolante

compressione, è opportuno utilizzare pannelli termo-isolanti ad alta densità ($\geq 25 \text{ kg/m}^3$), 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.



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

Permeabilità al vapore

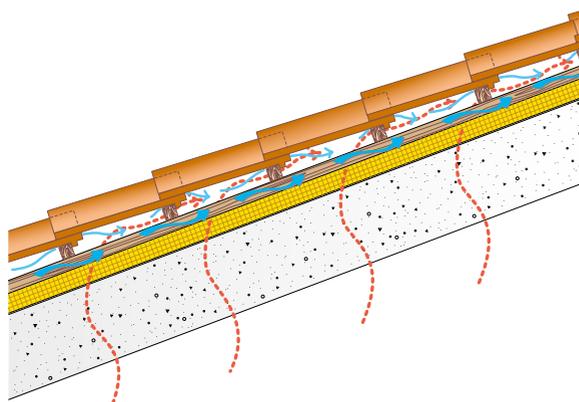
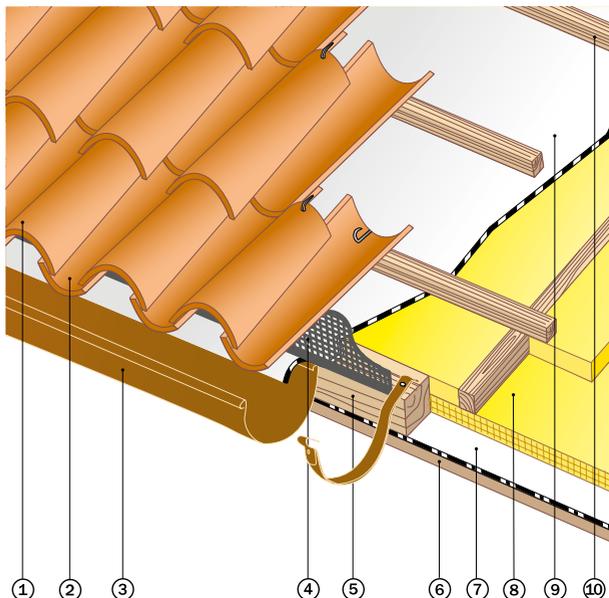
Nei tetti sono spesso presenti strati integrativi di tenuta all'acqua (e al vapore) di tipo continuo posti negli strati "freddi" della copertura (al di sopra dello strato

con funzione termo-isolante). Un'elevata impermeabilità della soluzione adottata, in periodo invernale, può dare luogo alla formazione di condensa del vapore pro-

veniente dagli strati interni, causando il rapido degrado e la perdita di prestazioni termiche della copertura stessa.

Tetto isolato e microventilato 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. schermo barriera al vapore
8. doppio strato di pannelli termo-isolanti posti a giunti sfalsati e interposti a listelli
9. membrana traspirante di tenuta all'acqua
10. listello di supporto



Camera di ventilazione in grado di smaltire il vapore interno

Poiché le barriere al vapore compromettono la traspirabilità del tetto e, conseguentemente, la purezza dell'aria interna, è sempre preferibile allontanare il vapore d'acqua utilizzando un schermo barriera al vapore (UNI 11470:2015).

A tale scopo, anche lo strato di tenuta all'acqua deve essere del tipo "traspirante", inoltre per aumentare la migrazione del vapore, si può ricorrere a una camera di ventilazione come meglio descritto in precedenza.

Tenuta all'acqua

Considerando il sempre più frequente accesso alla copertura in quanto luogo sempre più multifunzionale, il requisito di impermeabilità alla pioggia è soddisfatto mediante le prestazioni di impermeabilità dei prodotti di copertura e dal relativo metodo di applicazione.

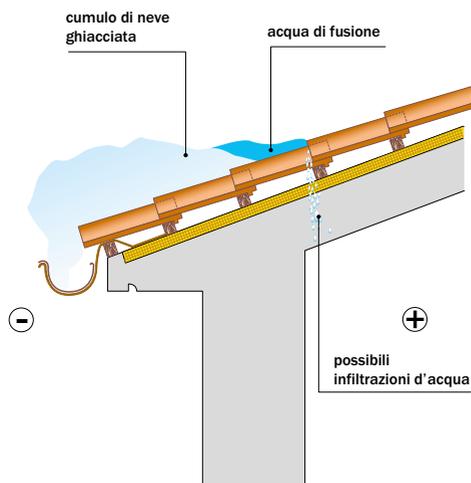
Per impedire il passaggio dell'acqua all'interno e attraverso la copertura e per preservare la funzionalità degli strati sottostanti è opportu-

no prevedere una membrana impermeabile sotto tegola.

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.

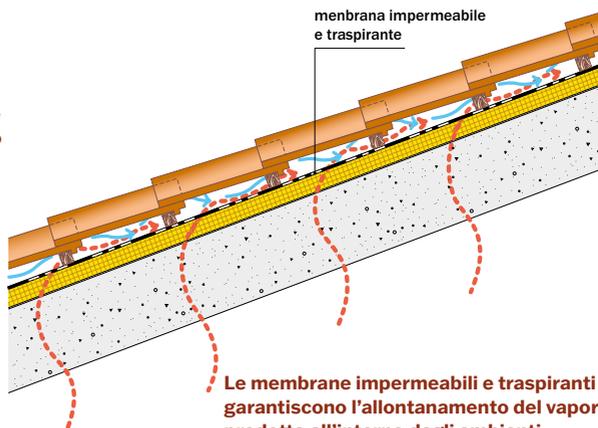
La posa degli strati impermeabili deve avvenire per sovrapposizioni orizzontali, con lo strato superiore che sormonta quello inferiore di circa 10 cm. In generale e soprattutto con tetti a basse pendenze è bene impiegare membrane impermeabili traspiranti che consentono il passaggio del vapore, ma bloccano l'infiltrazione dell'acqua meteorica.



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



Schematizzazione del comportamento delle membrane impermeabili e traspiranti.

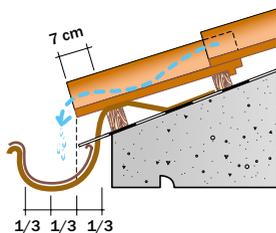


Le membrane impermeabili e traspiranti garantiscono l'allontanamento del vapore prodotto all'interno degli ambienti

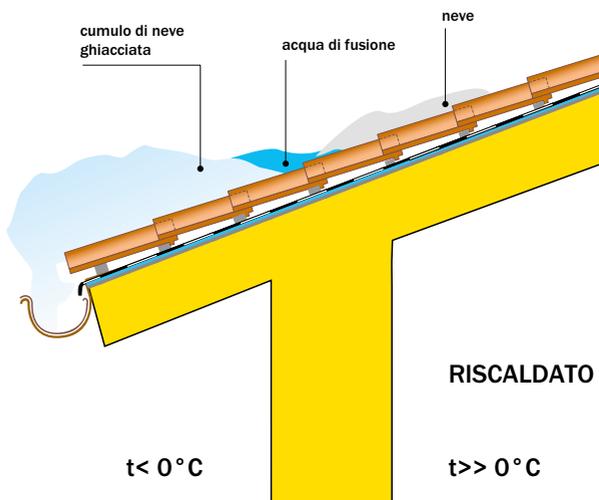
Raccolta e allontanamento dell'acqua

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 a 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 cm² per m² della proiezione, sul piano orizzontale, della falda.

La linea di gronda è un punto delicato poiché 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



Rischio di permeazione idrica per presenza di acqua di fusione

Sezione dei pluviali e del canale di gronda in relazione alla superficie della falda

Area del tetto In protezione 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

Criteria di dimensionamento dei canali di gronda e dei pluviali

Comportamento al fuoco

Il comportamento al fuoco delle coperture riveste un ruolo cruciale nella progettazione e costruzione degli edifici, in particolare quando sono presenti pannelli fotovoltaici.

L'installazione di un impianto fotovoltaico presuppone sempre la garanzia di sicurezza elettrica e meccanica per tutta la durata della vita attesa, attraverso la verifica dei requisiti tecnici di strutture, dei manti di copertu-

ra e/o piani d'appoggio in conformità alla legislazione vigente con le norme IEC 61215 e 61730 e nel rispetto della nota del Ministero

dell'Interno - Corpo dei VVF, in merito all'installazione degli impianti FV (Nota 07/02/2012 n. 1324 e RTV "Chiusure d'ambito").



Esempio di pannello fotovoltaico sovrapposto al manto di copertura (v. pag.34)

Sicurezza e accessibilità

Come da D.lgs. n° 81/2008 Testo Unico sulla Sicurezza, per lavori in quota come avviene sulle coperture in tegole e coppi deve essere possibile l'accesso in sicurezza sempre più frequente di tecnici e operatori specializzati. Tale accesso deve essere garantito e consentito con

sistemi di protezione collettiva (es. ponteggi/parapetti) e/o individuali (es. sistemi di ancoraggio), per permettere lo svolgersi di operazioni di installazione, riparazione o manutenzione. In generale, prima di installare ogni ancoraggio è necessario valutare attraverso la redazione di un apposito "fascicolo tecnico"

che la superficie di supporto sia in grado di sopportare il carico, di valutare la tipologia di tetto per scegliere la tipologia di sistema di protezione più idoneo e di dimensionare la struttura al fine di garantire la sicurezza e la stabilità del sistema stesso. È possibile far riferimento alla UNI 11560:2022.

Durabilità

Le caratteristiche di un prodotto per coperture discontinue non devono variare, per il normale periodo di vita utile attesa, in modo tale da compromettere la funzionalità della copertura, se sottoposto al normale effetto del sole, della pioggia, del gelo, delle condizioni atmosferiche in generale, dell'azione di microrganismi. Tali azioni devono essere tenute in conto insieme alle condizioni atmosferi-

che locali e al tipo di copertura discontinua scelta.

Un ulteriore prerequisito per assicurare il funzionamento di una copertura discontinua è una corretta manutenzione.

Tutte le coperture discontinue devono essere sottoposte a controlli, ad intervalli specificati di tempo, allo scopo di rilevare eventuali danni. Riparazioni e manutenzione tempestiva possono prolungare la vita utile della copertura e prevenire danni ulteriori.

I fattori significativi che possono influenzare il funzionamento delle coperture discontinue devono essere tenuti in conto nella fase di progettazione e nella scelta dei prodotti da utilizzare.



Esempio linea vita per operare in sicurezza in copertura.

Coppi e tegole

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

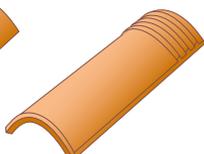
Per ciascuna tipologia sono poi disponibili elementi speciali, elementi accessori ed elementi innovativi per mi-

gliorare l'aspetto e l'affidabilità del tetto e per facilitare la posa in opera.

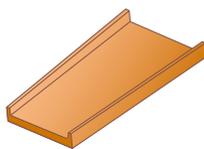
Coppo estruso



Coppo stampato



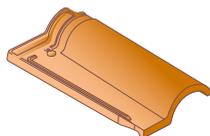
Embrice estruso



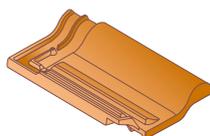
Embrice stampato



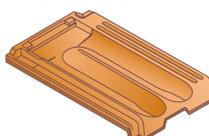
Tegola portoghese



Tegola olandese



Tegola marsigliese



Tegola piana o piatta



Esempi di elementi standard

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

L'embrice o Romana è impiegato solitamente insieme al coppo, più raramente insieme all'embrice soprannesso; quelli prodotti tramite stampaggio sono dotati 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, la parte curva conferisce all'elemento un'adeguata resistenza meccanica.

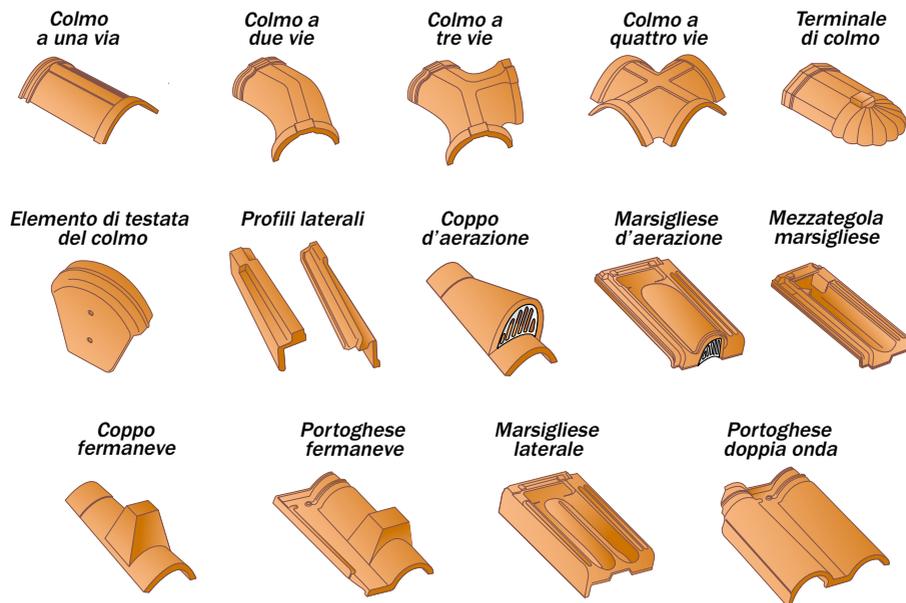
La tegola olandese differisce da quella portoghese principalmente per il profilo della parte curva.

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. La tegola piana riporta ad una linea pulita essenziale, tipica di un arredo contemporaneo per una copertura dallo stile minimal e moderno. I particolari incastri di sovrapposizione, di cui sono dotate tutte le tegole (ad eccezione dell'embrice), 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.

Gli elementi di aerazione

Vengono impiegati per migliorare la circolazione d'aria all'intradosso del manto. Non

devono essere mai usati quasi sfati 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

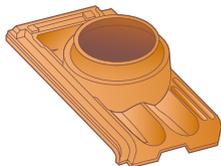
Elementi Accessori

Gli elementi accessori sono utilizzati in corrispondenza di soluzioni di continuità del manto. Per evitare pro-

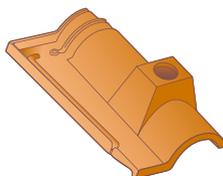
blemi di integrabilità (colore, dimensioni, morfologia, sistema di ancoraggio...), è opportuno utilizzare elementi accessori prodotti dal-

la stessa azienda produttrice degli elementi standard. Di seguito sono riportati alcuni esempi puramente indicati-

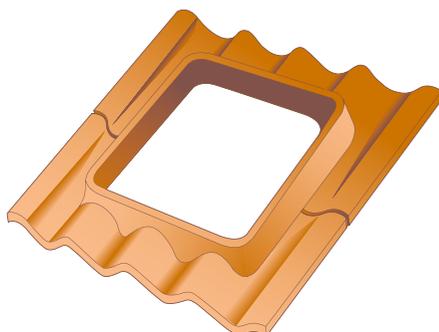
Marsigliese per sfiato



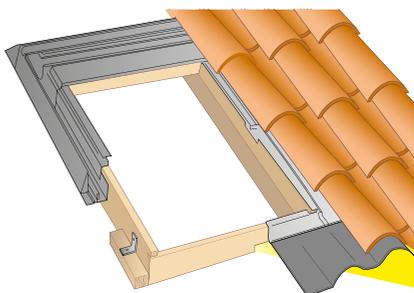
Portoghese per antenna



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 radio-televisiva o simili.

Elemento per camino

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

Finestre da tetto

Permette l'illuminazione e la

ventilazione del sottotetto e l'accessibilità al manto. Consiste in un infisso incassato nella superficie inclinata. È progettata per resistere alle intemperie e garantire isolamento termico e acustico. Può essere fissa o apribile, manualmente o elettricamente, e spesso include caratteristiche come vetri isolanti, protezioni solari, o sistemi di ventilazione.

Elementi innovativi

Attualmente il mercato propone anche alcuni elementi innovativi per dimensioni, morfologia dei profili, tecniche di connessione e finitura superficiale.

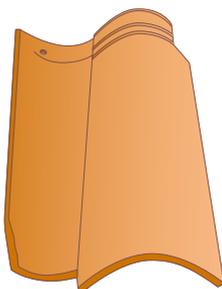
Tra gli elementi innovativi si possono citare:

le speciali tegole che riproducono l'aspetto di un tradizionale manto.

Elementi innovativi di copertura in coppi 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);

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.



Esempi di elementi innovativi:

a sinistra, manufatti con aletta ad incastro che coniugano l'aspetto di un manto di copertura in coppi sovrapposti 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 degli elementi.

Il passo degli elementi di supporto deve tener conto della sovrapposizione degli elementi di manto che, mentre per le tegole è fissa, mentre per le coppi oscilla fra 7 e 9 cm, in funzione dell'inclinazione della falda.

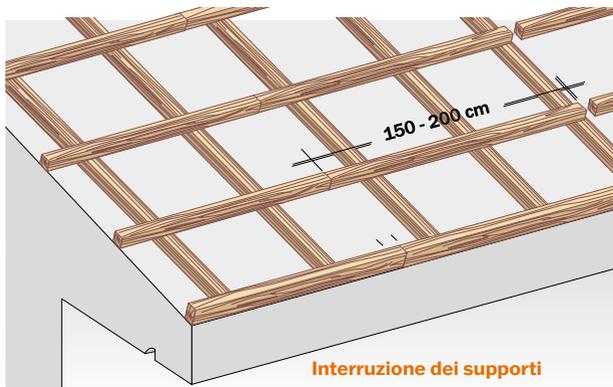
Listellatura in legno

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

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 manto di copertura e strati sottostanti.

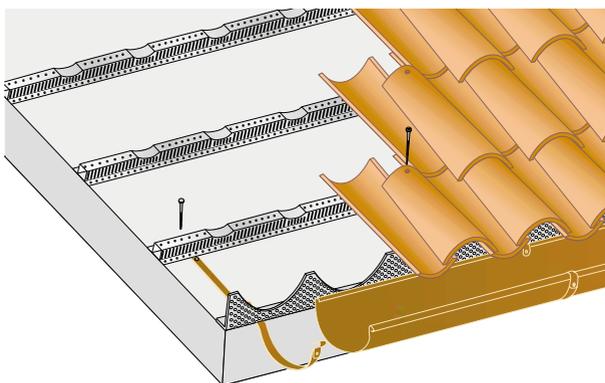
Pannelli termo-isolanti preformati

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.

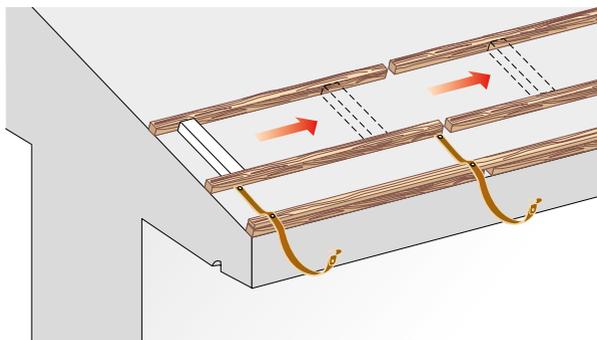


Esempio di listelli micro forati in metallo

Supporti per tegole

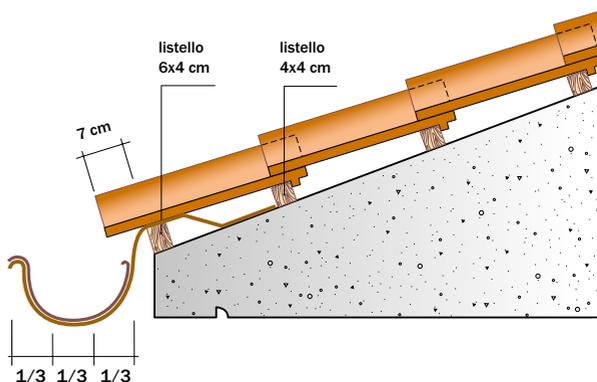
Le tegole, di qualunque tipo, sono conformate in modo da dover poggiare su una orditura di listelli parallela alla linea di gronda ('alla lombarda').

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.



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

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.



Listello di gronda e listello standard

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.



Esempio di sopralzo di battuta

I listelli successivi a quello di gronda devono essere posizionati ad una distanza pari

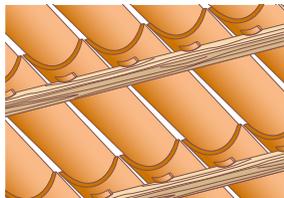
a quella fra i naselli di arresto; per facilitare la posa dei successivi listelli, l'operatore può adoperare una dima.

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.

Supporti per coppi

Se i coppi di canale sono dotati di dentelli di arresto all'intradosso, l'orditura dei supporti è del tutto simile a quella descrit-

ta 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.

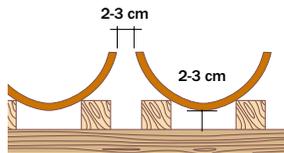


Intradosso di coppi di canale con dentello d'arresto.

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

La realizzazione di una sede

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

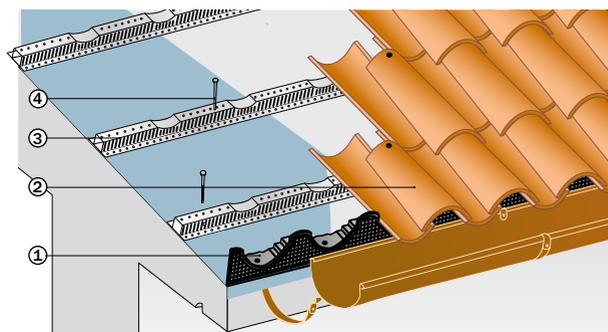


stabile per i coppi di canale mediante doppia orditura di listelli;

Il fissaggio a secco di tutti i coppi di coperta con i coppi di canale appoggiati a speciali listelli sagomati.

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. Durante la posa è 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 i metallo

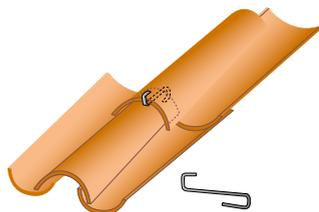
4. vite per il fissaggio dei listelli

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

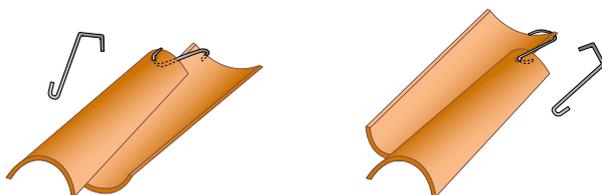
Tipologie e dimensionamento

Il fissaggio del manto deve sempre avvenire a secco mediante tecniche che favoriscano la semplice smontabilità e sostituibilità degli elementi danneggiati.

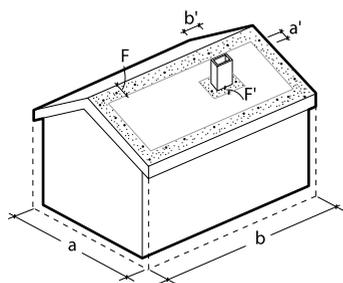
Se la copertura è fortemente esposta al vento, è opportuno fissare anche tutti gli elementi in corrispondenza dei bordi della falda, delle linee di gronda e di colmo e del perimetro degli elementi emergenti.



Esempi di ganci per il fissaggio dei coppi.



Dimensionamento delle zone di fissaggio.



Se $a < 30$ m

$F = a/8$
 comunque: $1 \text{ m} \leq F \leq 2 \text{ m}$
 Se $a/8 \leq 1 \text{ m}$ $F = 1 \text{ m}$
 Se $a/8 > 2 \text{ m}$ $F = 2 \text{ m}$

Se $a \geq 30$ m

$F = a/8$

Se $0,50 \text{ m} < b' \leq 2 \text{ m}$

$F' = 1 \text{ m}$

Se $b' > 2 \text{ m}$

$F' = b'/2$
 comunque: $1 \text{ m} \leq F' \leq 2 \text{ m}$
 Se $b'/2 \leq 1 \text{ m}$ $F' = 1 \text{ m}$
 Se $b'/2 > 2 \text{ m}$ $F' = 2 \text{ m}$

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 con guarnizione: 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.

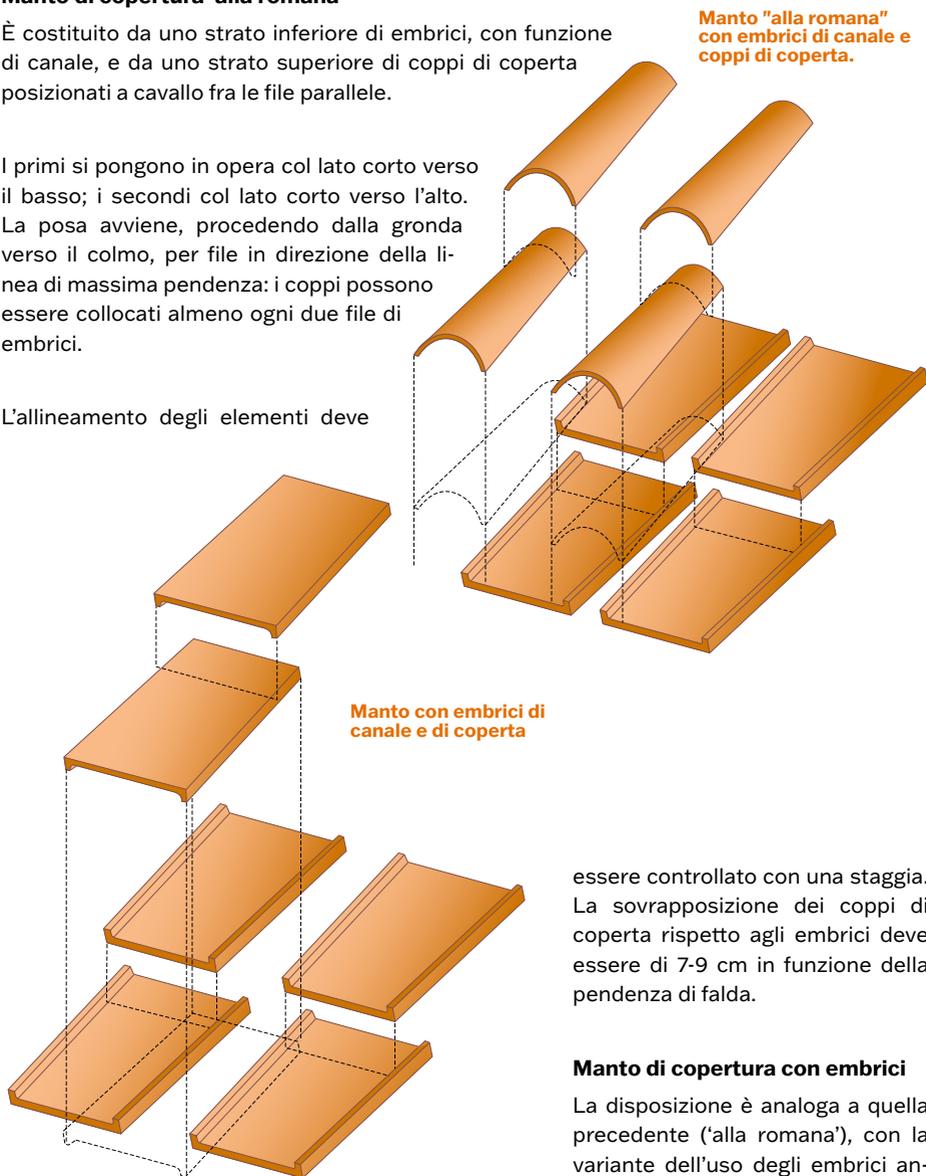
Manti alla 'romana' e con embrici

Manto di copertura 'alla romana'

È costituito da uno strato inferiore di embrici 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



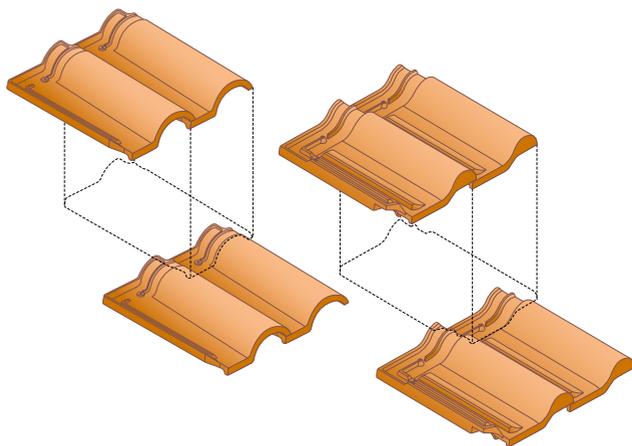
essere controllato con una staggia. La sovrapposizione dei coppi di coperta rispetto agli embrici deve essere di 7-9 cm in funzione della pendenza di falda.

Manto di copertura con embrici

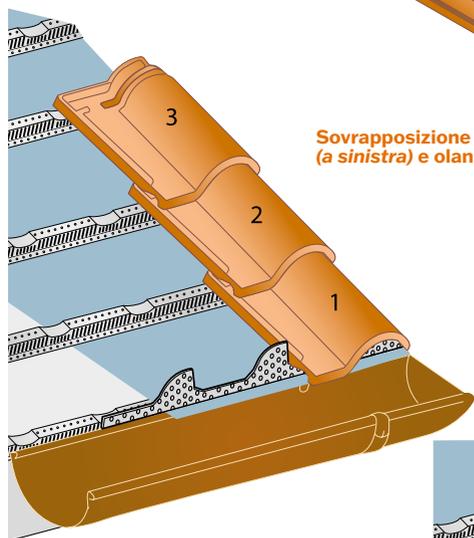
La disposizione è analoga a quella precedente ('alla romana'), con la variante dell'uso degli embrici anche per lo strato di coperta. È questa una soluzione adottata meno frequentemente, anche se altrettanto valida.

Manti con tegole olandesi e portoghesi

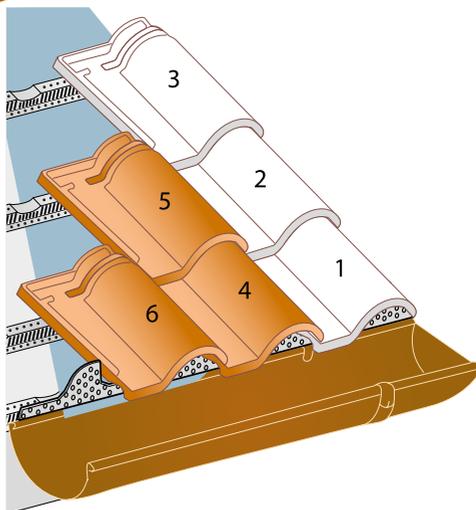
La messa in opera viene eseguita realizzando tre file in direzione della linea di massima pendenza della falda, posando gli elementi secondo uno schema diagonale e controllandone l'allineamento, per poi passare alle tre file successive.



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



Successione della posa delle tegole portoghesi secondo lo schema diagonale.

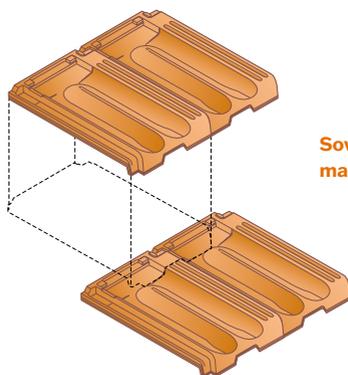


Per le tegole con la parte curva a destra, la disposizione degli elementi procede da destra verso sinistra; se la parte curva è a sinistra, occorre invertire la direzione di montaggio degli elementi.

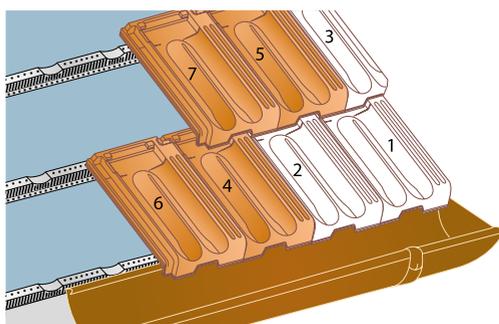
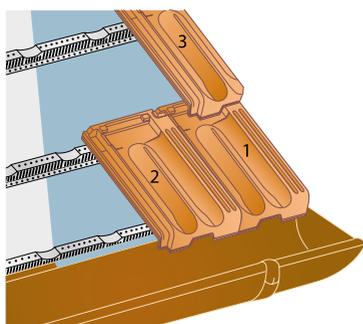
Manti con tegole marsigliesi

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.

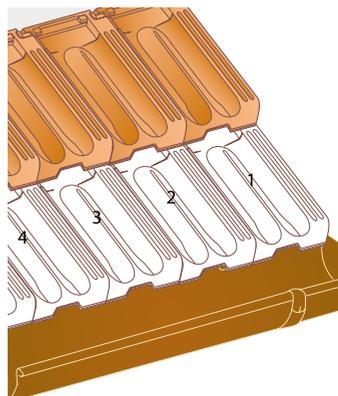
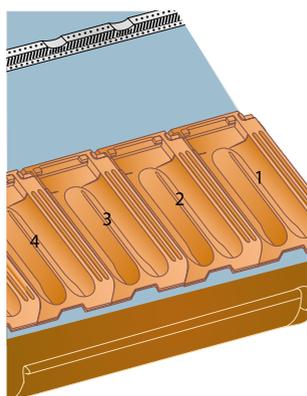


Sovrapposizione di tegole marsigliesi.



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

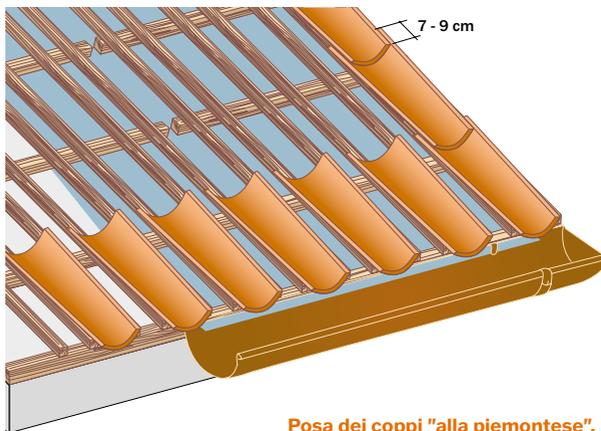
Per realizzare un manto di marsigliesi a giunti non sfalsati, si può procedere per file orizzontali o verticali; in quest'ultimo caso però la pratica realizzata è più complessa.



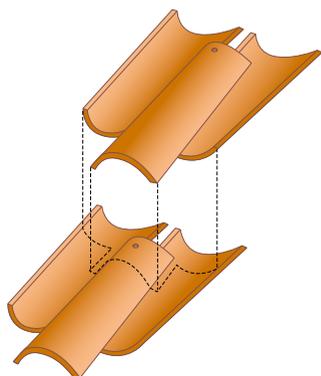
Posa delle tegole marsigliesi a giunti sfalsati per file orizzontali.

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.



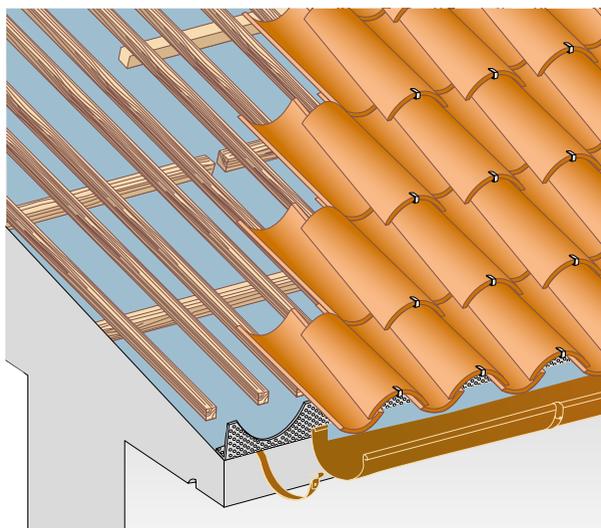
Posa dei coppi "alla piemontese".



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 fermare 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 descritto per le tegole.



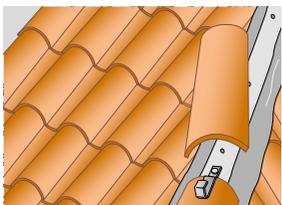
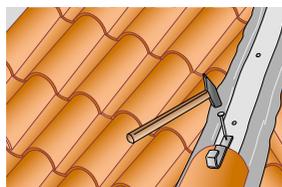
Posa dei coppi (muniti di dentelli di arresto) "alla lombarda".

Displuvi

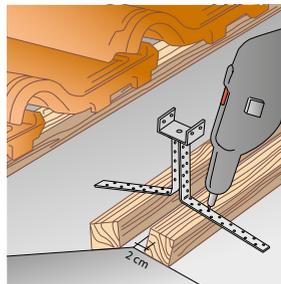
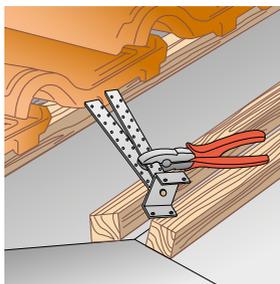
I displuvi - orizzontali (colmi) o inclinati - sono linee di raccordo tra falde con pendenza divergente e gli elementi in cotto si posano procedendo in modo da sovrapporli in direzione contraria a quella del vento dominante e devono essere 'ventilati'.

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 sorreggere in modo appropriato gli elementi del manto in corrispondenza dell'intersezione delle due falde.

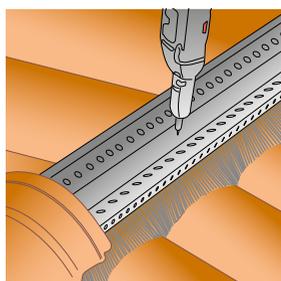
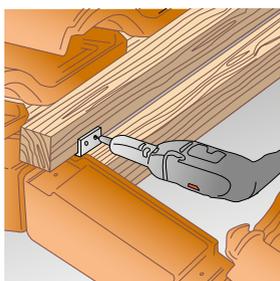
Per la realizzazione dei displuvi inclinati occorre tagliare gli elementi del manto in prossimità del displuvio; gli elementi di colmo si posizionano sovrapponendoli e procedendo dal basso verso l'alto.



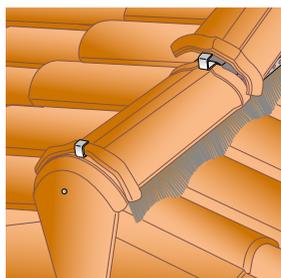
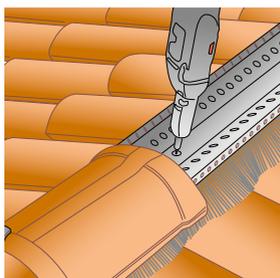
Nei displuvi inclinati gli elementi di colmo si posano dal basso verso l'alto



Dopo aver disposto per ciascuna 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.

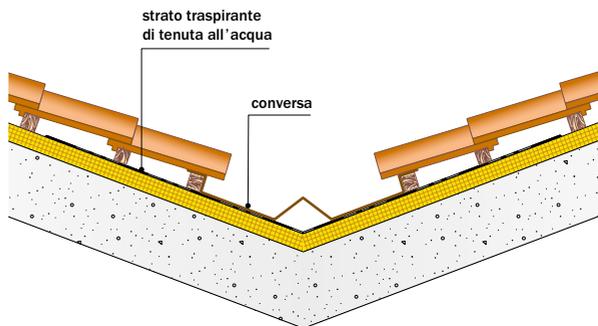
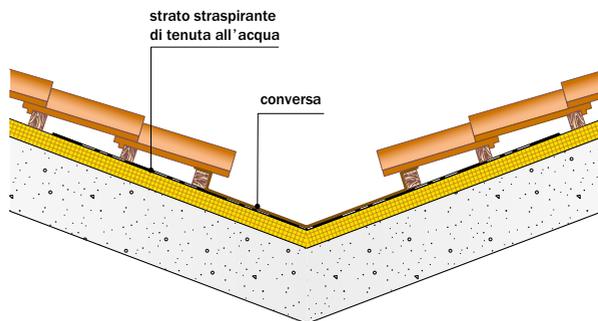
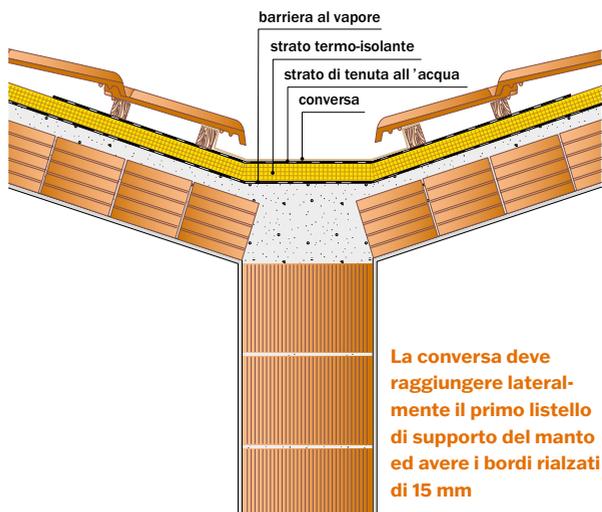
Compluvi

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 interessanti 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 di sotto della conversa un ulteriore strato di tenuta all'acqua (ad esempio, una membrana impermeabile e traspirante) 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.



Quando si prevede un forte ruscellamento può essere utile prevedere una conversa con rompi-flusso centrale.

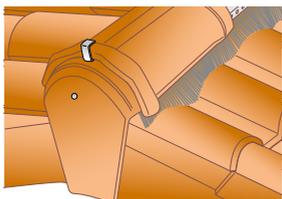
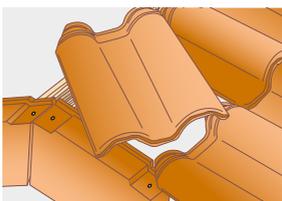
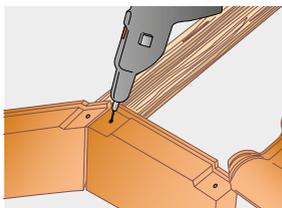
Linee di raccordo

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 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.

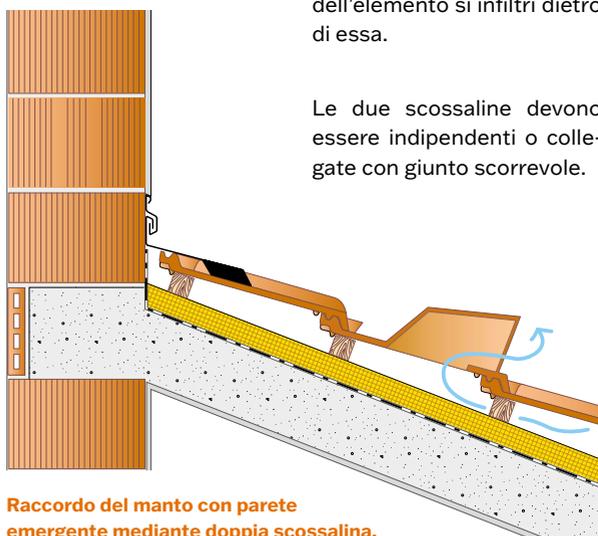


Profilo laterale, tegola doppia onda ed elemento di testata.

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, perpendicolari o paralleli alla linea di gronda, devono impedire infiltrazioni d'acqua sia verso la copertura, sia 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 per impedire che il velo d'acqua che dilava lungo la parete dell'elemento si infiltri dietro di essa.

Le due scossaline devono essere indipendenti o collegate con giunto scorrevole.

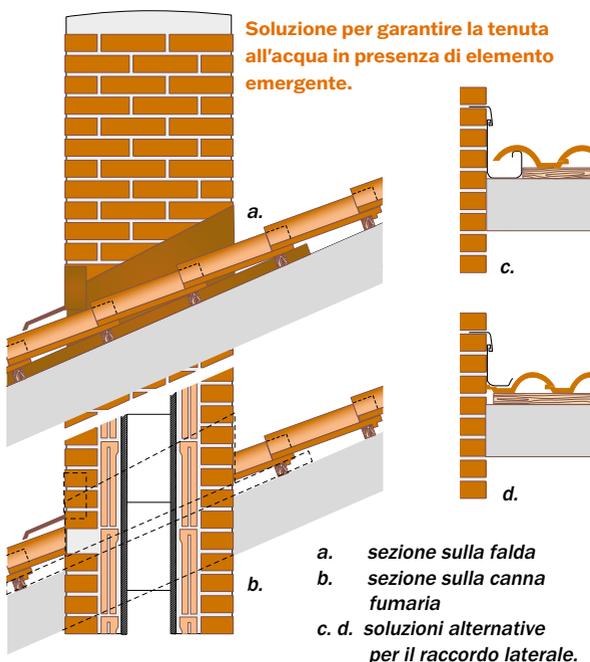


Raccordo del manto con parete emergente mediante doppia scossalina.

Soluzioni di continuità

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.

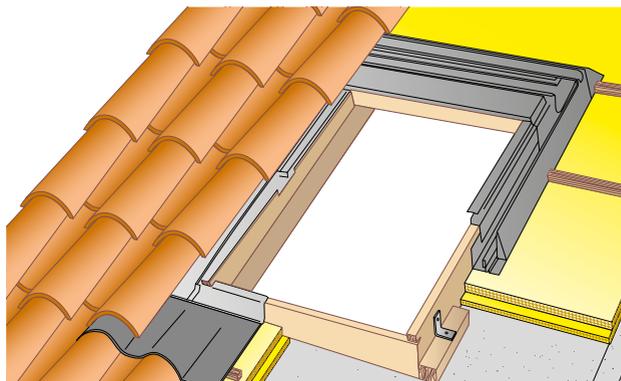
Nel caso di compluvi inclinati, l'acqua può raggiungere una certa velocità di scorrimento e, coadiuvata dal vento o deviata dalla linea di scorrimento sulla massima pendenza da qualche ostacolo lungo il percorso (foglie, rami, muschio), può infiltrarsi nel sottomanto.



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 pannello. È sempre opportuno prevedere al disotto della conversa un ulteriore strato di tenuta all'acqua (ad esem-

pio, una membrana impermeabile e traspirante) che, bilateralmente, si inoltri al di sotto del manto per almeno 50 cm.

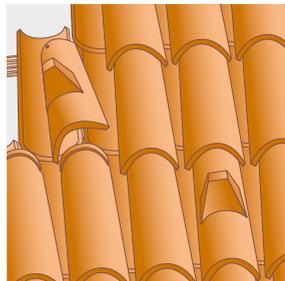
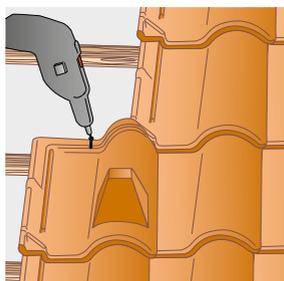


Raccordo tra finestra a tetto e manto in caso di struttura portante continua.

Le converse sono poste in opera subito dopo aver terminato la listellatura, insieme alle scossaline ed ai canali di gronda.

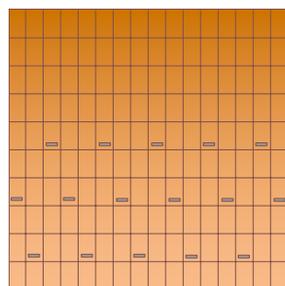
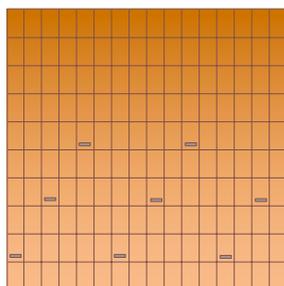
Posa degli elementi fermaneve

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.



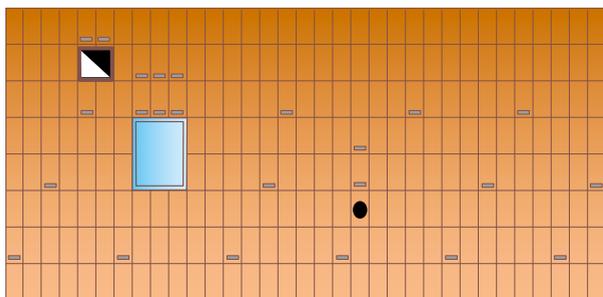
Fissaggio meccanico di elementi fermaneve in laterizio.

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.



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).

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.



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

In caso di falde di pendenza tra il 30-35% e lunghezza intorno ai 6 m:

Per siti di altitudine inferiore a 750 m sul livello del mare, è sufficiente un elemento fermaneve ogni 5 elementi standard, disposto in tre file

salsate in prossimità della linea di gronda.

Per siti di 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.

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.

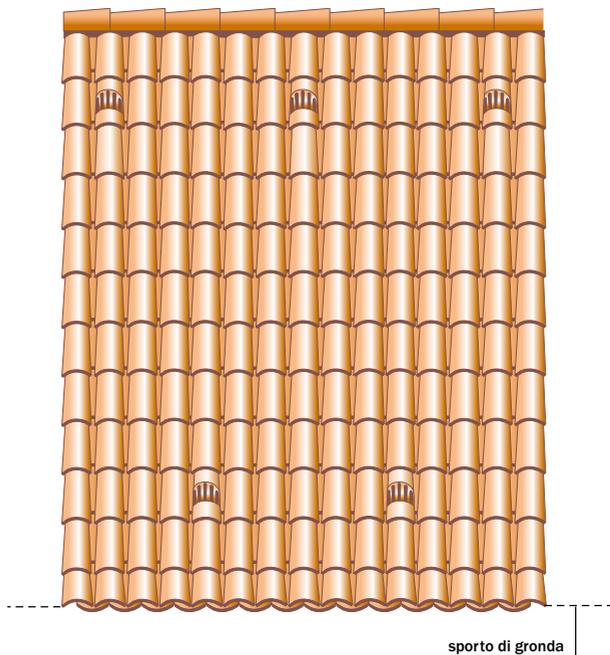
Su falde di forma regolare sono normalmente sufficienti due file:

Una sulla terza fila dalla linea di gronda.

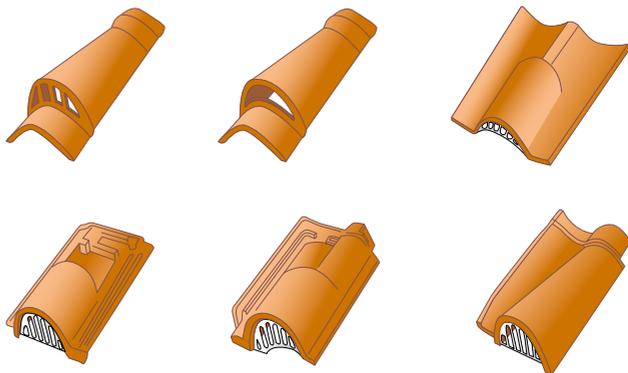
Una sulla penultima fila prima della linea di colmo.

Elementi d'aerazione posti nella parte media della falda si rivelano utili solo se quest'ultima supera i 4 metri di lunghezza più efficaci in particolare nella stagione invernale e sempre nelle falde a nord.

Il numero degli elementi d'aerazione per 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 essere impiegati quando la geometria del tetto (cambiamenti di pendenza, presenza di compluvi, displuvi...) o la presenza di elementi emergenti limitino la circolazione d'aria nel sottomanto.



Posizionamento delle tegole di aerazione.



Esempi di elementi di aerazione.

Posa dei sistemi per la produzione di energia da fonte solare

Le coperture, essendo debolmente inclinate rispetto all'orizzonte si prestano ad accogliere elementi utili alla produzione di energia derivante da fonte solare, quali i pannelli fotovoltaici.

I sistemi fotovoltaici possono essere ricondotti a tre macrocategorie in relazione alle caratteristiche/modalità di montaggio:

I. Pannelli fotovoltaici montati al di sopra del manto di copertura

II. Pannelli fotovoltaici integrati, montati in sostituzione di porzioni del manto di copertura

III. Tegole fotovoltaiche e coppi fotovoltaici, in laterizio o altri materiali, con applicati in superficie strati utili a convertire l'energia solare.

I. I pannelli del primo gruppo si montano prevedendo strutture metalliche connesse, tramite profili sagomati, elementi di giunzione, viti

e morsetti, agli elementi di supporto del manto.

Tale tipologia di prodotti e di sistema di montaggio presenta il vantaggio di mantenere l'integrità del manto di copertura, cui spetta il compito di garantire i requisiti fisico chimici e meccanici, di comportamento al fuoco, di protezione dagli agenti atmosferici e di durabilità e manutenzione, in coerenza con la norma UNI EN 1304, UNI 9460:2023 e norme correlate. Tale metodo di montaggio presenta anche il vantaggio di garantire una adeguata ventilazione dei pannelli fotovoltaici, così da ridurre la temperatura di esercizio delle celle fotovoltaiche ed aumentare l'energia prodotta. A parità di pannello maggiore temperature di esercizio delle celle fotovoltaiche, implicano perdita di efficienza.

II. I pannelli fotovoltaici integrati si montano prevedendo elementi di giunzione

connessi agli elementi di supporto del manto posto lateralmente ai pannelli stessi. I pannelli fotovoltaici integrati presentano la peculiarità della piena integrazione architettonica, essendo dislocati alla stessa quota del manto di copertura. Vi è tuttavia l'inconveniente di una maggiore difficoltà a garantire la tenuta all'acqua da parte del manto, per via delle discontinuità create dall'inserimento per integrazione. Vi è anche l'inconveniente di una minore efficienza dei pannelli data la difficoltà di garantire l'adeguata ventilazione sotto-manto qualora l'integrazione fosse realizzata installando moduli fotovoltaici standard su di una lamiera grecata metallica, mentre non sussiste nei sistemi fotovoltaici integrati BIPV (Building Integrated Photo Voltaic) con una corretta progettazione architettonica.

III. Le tegole fotovoltaiche



Pannelli fotovoltaici montati al di sopra del manto di copertura

si montano come un qualsiasi elemento del manto di copertura essendo tegole identiche, per forma, a quelle del manto, cui viene fatto aderire uno strato con la funzione di convertire l'energia solare.

Le tegole fotovoltaiche presentano anch'esse il vantaggio di una piena integrazione architettonica, avendo la stessa forma delle tegole presenti sulla copertura, risultando dunque particolarmente adatte all'impiego nei contesti storici e di tutela architettonico-paesaggistica. Queste presentano tuttavia una maggiore complessità del sistema e del significativo aumento degli elementi di connessione elettrica, data la piccola dimensione dei moduli fotovoltaici da collegare.

Nella posa dei sistemi fotovoltaici, in generale, particolare attenzione va posta agli aspetti legati alla prevenzione incendi, qualora l'attività ne sia soggetta. La "Guida



Pannelli fotovoltaici integrati, montati in sostituzione di porzioni del manto di copertura

per l'installazione degli impianti fotovoltaici" edita dal corpo dei VVF con nota 07 febbraio 2012, e oggi in fase di revisione, chiarisce che nell'installazione occorre evitare condizioni di aggravio di rischio in termini di rischio di propagazione di fiamme, interferenza con il sistema di ventilazione dei prodotti della combustione, ostacolo alle operazioni di raffreddamento/estinzione di un incendio in copertura. È richiesto in particolare che i pannelli fotovoltaici ven-

gano installati su strutture ed elementi di copertura incombustibili (0 secondo il DM 26/06/1984; A1 secondo il DM 10/03/2005), aspetto sempre direttamente verificato laddove i pannelli vengono montati al di sopra del manto di laterizio, per le caratteristiche di incombustibilità dei materiali del manto, da verificare e garantire invece nel caso di pannelli fotovoltaici integrati, in quanto posti a contatto con gli strati sottostanti del manto.



Tegole fotovoltaiche e coppi fotovoltaici, in laterizio, con applicati in superficie strati utili a convertire l'energia solare.

Requisiti di accettazione

Prova	N. provini	Requisiti di accettazione previsti dalla norma UNI EN 1304	Metodo di prova
ASPETTO ^[1]	almeno 100	Non sono ammessi più del 5% dei provini non conformi	UNI EN 1304
DIMENSIONI INDIVIDUALI ^[2]	10	$L_x \leq \pm 2\%$ rispetto al valore dichiarato dal produttore $L_u \leq \pm 2\%$ rispetto al valore dichiarato dal produttore	UNI EN 1024
RETTILINEITÀ	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 $R_x, R_y \leq \pm 1.5\%$ per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è > 300 mm $R_x, R_y \leq \pm 2\%$ per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è ≤ 300 mm UNI EN 1024	UNI EN 1024
PLANARITÀ (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
UNIFORMITÀ DEL PROFILO TRASVERSALE (solo coppi)	10	DE1 ≤ 15 mm DE2 ≤ 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
IMPERMEABILITÀ ALL'ACQUA (Metodo 1: passaggio di acqua attraverso la tegola totalmente immersa, sotto un determinato battente di acqua) ^[3]	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:) ^[4]	13 ^[5]	variazione dell'aspetto di superficie [4] 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_x : larghezza media L_u : lunghezza media R_L : rettilineità media longitudinale R_x : 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	

Normative di riferimento

Normativa di prodotto

UNI EN 1304	Tegole di laterizio e relativi accessori - definizioni e specifiche di prodotto
UNI 8626	Edilizia, prodotti per coperture discontinue. caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione
UNI 8635/1-16	Serie di norme per prove di prodotti per coperture discontinue
UNI 8178	Edilizia - Coperture - analisi degli elementi e strati funzionali
UNI 8089	Edilizia - Coperture e relativi elementi funzionali - terminologia funzionale
UNI EN 14437	Determinazione della resistenza al sollevamento di tegole di laterizio o di calcestruzzo installate in coperture - metodo di prova per il sistema tetto
UNI CEN/TS 15087:2006	Determinazione della resistenza al sollevamento di tegole di laterizio e di tegole di calcestruzzo con incastro installate in coperture - metodo di prova per elementi di collegamento meccanici
UNI EN 538	Tegole di laterizio per coperture discontinue - prova di resistenza alla flessione
UNI EN 539-1	Tegole di laterizio per coperture discontinue - determinazione delle caratteristiche fisiche - parte 1: prove di impermeabilità
UNI EN 539-2	Tegole di laterizio per coperture discontinue - determinazione delle caratteristiche fisiche - prova di resistenza al gelo
UNI EN 1024	Tegole di laterizio per coperture discontinue - determinazione delle caratteristiche geometriche

Normativa di progetto

UNI 9460:2023	Coperture discontinue - Istruzioni per la progettazione, esecuzione e manutenzione di tetti realizzati con tegole in laterizio o cemento
Guida per l'installazione di pannelli fotovoltaici (in revisione)	Nota 07/02/2012 n. 1324 del Ministero dell'Interno, Dipartimento dei Vigili del Fuoco, Soccorso Pubblico e Difesa Civile
UNI 8089	Edilizia - Coperture e relativi elementi funzionali - terminologia funzionale
UNI 8178	Edilizia - Coperture - analisi degli elementi e strati funzionali

**Scarica qui la versione sempre
aggiornata del manuale** →



LATERIZIO
Italiano



CONFINDUSTRIA CERAMICA
Raggruppamento Laterizi

Via A. Torlonia, 15 - 00161 Roma
Tel. 0644236926 - Fax 0644237930
www.laterizio.it