

UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
POLO SCIENTIFICO-DIDATTICO DI RAVENNA

**ELEMENTI DI TECNOLOGIA DELL' ARCHITETTURA
A.A. 2007-2008**

Prof. Luca Venturi

LE COPERTURE VENTILATE

PREMESSA

La copertura si configura come un sistema edilizio complesso, finalizzato a fornire determinate prestazioni in relazione alle azioni esterne a cui è sottoposta (impermeabilità all'acqua, isolamento termico, resistenza al vento, ecc.) con un proprio funzionamento dal punto di vista termoigrometrico, statico, idraulico, ecc.

Essa è costituita da una serie di elementi e strati, ognuno con precise funzioni, tra i quali, durante la vita utile, si creano interazioni di tipo fisico e chimico che occorre conoscere, e delle quali è necessario tener conto nelle fasi di progettazione e realizzazione.

Dal punto di vista funzionale, si possono individuare una serie di elementi e strati, che fornendo ciascuno specifiche prestazioni, concorrono a realizzare la copertura stessa e a determinarne il comportamento globale.

La norma UNI 8089 “*Terminologia funzionale delle coperture*” elenca tali elementi e strati, che vengono definiti in relazione alle funzioni svolte e suddivisi in **elementi primari** (elemento di tenuta, elemento termoisolante, elemento portante) ed **elementi e strati complementari** (elementi di collegamento, di supporto, strato di barriera al vapore, strato di ventilazione).

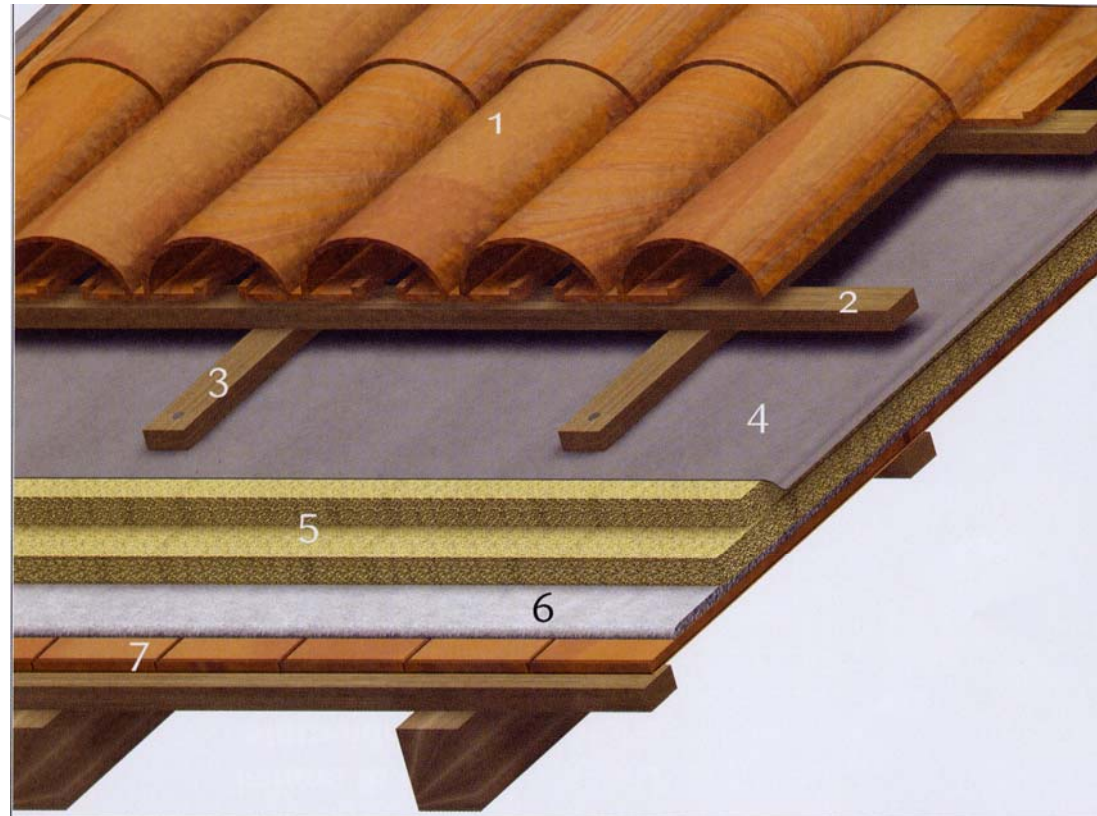


Fig. 32
Esempio tetto per la
zona di Umbria -
Toscana

1. Tegole coppi + tegole alla romana
2. Listelli per tegole
3 x 5 mm
3. Controlistelli per ventilazione sottotegola
4 x 6 mm
4. Guaina sottotegola traspirante Klöber
Permo® Light
5. Coibentazione termica:
pannelli in fibra di legno extraporosi
2 x 3 cm
6. Caldanetta
ca. 2 cm
7. Rivestimento:
tavole in cotto "mezzane"
25 mm

Caratteristiche:

- Inverno: trasmittanza unitaria $k = 0,57$ W/m²K (buon isolamento contro il freddo)
- Estate: sfasamento temperatura $\varphi = 8$ ore (buona inerzia termica)
- Verifica termoisometrica (Glaser): nessuna formazione di condensa - tetto traspirante
- Antincendio: REI > 30
- Isolamento acustico: $R > 40$ dB (DPCM 5.12.1997)

CLASSIFICAZIONE – SCHEMI DI FUNZIONAMENTO TERMOIGROMETRICO

La presenza o meno di alcuni degli elementi o strati funzionali della copertura, porta ad un diverso tipo di funzionamento della stessa.

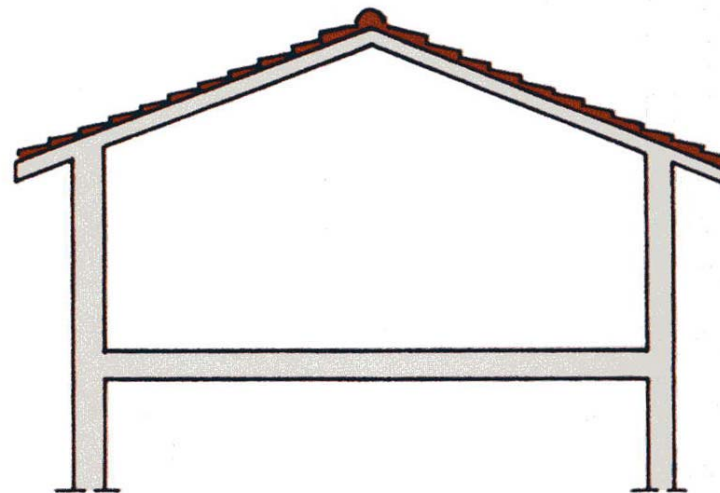
Ai fini della progettazione di una copertura discontinua si possono individuare 4 schemi di funzionamento, dal punto di vista termoigrometrico, ai quali è possibile ricondurre la maggior parte delle tipologie attuali:

- 1: COPERTURA NON ISOLATA NON VENTILATA
- 2: COPERTURA NON ISOLATA VENTILATA
- 3: COPERTURA ISOLATA NON VENTILATA (TETTO CALDO)
- 4: COPERTURA ISOLATA VENTILATA (TETTO FREDDO)

COPERTURA NON ISOLATA NON VENTILATA

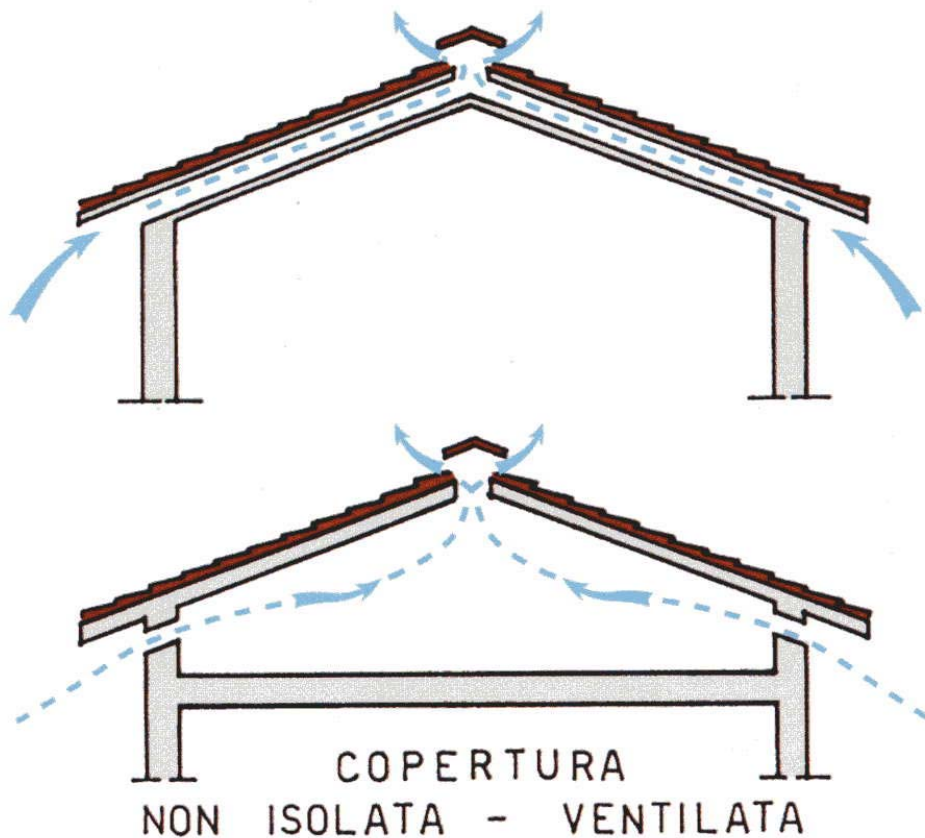
È il tipo di copertura più semplice, dove non sono previsti né l'elemento termoisolante, né lo strato di ventilazione. Questa copertura risulta di impiego limitato ai casi in cui non è richiesto un isolamento termico del sistema (es. tettoie, edifici agricoli, coperture di ambienti non riscaldati, ecc.).

Gli elementi o strati presenti sono: elemento portante (continuo o discontinuo), elemento di supporto, elemento di tenuta.



COPERTURA
NON ISOLATA - NON VENTILATA

COPERTURA NON ISOLATA VENTILATA



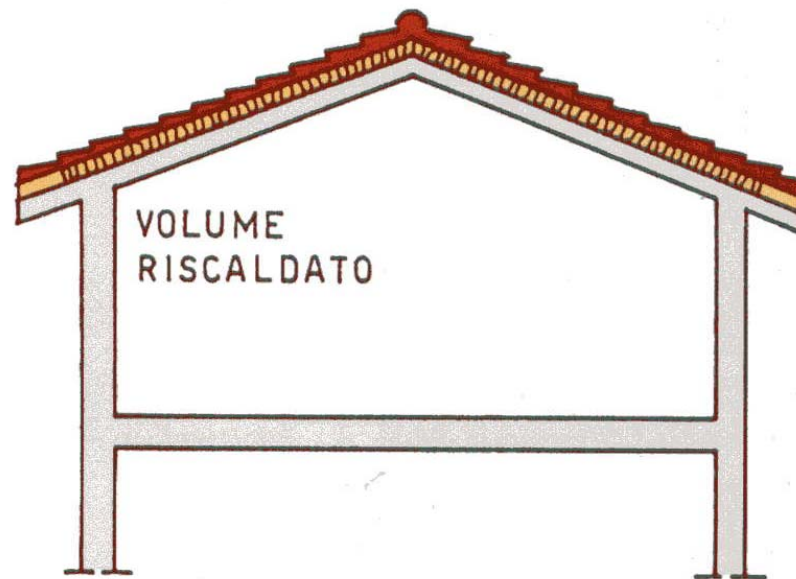
Rispetto alla precedente esiste in più uno strato di ventilazione, al di sotto dell'elemento di tenuta, che ha lo scopo di migliorare il comportamento complessivo della copertura specialmente in clima estivo, ove la ventilazione riduce gli effetti del riscaldamento dovuto all'irraggiamento solare.

Può essere utilizzata nell'edilizia agricola.

COPERTURA ISOLATA NON VENTILATA (TETTO CALDO)

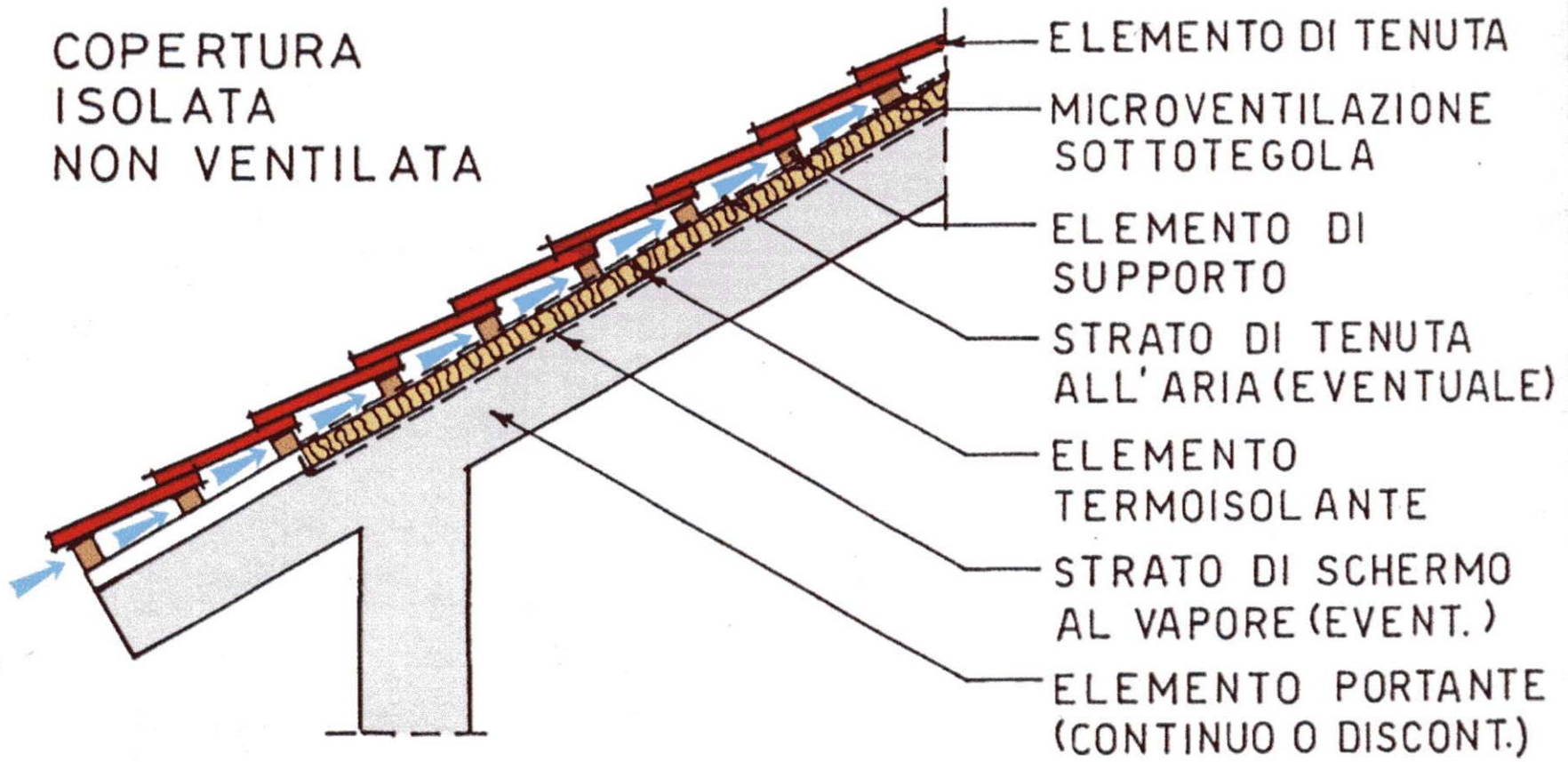
In questo tipo di copertura esiste l'elemento termoisolante, ma non lo strato di ventilazione.

L'elemento termoisolante è generalmente disposto lungo la falda inclinata e lo spazio sottotetto è quindi utilizzabile.

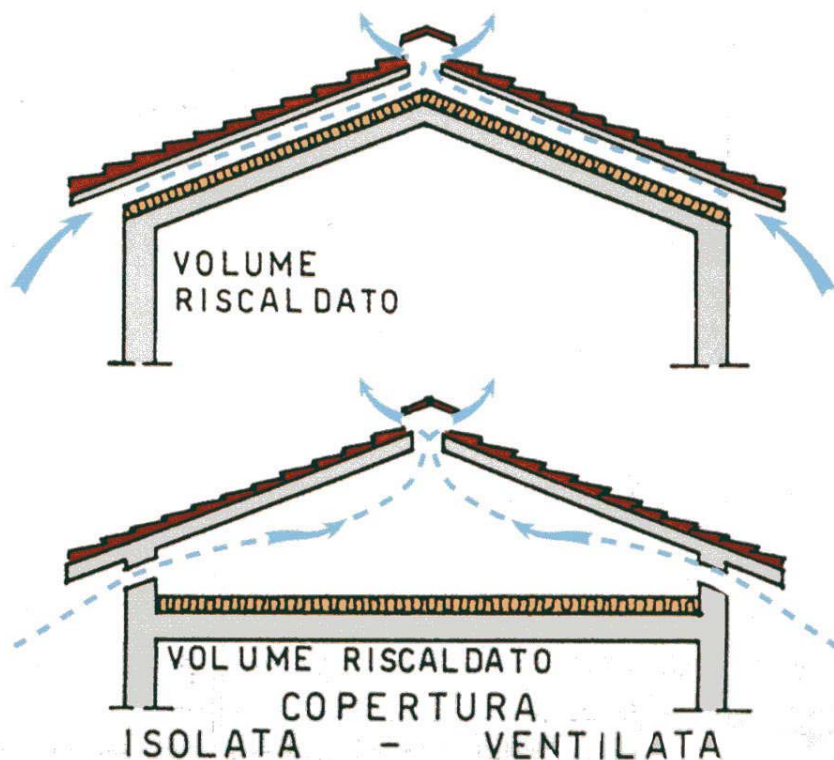


COPERTURA
ISOLATA - NON VENTILATA

COPERTURA
ISOLATA
NON VENTILATA



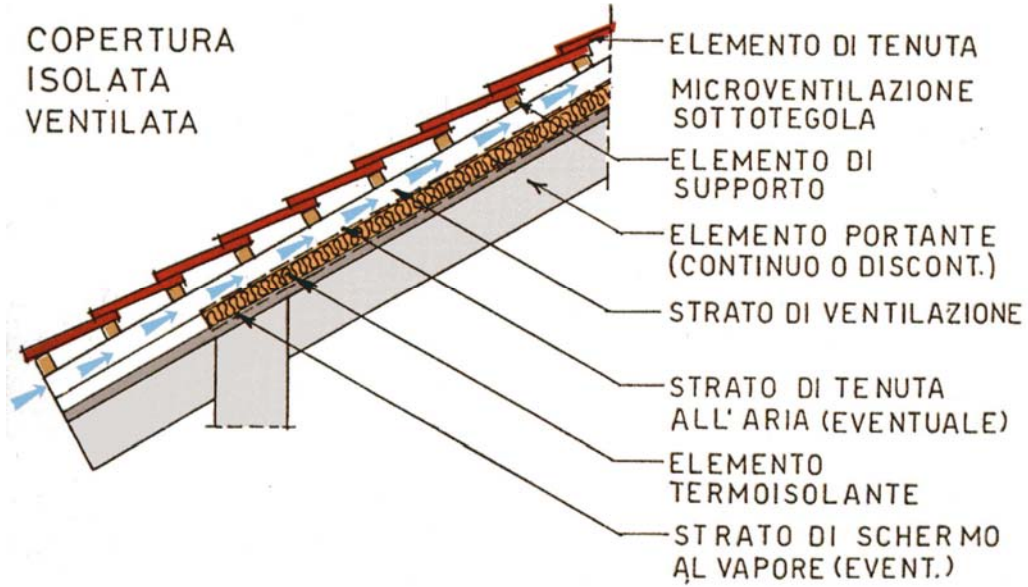
COPERTURA ISOLATA VENTILATA (TETTO FREDDO)



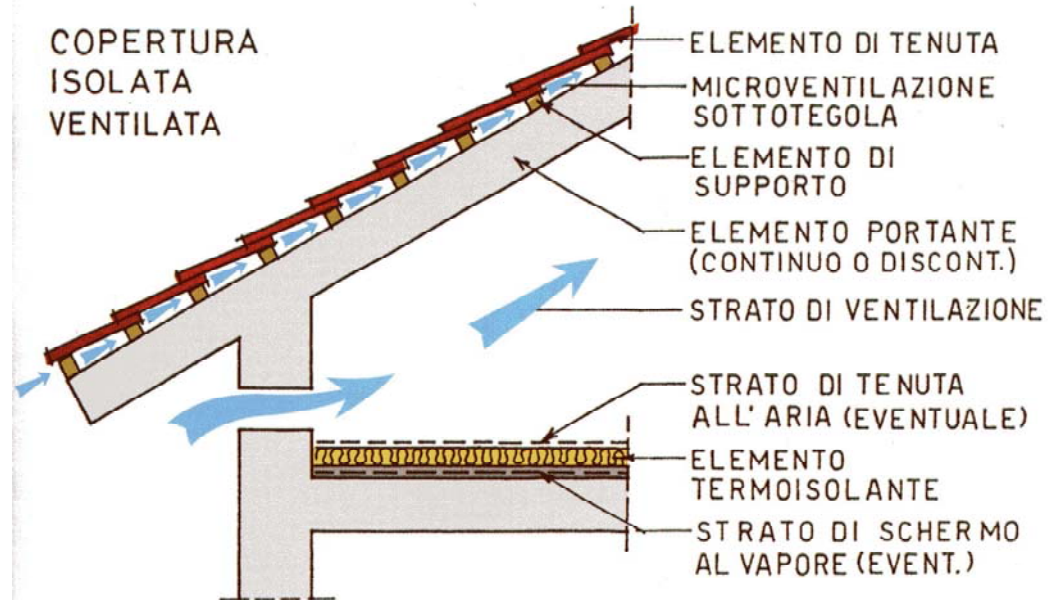
Questo tipo di copertura è quello che, dal punto di vista termoigrometrico, offre le migliori garanzie di buon funzionamento. Lo strato di ventilazione all'estradosso dell'elemento termoisolante evita la formazione di condensazioni del vapor d'acqua all'interno degli strati.

È possibile anche creare un'intercapedine ventilata, a spessore costante, lungo la falda, rendendo utilizzabile lo spazio sottotetto.

COPERTURA
ISOLATA
VENTILATA



COPERTURA
ISOLATA
VENTILATA



L'ISOLAMENTO TERMICO

Con il termine “**isolamento termico**” si fa riferimento a tutta una serie di disposizioni riguardanti il “rivestimento” dell'edificio al fine di ottenere una temperatura confortevole per l'uomo.

Il passaggio di calore può avvenire in modi differenti: per conduzione nei materiali solidi, per convezione nelle sostanze liquide e gassose, per irraggiamento in quelle permeabili alle radiazioni.

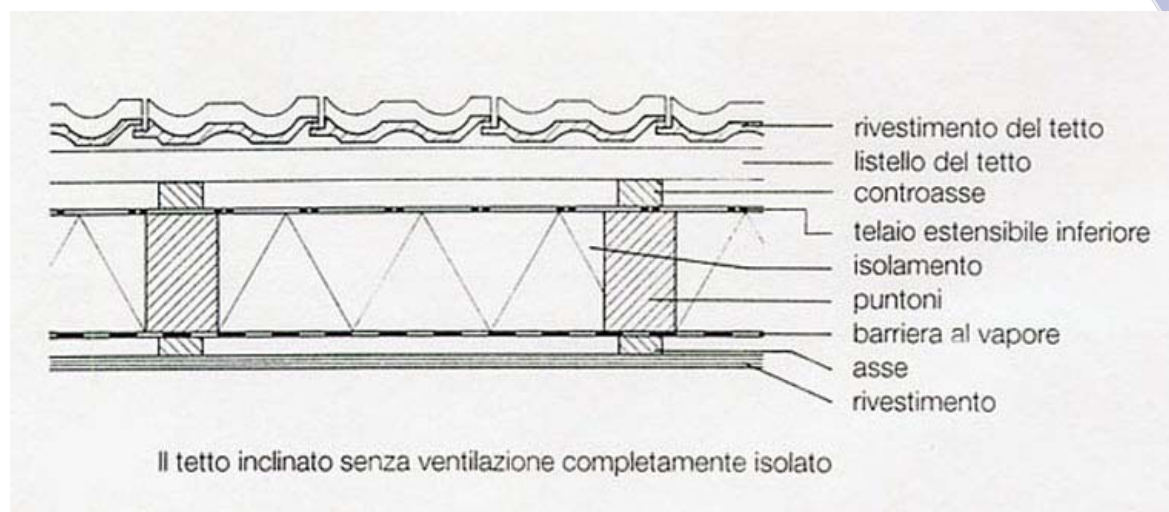
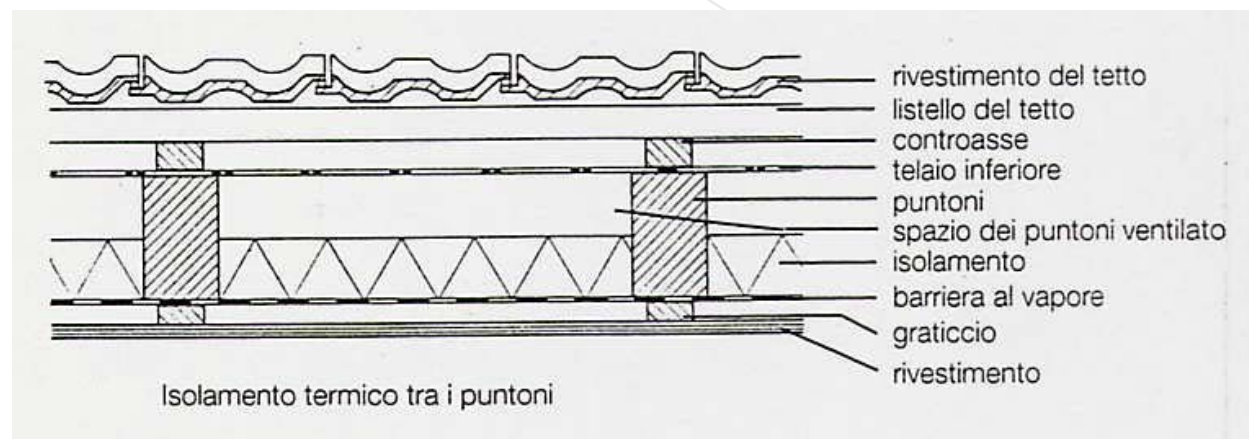
Il valore λ viene definito in fisica tecnica come **coefficiente di conducibilità termica**, espresso in W/mK ed esprime la capacità di un materiale di lasciar passare il calore.

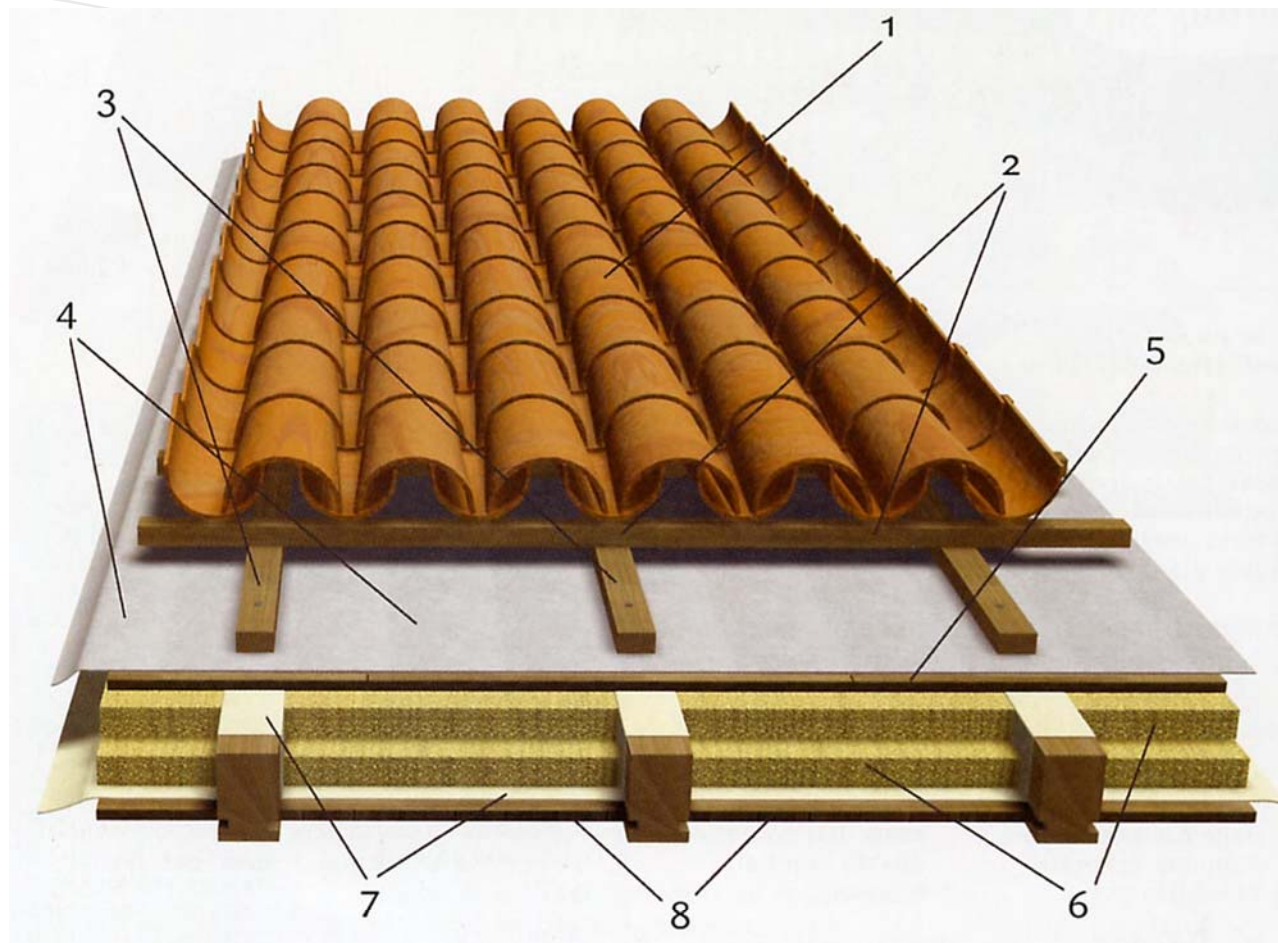
Tanto minore è il valore, tanto meno il materiale conduce calore, cioè tanto meglio il materiale "isola".

L'aria statica possiede una capacità di conduzione termica molto bassa, per questo i materiali che contengono molta aria hanno una penetrazione di calore scarsa; per cui, più è poroso il materiale e più sarà ridotta la sua capacità di conduzione termica (da tempo si utilizzano anche materiali porosi sintetici, le cui cellule non contengono aria ma gas, es. poliuretano).

Lo strato isolante può essere inserito all'interno della struttura portante oppure sopra di essa.

Isolamento termico interno alla struttura portante

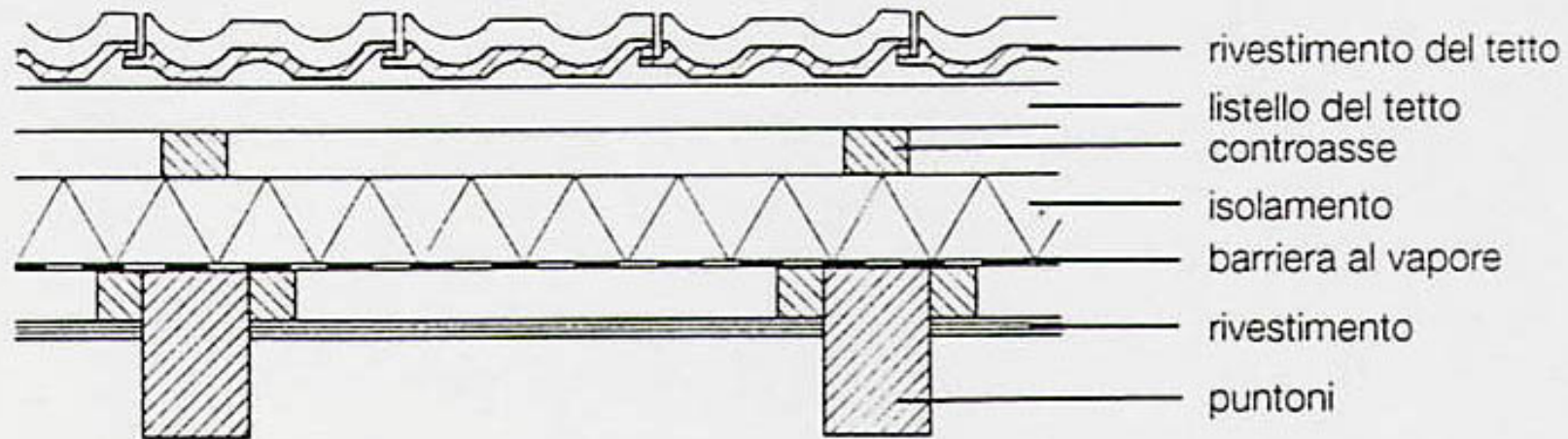




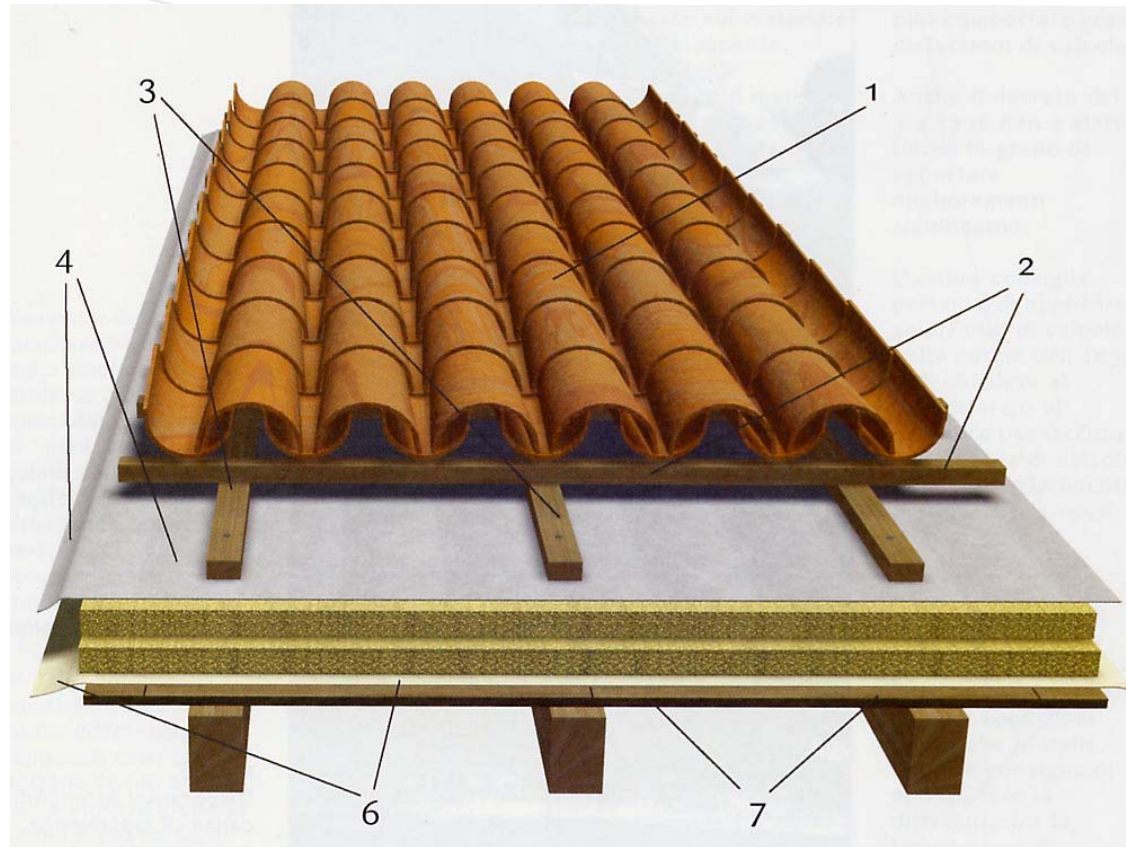
1) manto di copertura; 2) listelli per copertura; 3) controlistelli per ventilazione sottotegola; 4) guaina sottotegola traspirante; 5) assito grezzo: supporto per guaina; 6) coibentazione termica; 7) guaina freno al vapore/tenuta all'aria; 8) rivestimento interno: perline.

L'isolamento all'interno della struttura portante offre i seguenti vantaggi:
Uso razionale degli spazi tra gli elementi della struttura portante, se si desidera rivestirla.
Soluzione ideale per l'isolamento di tetti preesistenti.

Isolamento termico sopra alla struttura portante



Isolamento termico al di sopra dei puntoni



1) manto di copertura; 2) listelli per copertura; 3) controlistelli per ventilazione sottotegola; 4) guaina sottotegola traspirante; 5) coibentazione termica; 6) guaina freno al vapore/tenuta all'aria; 7) rivestimento interno: perline.

L'isolamento sopra la struttura portante offre i seguenti vantaggi:

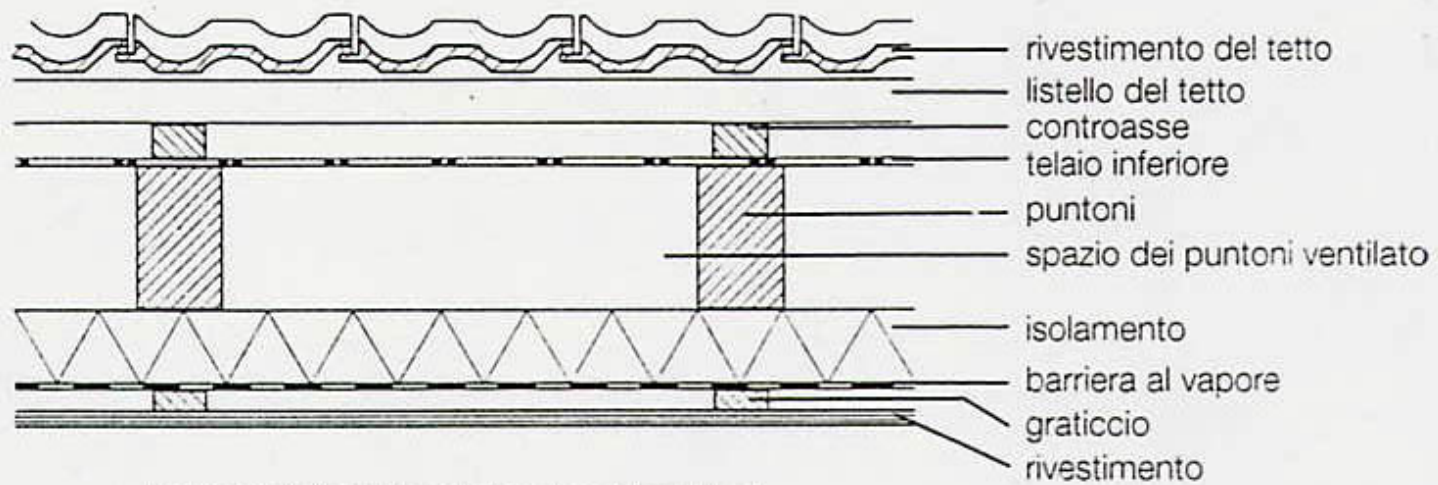
Facilità d'esecuzione.

Assenza del ponte termico attraverso la struttura portante.

Maggior rapidità di montaggio dello strato isolante.

Visibilità della struttura portante.

Isolamento termico sotto alla struttura portante



Isolamento termico al di sotto dei puntoni

Quando parliamo di isolamento termico del tetto, intendiamo di solito la protezione dal freddo in inverno dimenticando che occorre anche una protezione dal caldo in estate. Le condizioni termoigrometriche variano nel tempo, durante le ventiquattro ore e nelle diverse stagioni dell'anno. I dati climatici locali influenzano diversamente le superfici dell'involucro a seconda dell'orientamento e della inclinazione.

Comfort e risparmio energetico sono esigenze che il progetto del tetto deve rispettare, tenendo conto delle stagioni e del mutare delle condizioni climatiche. Oggigiorno, all'interno di una progettazione ecosostenibile, il problema estivo non è meno rilevante di quello invernale, ed entrambi si accentuano con l'uso, sempre più frequente, dello spazio sottotetto come luogo abitativo.

Poiché le condizioni di comfort devono essere raggiunte risparmiando energia, sia per motivi economici che di limitazione dell'inquinamento ambientale, le dispersioni termiche attraverso il tetto, in periodo invernale, devono essere contenute e il flusso termico entrante, in periodo estivo, deve essere il più possibile ridotto, così da limitare il contributo dell'impianto di riscaldamento e il ricorso a impianti di climatizzazione.

Questi tetti non sono abbastanza isolati e la dispersione di calore fa sciogliere rapidamente la neve.

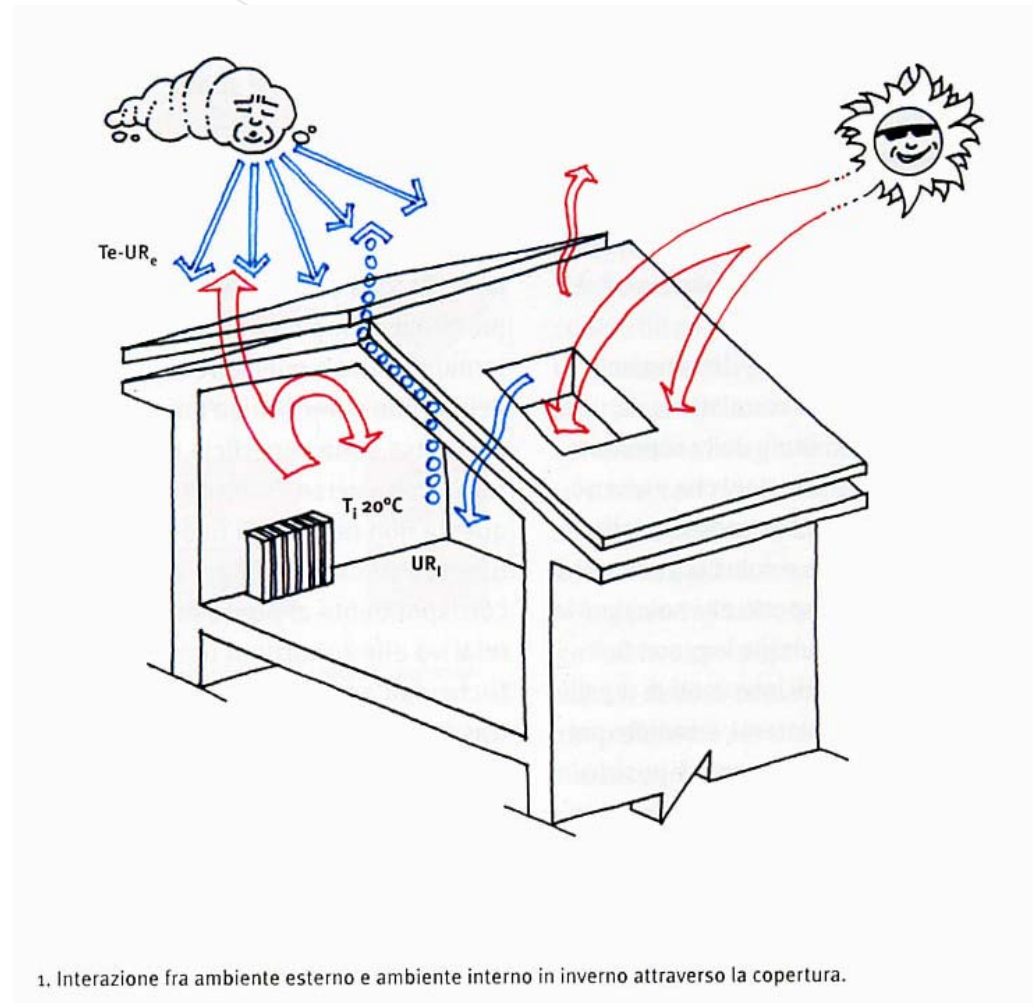






Comfort e risparmio energetico durante il periodo invernale

Nel periodo invernale, il risparmio energetico era regolato dalla legge n°10 del 9 gennaio 1991 che adottava il criterio del contenimento del fabbisogno energetico del sistema edificio-impianto: l'edificio disperde calore per trasmissione attraverso l'involucro e per ventilazione, in relazione alle condizioni climatiche, ma acquista calore per apporti gratuiti sia interni, sia dovuti all'irraggiamento solare, in relazione alla sua inerzia termica.



Attualmente è in vigore il D.Lgs 192/05:

"Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia"

PRINCIPI GENERALI

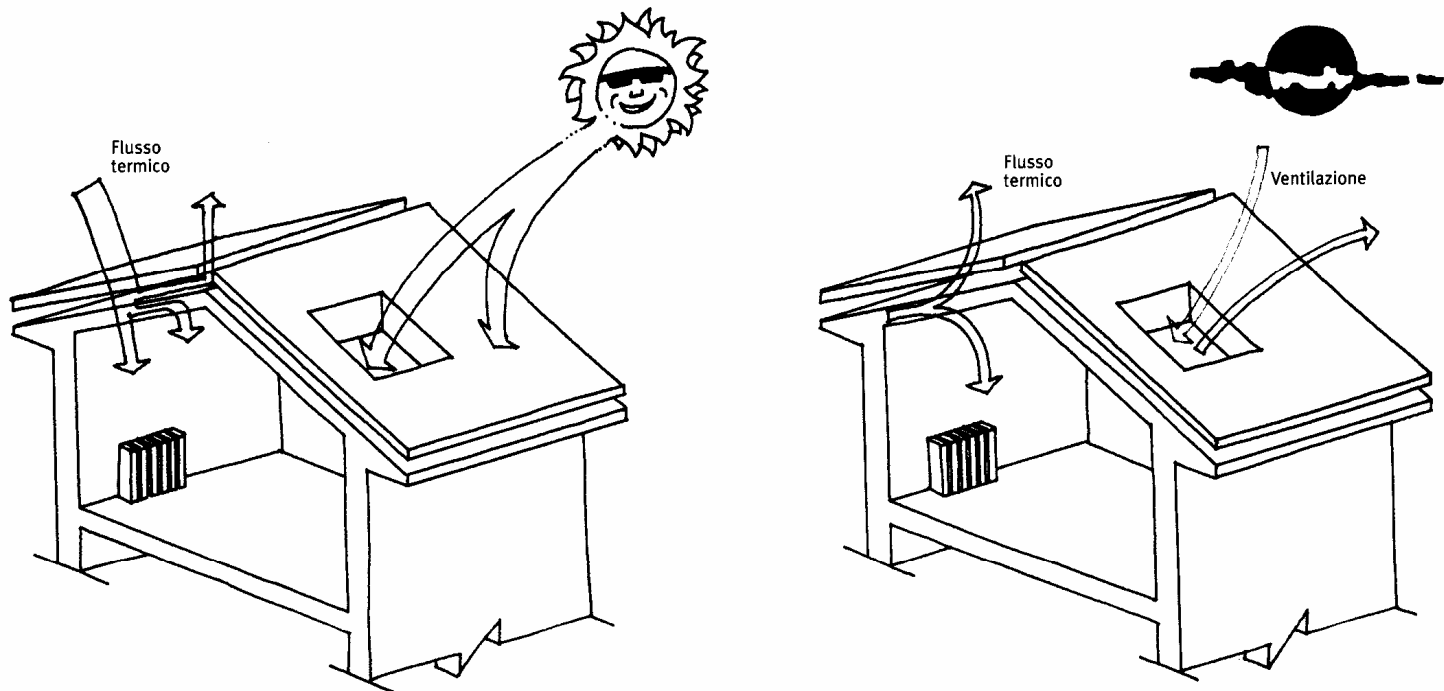
Art. 1.

Finalità

Il presente decreto stabilisce i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici al fine di favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica, contribuire a conseguire gli obiettivi nazionali di limitazione delle emissioni di gas a effetto serra posti dal protocollo di Kyoto, promuovere la competitività dei comparti più avanzati attraverso lo sviluppo tecnologico.

Comfort e risparmio energetico in estate

Durante il periodo estivo, il flusso termico che entra all'interno dalla copertura, é dovuto alla maggiore temperatura dell'aria esterna e all'irraggiamento solare sul tetto, funzione della latitudine, della esposizione e della inclinazione delle falde.



Interazione fra ambiente esterno e ambiente interno in estate (giorno e notte) attraverso la copertura.

Un buon isolamento dal freddo in inverno non sarà necessariamente una protezione efficace dal caldo in estate. Soprattutto nell'Italia centrale e meridionale, date le intense radiazioni solari, dobbiamo prevedere temperature molto elevate dei tetti, che possono portare in copertura anche ad una temperatura di 90°C.

Per impedire che questo calore arrivi ai vani sottostanti, si devono scegliere materiali e strati di rivestimento adatti per ottenere una protezione efficace.

Rilevazioni effettuate hanno dimostrato che esiste un rapporto diretto tra la protezione dal caldo in estate e lo sfasamento di temperatura φ del componente edile: quanto maggiore è lo sfasamento di temperatura, tanto maggiore è la protezione dal calore estivo.

Con lo **sfasamento di temperatura φ** , si intende il tempo in ore necessario per far sì che un aumento di temperatura sul lato esterno di un componente edile si trasmetta al lato interno.

Sono stati esaminati diversi tipi di edificio e si è visto che, per avere una protezione ragionevole dal caldo in estate, è necessario uno sfasamento di temperatura di almeno 8 ore. Per ottenere questo, è importante usare isolanti adeguati con alta inerzia termica oppure completare l'isolante con strati contenenti materiali ad alta densità.

