



## **NOTE TECNICHE SULLE COPERTURE ROMANE**

Le tegole romane e i coppi prodotti dalla fornace Solava mantengono la tradizione dei manti di copertura già in uso in epoca romana e ampiamente citate da Vitruvio nel suo trattato *De Architectura* nel I secolo a. C.

Le tegole romane (chiamate anche *embrici* o *tegole piane*) prodotte in epoca classica erano di dimensioni e peso davvero notevoli. Nei secoli, l'evoluzione produttiva ha reso più contenute tali caratteristiche mantenendo comunque, sotto il profilo morfologico, l'assetto geometrico originario. Le tegole sono sostanzialmente una semplice tavella piatta con bordi rialzati (in modo da poter incanalare l'acqua) di forma trapezoidale, tale da poter essere posta in opera in sovrapposizione lungo gli assi perpendicolari alla linea di gronda e fungere così da canale di scolo. Oggi Solava, grazie alla cinquantennale esperienza e alle moderne tecnologie industriali di produzione, è in grado di ottenere prodotti di altissima qualità nel rispetto della tradizione storica.

Il manto di copertura realizzato con le tegole romane, pur presentando rispetto alle altre tipologie di copertura un peso proprio più impegnativo (60-64 kg/mq), offre diversi vantaggi:

- a) permette un veloce ed efficiente smaltimento delle acque anche in condizioni di falde relativamente poco pendenti;
- b) non trattiene elementi estranei alla struttura del manto di copertura (sporcizia varia, foglie, ecc.);
- c) offre ottime caratteristiche di stabilità degli elementi poggiati;



- d) realizza uno strato resistente superiore ad altri tipi di coperture, data la larga base di appoggio e la perfetta planarità delle tegole che lo rendono praticabile anche per operazioni di controllo o di manutenzione.

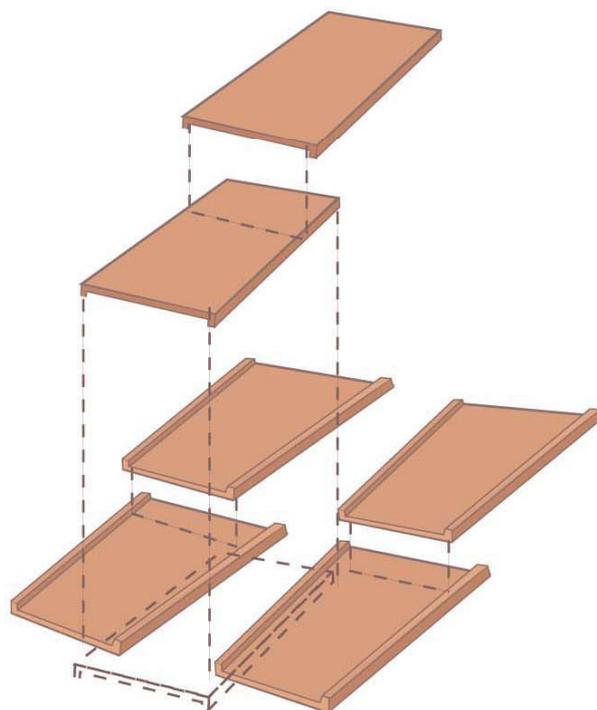
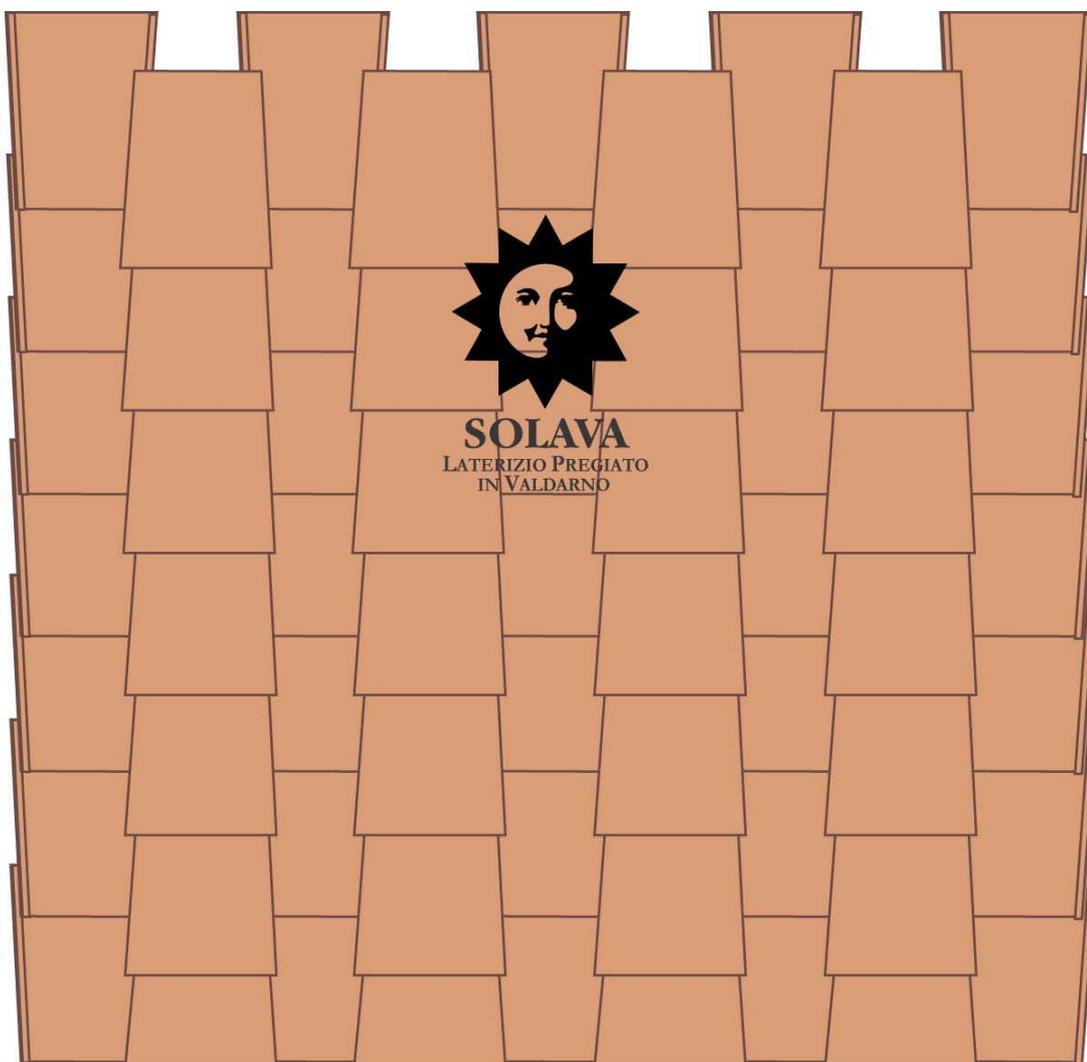
Esistono due modi per coprire un tetto con le tegole romane:

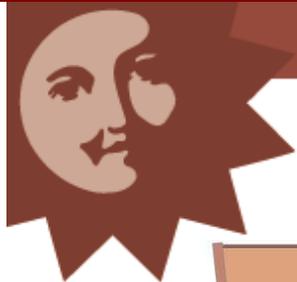
- 1) Il più antico prevede tutto il manto di copertura ottenuto utilizzando unicamente le tegole, con la messa in opera di elementi rovesciati anche nello strato superiore (cosiddetta posa a rovescione).(FIG 1).
- 2) Il più conosciuto ed utilizzato, oggigiorno, prevede il completamento superiore del manto di copertura alternando file di coppi, che realizzano la "saldatura" del manto unendo fra loro le file contigue di tegole. Da questo accoppiamento è nata l'abitudine, presso fornaciai e muratori, di chiamare questo tipo di coperture anche "tegole maritate".(FIG 2).

L'associazione embrice-coppo consente di ottenere una soluzione maggiormente versatile, particolarmente indicata per tetti dalla morfologia irregolare. Infatti, nella posa in opera che prevede la combinazione con i coppi, gli embrici possono essere accostati o anche distanziati (di quel tanto che è permesso dalla larghezza della tegola a canale) assorbendo così le irregolarità e i cambiamenti delle superfici di falda.

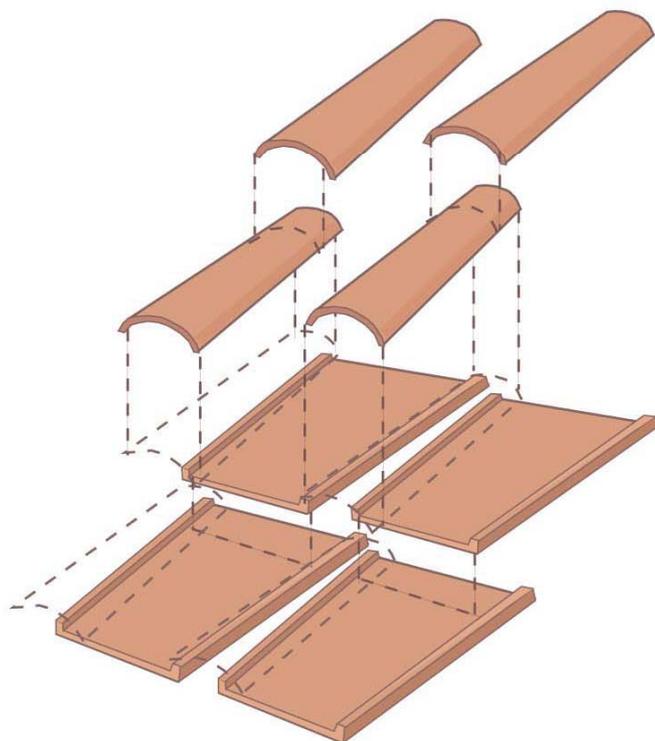
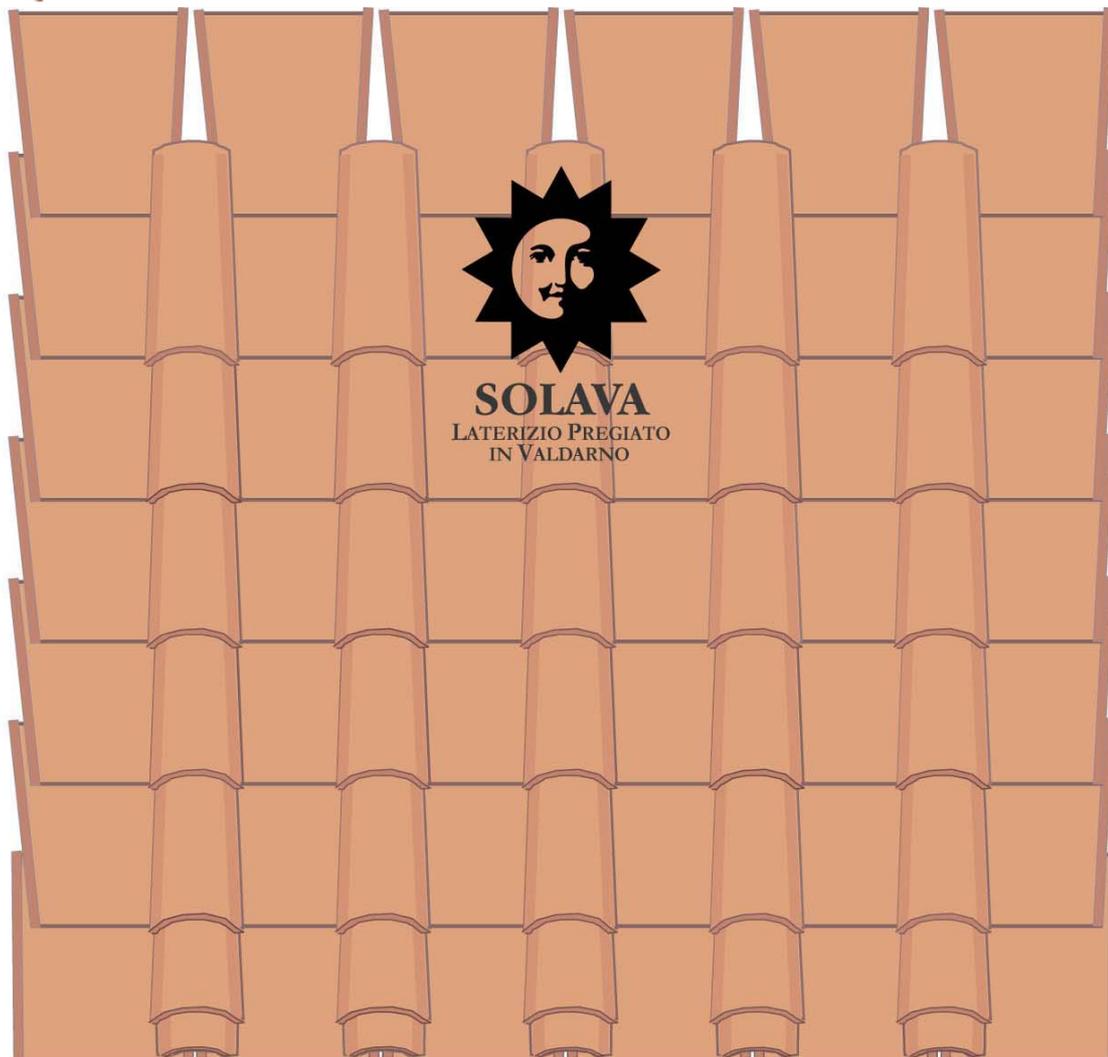


**SOLAVA** LATERIZIO PREGIATO IN VALDARNO





**SOLAVA** LATERIZIO PREGIATO IN VALDARNO





Normalmente la pendenza d'esercizio consigliata è maggiore o uguale a 25%. Altra cosa è la pendenza di falda (misurata o in percentuale o in gradi) che indica il dislivello compreso tra la linea di gronda e quella di colmo e la loro distanza in proiezione orizzontale. Se la pendenza è inferiore ai valori ottimali si possono verificare infiltrazioni causate da pioggia battente o da precipitazioni temporalesche; mentre con piogge di scarsa portata non vi è un buon ruscellamento, con conseguente deposito di sporco.

Per controllare il deflusso dell'acqua, e in particolare la sua quantità e velocità, occorre considerare contestualmente anche due fattori relativi alla falda: la regolarità geometrica e la lunghezza.

La regolarità geometrica della falda si traduce nell'attitudine del canale di gronda a raccogliere in ogni tratto del suo sviluppo una pari quantità di acqua: si ottiene, in termini rigorosi, solo quando la linea di gronda e quella di colmo hanno la stessa lunghezza, sono parallele ed orizzontali (falde rettangolari o quadrate). Ogniquale volta tale condizione è disattesa si determinano problemi più o meno gravi di deflusso. Un tipico esempio di discontinuità geometrica è costituito dai compluvi inclinati (o converse), che convogliano in una zona circoscritta del canale di gronda la pioggia caduta su un'ampia superficie di falda. Per ovviare a questi problemi, in sede di progetto è bene ricorrere all'uso di converse in vari materiali (rame, ecc.) con gli opportuni elementi di scarico.



## **POSA IN OPERA TETTO VENTILATO PER COPERTURA ROMANA "SOLAVA"**

Per l'esecuzione a "regola d'arte" di un tetto a falde in laterizio è fondamentale assicurare una efficace ventilazione del manto di copertura. Innanzitutto è importante evidenziare che le tegole laterizie individuano una famiglia di prodotti caratterizzati da una microporosità diffusa che comporta l'imbibimento degli elementi durante le precipitazioni meteoriche. A questo fenomeno si lega la necessità di favorire, nel più breve tempo possibile, la successiva restituzione all'ambiente dell'acqua e dell'umidità assorbite al fine di ristabilire lo stato igrometrico naturale di partenza della copertura. L'evaporazione dell'acqua trattenuta dagli elementi può essere accelerata, oltre che da più favorevoli condizioni climatiche, da una buona ventilazione sottotegola. Si spiega così la costante ricerca e la valorizzazione funzionale di una corrente d'aria ascensionale che, a partire dalla linea di gronda, salga, attraverso percorsi accuratamente predisposti, fino alla linea di colmo, assicurando:

1. l'eliminazione di eventuali infiltrazioni dovute alla concomitanza di forti piogge;
2. l'evaporazione dell'acqua trattenuta dalle tegole, unitamente ad eventuali condensazioni di umidità sulla superficie di intradosso del manto di copertura (prodotte dagli ambienti sottostanti), come pure sulla listellatura in legno, assicurando a quest'ultimo una più lunga durata;
3. l'efficace difesa, nel periodo estivo, dall'irraggiamento solare mantenendo ventilato il solaio di copertura e smorzando la quantità di calore trasmessa ai piani inferiori;
4. lo smorzamento del calore che durante l'inverno sale dagli alloggi riscaldati e che può causare irregolari scioglimenti e repentini scivolamenti del manto nevoso;
5. il mantenimento a temperatura quasi uniforme delle tegole, sia nella superficie estradossale che intradossale, molto importante soprattutto nella stagione invernale

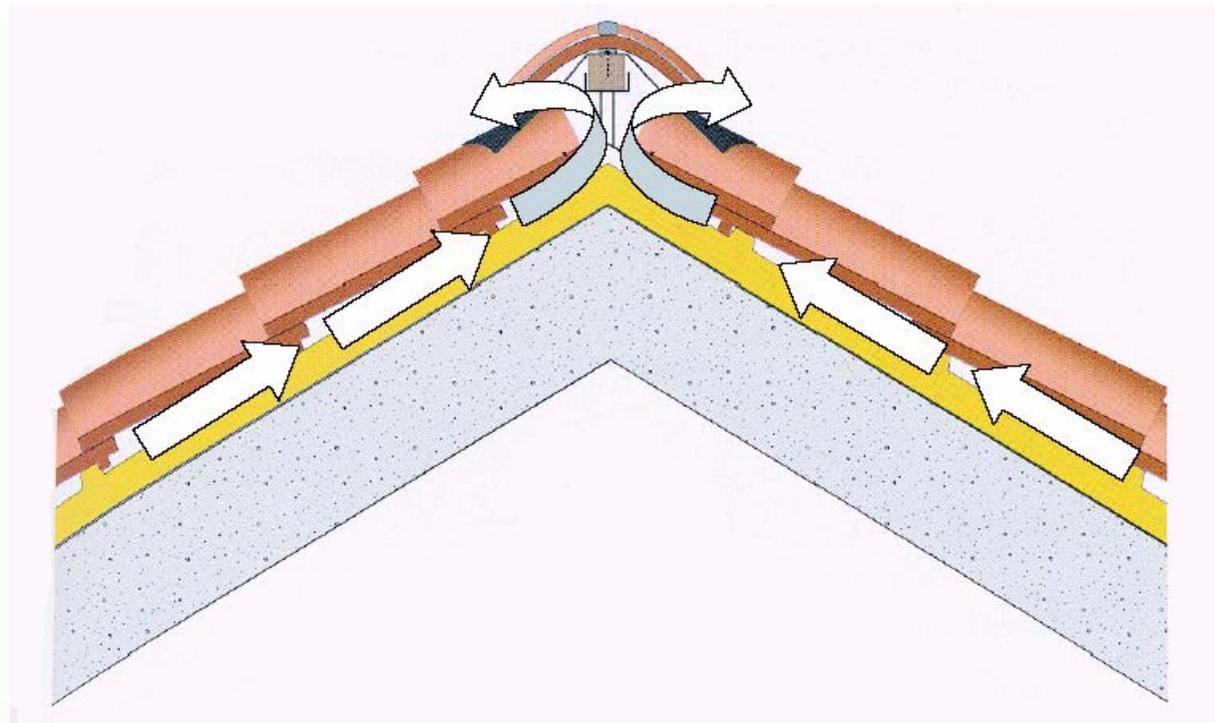


in presenza di cicli di gelo-disgelo che potrebbero compromettere la lunga durata degli elementi di laterizio.

L'origine del moto convettivo dell'aria è nel punto più basso della falda ovvero lungo la linea di gronda; qui, a livello della prima fila di tegole posate sulla listellatura di legno, l'aria può trovare un naturale accesso distribuendosi nel sottomanto.

Man mano che l'aria viene riscaldata, dall'esterno sotto l'azione del sole, o dall'interno sotto l'influenza della climatizzazione artificiale dell'edificio, tende a salire, dirigendosi verso la linea di colmo, richiamando al contempo aria nuova lungo la gronda.

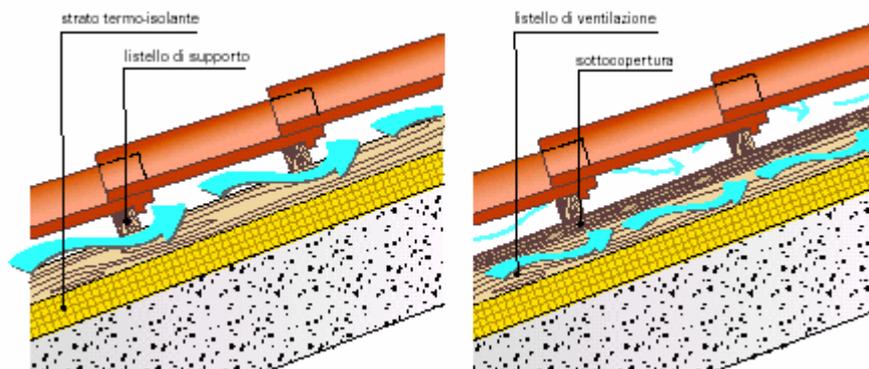
*Fig. 1 Moto convettivo dell'aria*



La ventilazione sottomanto si realizza normalmente mediante una doppia orditura di listelli: la prima - che crea lo spessore dello strato di ventilazione - è perpendicolare alla linea di gronda; la seconda - di supporto alle tegole - è parallela alla linea di gronda (microventilazione). Le due orditure possono anche essere



separate da uno strato continuo (sottocopertura): in questo caso, lo strato di micro-



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

ventilazione è separato da quello di ventilazione.

Fig. 2 Microventilazione (a sinistra) Ventilazione (a destra)

Gli elementi di supporto del manto devono garantire la micro-ventilazione<sup>1</sup> sottomanto e la stabilità degli elementi. Le tegole, di qualunque tipo, sono conformate in modo da dover poggiare su una orditura di listelli parallela alla linea di gronda. Il passo degli elementi di supporto deve tenere conto della sovrapposizione degli elementi di manto e quindi delle misure dei ganci di ancoraggio, per le tegole piane Solava il passo è di 35,5 cm. Anche in caso di tegola e coppo con foro il passo consigliato è 35,5 cm. 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. Il listello di gronda deve sempre incorporare la griglia o 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. La

<sup>1</sup> Da segnalare che una copertura con sola microventilazione sottotegola non viene considerata ventilata secondo la normativa UNI 8627/6.2.



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.

Un tetto ventilato volge le funzioni classiche di un tetto in modo migliore, dura di più in tutte le sue parti, con minore manutenzione e meno rischi di deperimento anche in condizioni climatiche critiche. Contribuisce notevolmente al controllo igrotermico degli ambienti interni e al comfort complessivo. I benefici non sono marginali: in condizioni ottimali l'abbattimento calorico è intorno al 40%<sup>2</sup>, senza eccessive difficoltà costruttive. Coloro che impiegano questo sistema non incontrano particolari difficoltà progettuali e costruttive, con costi complessivi che a mio avviso si ripagano in termini di comfort e risparmio sulle spese di gestione.<sup>3</sup>

La copertura ventilata contiene gli effetti di assorbimento igroscopico a carico dei materiali di copertura, garantendo la durabilità delle strutture lignee e rendendo maggiormente efficaci gli isolanti.<sup>4</sup>

Nel periodo invernale, quando il vapore migrando verso l'esterno incontra materiali caratterizzati da elevata impermeabilità e aventi temperature inferiori al cosiddetto punto di rugiada, si forma la *condensa interstiziale*. Nei tetti il problema si pone tipicamente quando sono presenti strati integrativi di tenuta all'acqua (e al vapore) di tipo continuo posti negli strati 'freddi' (al di sopra dello strato termo-isolante). L'uso della *barriera a vapore*, uno strato di materiale con elevata impermeabilità al vapore (ad esempio, teli di polietilene, membrane bituminose, fogli di alluminio, ecc.), 'blocca' il vapore ascendente dagli strati 'caldi' del tetto (al di sotto dello strato termo-isolante) ma compromette la traspirabilità del tetto e la purezza

<sup>2</sup> Studio della circolazione naturale dell'aria in un sistema di copertura a falda - di B. Simionato, F. Favaro, prof. G. Zannoni. Da MODULO - n. 248 di febbraio 1999. a pag. 61:

"Rispetto ad una falda priva di ventilazione si hanno i seguenti valori di abbattimento di calore trasmesso:

- 4% con camera di altezza cm.0+4 di listello (microventilazione);
- 22% con camera di altezza cm.4+4 di listello;
- 28% con camera di altezza cm.7+4 di listello;
- 37% con camera di altezza cm.10+4 di listello;

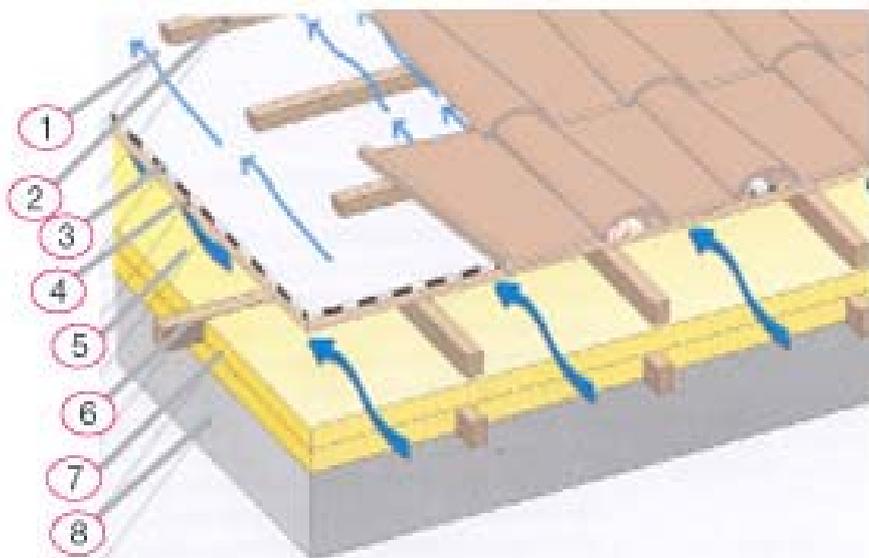
<sup>3</sup> G.Zannoni - Da MODULO n° 265 di Ottobre 2000

<sup>4</sup> M. D'orazio - Da MODULO n° 265 di Ottobre 2000



dell'aria; ciò rende l'ambiente abitato stagno aumentando l'umidità relativa dell'aria e, quindi, il rischio di condensazione sulle superfici interne. Per questa ragione è preferibile diffondere l'eventuale vapore d'acqua attraverso il tetto anziché bloccarlo.

*Fig.3 Intercapedine doppia*



1. *Strato di microventilazione*
2. *Listello di supporto*
3. *Strato di tenuta all'acqua*
4. *Sottocopertura*
5. *Strato di ventilazione*
6. *Listello di interposizione*
7. *Strato termoisolante*

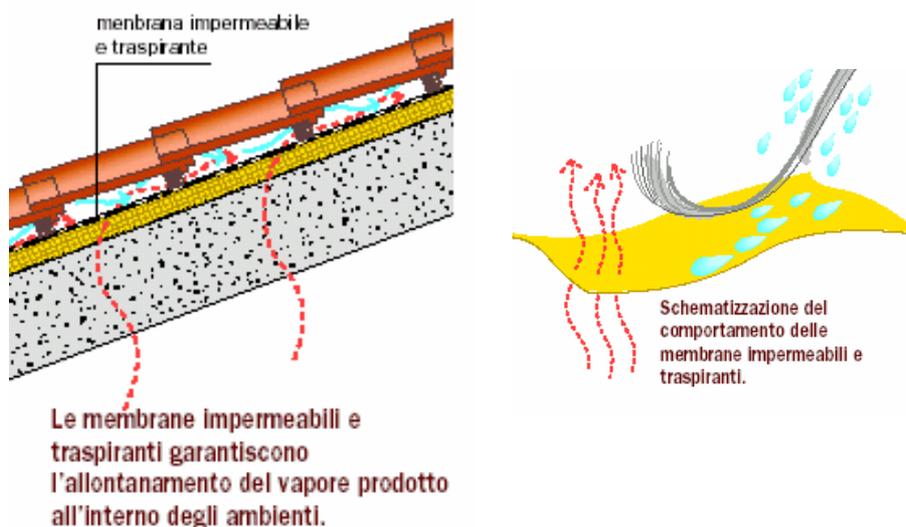
A tale scopo si rivela di grande utilità la presenza di uno strato di ventilazione capace di assicurare una sezione libera di aerazione, una camera di ventilazione di almeno 200 cm<sup>2</sup> per metro di larghezza della falda, ottenuta sia mediante intercapedine unica (doppia orditura di listelli), sia doppia (doppia orditura di listelli con interposizione di uno strato di sottocopertura) e misurata con le stesse modalità descritte precedentemente. Secondo una ricerca del prof. G. Zannoni pubblicata su MODULO n. 219 di marzo 1996: "L'altezza più efficace della camera di prova appare essere 9-12 cm. di canale libero (più l'altezza del supporto delle tegole)." L'ANDIL - Assolaterizi - Roma - nel Supplemento a Costruire in Laterizio n.37 di gennaio-febbraio 94. riporta che nella "ventilazione sottomanti (o tetto ventilato) l'intercapedine di spessore è variabile tra 7 e 15 cm a seconda delle condizioni di progetto." L'Ing. R.Nelva, nel "Le coperture discontinue - Guida alla progettazione, II ed. BE-MA (MI) 1989, scrive che "lo spazio di ventilazione dovrà avere nel punto più basso della intercapedine un'altezza minima di 10 cm." Per manti di copertura in



tegole, secondo la norma UNI 9460 ("Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture realizzate con tegole di laterizio e calcestruzzo"), la sezione di aerazione (per pendenze di falda intorno al 30-35% e lunghezze fino a 7 metri), per intercapedine sia unica che doppia, non deve essere inferiore a 550 cm<sup>2</sup> per ogni metro di larghezza di falda. Nel primo caso, la sezione si misura al di sotto dei listelli di supporto degli elementi del manto; nel secondo caso, dall'intradosso della sottocopertura. Per manti di copertura in coppi, sempre secondo la stessa norma UNI, la sezione di aerazione può essere dimezzata.

Qualora fosse prioritaria la necessità di prevedere uno strato di tenuta all'acqua continuo posto all'estradosso dello strato termo-isolante e si desiderasse comunque smaltire il vapore d'acqua proveniente dall'interno, è possibile impiegare membrane impermeabili traspiranti le quali hanno una struttura i cui pori sono abbastanza piccoli da non permettere il passaggio di acqua, ma sufficienti per garantire l'attraversamento del vapore. Gli strati impermeabili e traspiranti possono essere realizzati con membrane di polipropilene, di poliestere bitumato, di polietilene retinate e microforate, ecc.

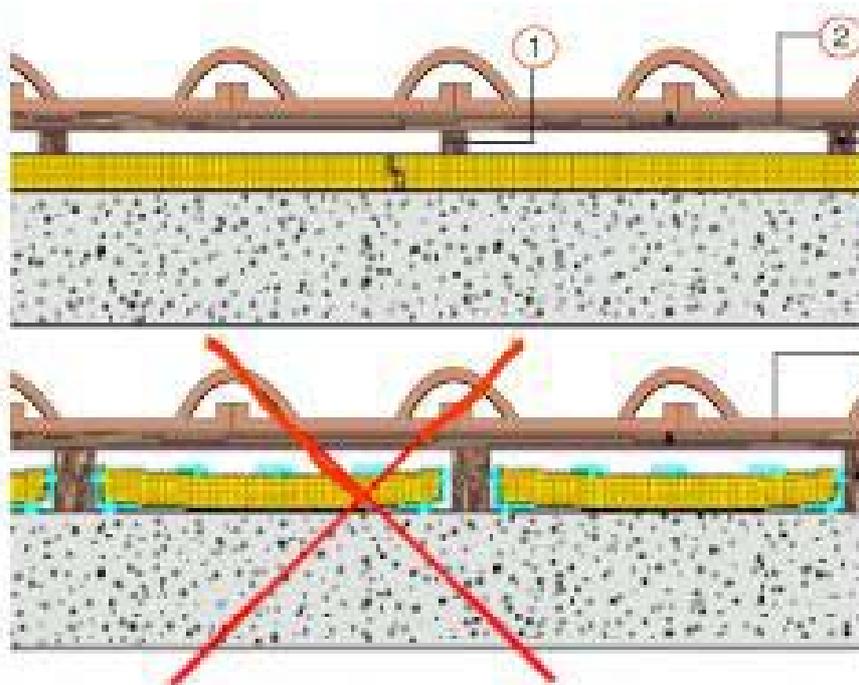
*Fig.4 Fig.5 Membrane Impermeabili*





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'adeguata resistenza a compressione, è opportuno utilizzare pannelli termoisolanti 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 termoisolanti ad alta densità) ne viene sovrapposto un secondo a giunti sfalsati con interposizione dei listelli di ventilazione.

*Fig.6 Strato Termoisolante*



1. Listello di Ventilazione
2. Listello di Supporto



In merito allo strato termoisolante possiamo dire che se si vogliono rispettare nel modo ancora più attento i principi della bioedilizia si possono usare speciali pannelli in sughero isolanti, senza collanti e permeabili al passaggio del vapore, traspirante ed imputrescibile. Il vapore acqueo che sale dall'alloggio sottostante filtra attraverso i vari componenti del coperto (legno, laterizio, sughero isolante, guaina traspirante) e ne esce all'aperto nel modo più naturale (effetto traspirazione) senza interruzioni, barriere o problemi.

Sempre per valutare altre soluzioni si può considerare di sostituire i listelli di ventilazione in legno (e se si vuole anche i listelli di supporto con l'effetto però di ridurre la ventilazione) con gli stessi pannelli in sughero sagomati, che riproducono la forma di uno strato continuo con una serie di listelli perpendicolari alla linea di gronda.

### **Soluzioni di Gronda**

In presenza di tetto ventilato è richiesto che sulla linea di gronda venga lasciato libero lo spazio sottostante il manto di copertura allo scopo di permettere al flusso d'aria di salire verso la falda e uscire dal colmo. Questo si attua posando a secco gli elementi del manto su supporti posti, nella maggior parte dei casi, parallelamente alla linea di gronda. 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.

Per garantire la stabilità dei coppi e tegole in qualsiasi condizione sono stati studiati e realizzati speciali **ganci fermacoppo a forma di "S" e speciali ganci fermategole** che vengono applicati a ogni pezzo. Inoltre si consiglia di applicare l'elemento **rompitratto** ogni 5 file. I ganci sono applicabili a qualsiasi tipo di sottomanto (legno, calcestruzzo ecc.) e può essere fornito in diverse misure e



materiali (rame, acciaio inox..). Sono facili da installare, non richiedono manutenzione e non si usurano nel tempo.



*Fig.7 Ganci  
fermacoppi e  
fermategole*



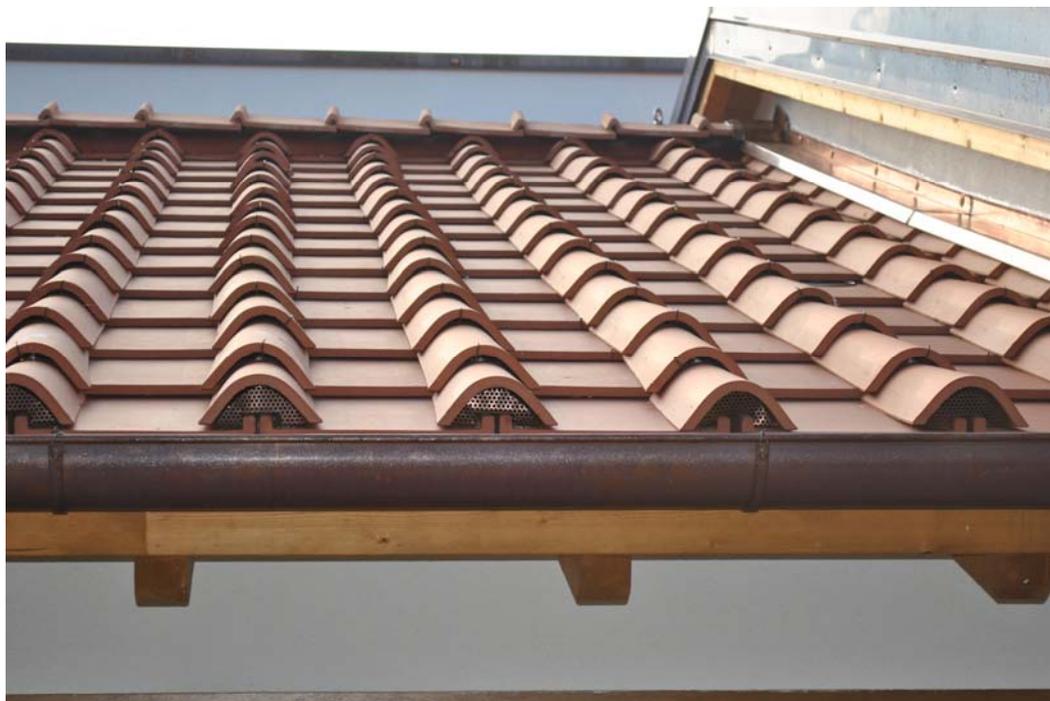
*Fig.8 Rompitratto per coppi e  
Rompitratto per tegole.*



In corrispondenza della linea di gronda occorre applicare una adeguata griglia di ventilazione che consenta il passaggio dell'aria ma allo stesso tempo eviti l'accesso ad insetti e volatili vari. Occorre infine ricordare che l'efficacia della ventilazione è sostanzialmente influenzata dalla geometria del tetto, dalla presenza di eventuali elementi di discontinuità presenti sulla falda (quali, ad esempio, finestre da tetto o strutture emergenti) e dalla pulizia della griglia di ventilazione.



La griglia parapasseri può essere molto solida e funge anche da sostegno e da ancoraggio alla linea di gronda. (vedi foto a seguire)



*Fig.9 Griglia Parapasseri*

oppure più leggera, in tal caso questa presenta il grande vantaggio di essere, in virtù della sua facilità di taglio, estremamente adattabile alle diverse sagome che la posa della tegola romana crea, caratteristica utile soprattutto nella posa della tegola a rovescione.



*Fig.10 Griglia Parapasseri*



Qualora lo si desideri si posso utilizzare anche le griglie per i coppi:

*Fig.11  
Griglia Per Coppi*



### **Soluzioni di Colmo**

Inutile dire che oltre alla linea di gronda anche la linea di colmo deve essere il più possibile libera da ostruzioni. Sconsigliabile appare la soluzione - diffusa nella prassi costruttiva corrente - di murare gli elementi di colmo con malta cementizia che, andando a costiparsi fino all'estradosso della struttura di falda, impedisce ogni passaggio dell'aria e fa filtrare l'acqua<sup>(5)</sup>.

Una soluzione consiste nell'esecuzione della linea di colmo attraverso l'uso di fissaggi meccanici (nella fattispecie di staffe metalliche o graffe chiodate) capaci di ancorare saldamente gli elementi di colmo al supporto del manto di copertura ma, allo stesso tempo, distanziandoli adeguatamente in modo da non ostacolare il libero

---

<sup>5</sup> È buona norma, comunque, nella generalità dei casi disporre tali aeratori sia in alto, lungo la penultima fila di tegole a ridosso del colmo, che in basso, in corrispondenza della terza fila di tegole a partire dalla linea di gronda, avendo cura di sfalsarli al fine di favorire un movimento trasversale dell'aria capace di investire tutta la superficie della falda. In genere si adotta una tegola di aerazione ogni cinque tegole standard.



passaggio di aria. Tale soluzione utilizza **il sottocolmo di ventilazione** e le **staffe portalistello**. La staffa universale è in acciaio zincato e della larghezza-listello di 50 mm. Il sottocolmo integralmente in materiale metallico è resistente ad influenze atmosferiche. Dopo aver completato la falda si fissano le staffe e i relativi listelli di colmo, di sezione 5 x 5 cm. Successivamente si posa il sottocolmo di ventilazione fissandolo con l'adesivo in butilene di cui è provvisto in maniera che vada a sovrapporsi adeguatamente agli elementi del manto, avendo cura di bloccarlo al listello di colmo con viti autofilettanti. A questo punto si posiziona l'elemento terminale del colmo (testata) e si fissa con viti autofilettanti forando la testata alla distanza di 2 centimetri dal bordo, si procede con la posa dei colmi ad incastro seguendo la stessa procedura.

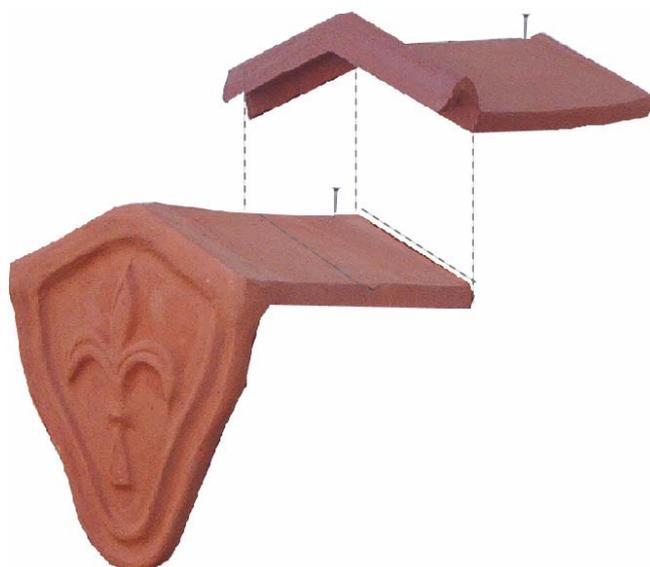
Fig.12 Sottocolmo a nastro



Fig. 13 Staffa-Portalistello



*Fig. 14 Schema Testata e Colmo a incastro*



In alternativa un'altra soluzione può essere rappresentata dal modulo di aerazione rigido in rame (adatto anche per colmi orizzontali e inclinati /diagonali), composto da un unico pezzo lungo 100 cm. per una posa semplice e veloce. Si innesta facilmente con l'elemento successivo e si adatta al tipo di copertura con coppi e tegole Solava in modo efficace e naturale. E' realizzato in rame, in lamiera verniciata e a richiesta in acciaio inox. E' l'ideale per realizzare linee di colmo nei tetti in legno a doppia ventilazione perché permette una notevole evacuazione di aria. E' una sicurezza nel tempo, permette di eliminare la manutenzione periodica e l'uso della malta.

*Fig. 15 Sottocolmo di 1 mt*

