A 3D cutaway diagram of a flat roof thermal insulation system. The diagram shows a cross-section of the roof structure. From top to bottom, the layers are: a concrete slab with a textured surface; a layer of grey insulation with several metal fasteners protruding from its top surface; a layer of yellow insulation; a thin dark grey membrane; and a final layer of grey insulation. The entire assembly is shown in a corner view, highlighting the transition between the roof and the wall.

ISOLAMENTO TERMICO DELLE COPERTURE PIANE

La copertura piana è frequentemente presente nel nostro Paese sia nell'edilizia civile che industriale.

La sua progettazione richiede una particolare attenzione poiché questa struttura è sottoposta a gravose sollecitazioni sia da parte degli agenti atmosferici (pioggia, vento, neve, escursioni termiche giornaliere e stagionali, irraggiamento solare) che da parte delle imprese durante la realizzazione dell'opera o nelle successive fasi di manutenzione (calpestio, caduta accidentale di attrezzi, ecc.).

Gli aspetti principali da prendere da considerare sono i seguenti:

- la protezione dagli agenti atmosferici (pioggia, neve e vento).
- l'isolamento termico (le dispersioni di calore attraverso la copertura incidono notevolmente su quelle complessive della costruzione).

L'isolamento termico di una copertura piana ha lo scopo di:

- ridurre le dispersioni termiche attraverso le strutture perimetrali e quindi diminuire i costi relativi alle spese di riscaldamento invernale e di condizionamento estivo.
- aumentare il confort abitativo poiché il materiale isolante consente di ottenere sulla superficie interna della copertura temperature più vicine a quelle dell'ambiente abitato; è noto che, quando la temperatura superficiale interna di una struttura è inferiore di $3 \div 4$ °C a quella dell'ambiente abitato le persone avvertono una sensazione di disagio, cioè di freddo, anche se il locale è adeguatamente riscaldato.
- evitare la formazione di condensa e quindi di muffe sulle superfici interne della copertura: l'umidità contenuta nell'aria dell'ambiente abitato, si può condensare sulle superfici fredde.
- rispettare quanto previsto dalla Legge 10 / 91, attualmente in vigore, riguardante il contenimento dei consumi energetici in edilizia, le leggi regionali e proiettarsi verso l'efficienza energetica degli edifici.

Progettazione delle coperture piane

L'isolamento termico di queste strutture, richiede una corretta progettazione, con particolare riguardo ai seguenti aspetti:

- attento esame delle caratteristiche del materiale isolante, con particolare riferimento a: resistenza meccanica, conduttività termica, comportamento all'acqua ed all'umidità, resistenza ai cicli gelo - disgelo, permeabilità al vapore d'acqua, comportamento al fuoco e stabilità dimensionale.
- eliminazione dei ponti termici: è indispensabile intervenire su tali elementi poiché sono fonti di importanti perdite di calore e di possibili formazioni di condensa superficiale e quindi di muffe apparenti.
- determinazione degli spessori del materiale isolante, secondo quanto previsto dalla normativa vigente.
- verifica termoigrometrica per accertare la mancanza di condensa all'interno della struttura, adottando il metodo di calcolo indicato dalla Norma EN 13788 (diagramma di GLASER).

- attento esame dei seguenti particolari:
 - nei calcoli statici della copertura, si deve tenere conto dei sovraccarichi dovuti alle protezioni previste: zavorra, pavimentazione, solette carrabili, ecc.
 - prevedere le pendenze necessarie per consentire il defluire dell'acqua piovana verso i canali di raccolta: non debbono essere inferiori all'1% per i tetti alla rovescia ed al 3% per gli altri sistemi di isolamento; si realizzano con la corretta sagomatura della struttura oppure con massetti di materiale simile a quelli della struttura stessa: è sconsigliabile l'impiego di massetti alleggeriti che, risultando posizionati sotto la barriera al vapore od al manto impermeabile, apportano un isolamento termico supplementare che può provocare condensa interstiziale.
 - le flessioni del solaio, non devono annullare le pendenze previste nè modificare il corretto posizionamento dell'isolante.
 - evitare che sulla superficie esterna della copertura ristagni acqua piovana, predisponendo scarichi che ne permettano lo smaltimento e bocchettoni per prevenire eventuali otturazioni degli scarichi stessi.

Posizionamento dell'isolante

Gli interventi di isolamento termico delle coperture, si possono classificare in funzione del posizionamento del materiale isolante nella struttura; si distinguono i seguenti tipi di coperture:

Coperture piane a tetto caldo: il materiale isolante è posizionato sotto il manto impermeabile.

Coperture piane a tetto rovescio: il materiale isolante è posizionato sopra il manto impermeabile.

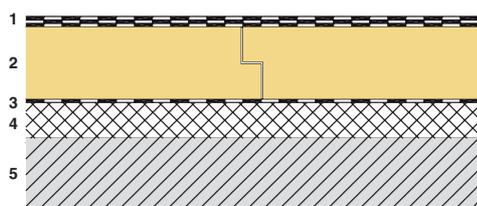


fig.1 - Copertura piana a tetto caldo

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1 manto impermeabile | 4 massetto di pendenza |
| 2 URSA XPS | 5 solaio |
| 3 barriera al vapore | |

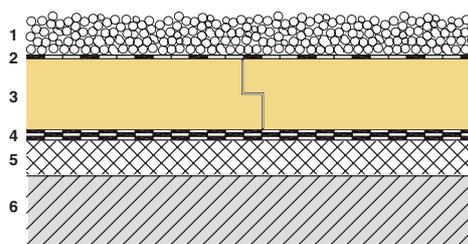


fig.2 - Copertura piana a tetto rovescio

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1 zavorra (ghiaia) | 4 manto impermeabile |
| 2 strato di separazione | 5 massetto di pendenza |
| 3 URSA XPS | 6 solaio |

Sui due tipi di intervento indicati, si possono fare alcune considerazioni di carattere generale:

- **nella soluzione a tetto caldo** è fondamentale realizzare sul solaio, prima della posa dell'isolante, una barriera al vapore particolarmente efficace, tenuto conto che sulla superficie "fredda" dell'isolante stesso è posizionato il manto impermeabile: cioè una barriera che potrebbe frenare l'evacuazione dell'eventuale vapore acqueo proveniente dall'ambiente sottostante.
- **nella soluzione a tetto rovescio**, il materiale isolante protegge il manto impermeabile dalle escursioni termiche (giornaliere e stagionali) e dalle intemperie, aumentandone la durata nel tempo. È l'isolante ad essere sottoposto a notevoli sollecitazioni fisiche e meccaniche: **il polistirene estruso è l'unico materiale che consente la realizzazione di questo tipo di intervento.**

Verifica termoigrometrica

Deve essere effettuata durante la fase di progettazione, allo scopo di controllare che non si verifichino:

- fenomeni di condensa all'interno degli strati che compongono la copertura: il manifestarsi di tale situazione, provoca il degrado dei materiali ed il progressivo peggioramento delle relative prestazioni termiche; questo processo si accelera quando la condensa si verifica nel materiale isolante.
- fenomeni di condensa sulla superficie interna della copertura (cioè verso l'ambiente abitato).

Per tali verifiche, da effettuare per ogni mese dell'anno, è necessario conoscere: le temperature e le condizioni igrometriche di progetto interne ed esterne dell'edificio e le caratteristiche di ciascuno strato di materiale componente la copertura:

- spessore
- conduttività termica
- resistenza alla diffusione del vapore

Condensa interstiziale

Il calcolo per effettuare tale verifica è definito dalla norma Europea EN 13788 (diagramma di Glaser); seguendo le indicazioni di tale norma, si calcolano i profili delle temperature e delle pressioni di vapore acqueo (saturato ed effettivo) all'interno della copertura: se la pressione di vapore effettivo (P_e) raggiunge o supera quella della pressione di vapore saturo (P_s), si avrà formazione di condensa.

A titolo di esempio saranno riportati nei capitoli successivi i grafici relativi ad alcune strutture prese in esame.

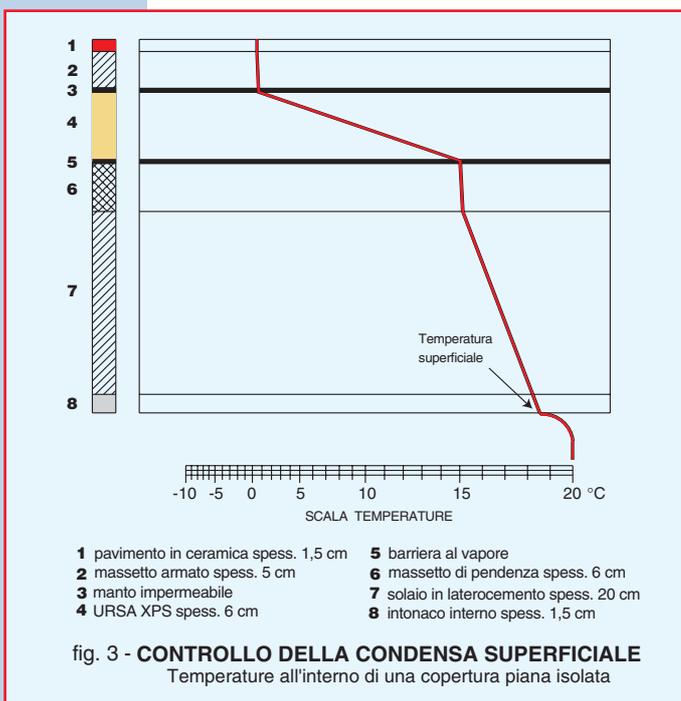
Fatto salvo il necessario controllo matematico è da privilegiare, quando possibile, il posizionamento degli strati che compongono la copertura in funzione della loro permeabilità al vapore acqueo, con resistenze alla diffusione del vapore decrescenti dall'interno verso l'esterno della struttura.

Condensa superficiale

Questa situazione si verifica quando la temperatura della superficie interna della copertura è inferiore alla temperatura di condensa dell'aria dell'ambiente abitato: ad esempio, si avrà condensa superficiale quando, a fronte di una temperatura ambiente di 20 °C, con un'umidità relativa del 70%, tale temperatura sarà di 14°C.

Secondo le indicazioni formulate nel paragrafo precedente, dal calcolo del profilo della temperatura all'interno della struttura di copertura si determina anche il valore della temperatura superficiale interna ed è quindi possibile valutare gli eventuali rischi di condensa.

E' da rilevare che, riducendo il valore della trasmittanza termica U della copertura (cioè aumentando lo spessore del materiale isolante), la temperatura superficiale interna si avvicina sempre più a quella dell'aria ambiente.



I prodotti URSA XPS per l'isolamento termico delle coperture piane

URSA XPS è un polistirene estruso, prodotto sotto forma di pannelli costituito da una struttura a celle chiuse contenenti aria, utilizzando un particolare processo di estrusione senza l'utilizzo di HCFC, in conformità alle vigenti normative europee.

Tale processo produttivo permette di ottenere un manufatto finito a struttura molto regolare (forma e dimensioni delle celle, celle chiuse e compatte, densità omogenea del manufatto), che lo rende un materiale isotropo, omogeneo e stabile.

Questa tecnologia di fabbricazione conferisce a URSA XPS una serie di proprietà fisiche e meccaniche che identificano il prodotto come un ISOLANTE TERMICO di elevata qualità, con specifiche caratteristiche tecniche:

- basso coefficiente di conduttività termica
- elevate prestazioni meccaniche
- stabilità dimensionale al variare della temperatura e dell'umidità
- eccezionale comportamento all'acqua (immersione ed assorbimento forzato di acqua, cicli di gelo e disgelo)
- bassa permeabilità al vapore acqueo
- buon comportamento al fuoco
- leggerezza, maneggevolezza e facile lavorabilità

URSA XPS consente la realizzazione dell'isolamento termico di:

- tetti piani caldi tradizionali
- tetti rovesci non pedonabili
- tetti rovesci pedonabili
- tetti rovesci carrabili
- tetti rovesci a giardino pensile
- coperture esistenti da ristrutturare



I prodotti che proponiamo per l'isolamento termico delle coperture sono i seguenti:

- * pannelli URSA XPS N III-L, per l'isolamento termico di coperture piane a tetto caldo e a tetto rovescio pedonabili e non pedonabili.
- * pannelli URSA XPS N V - L, per l'isolamento termico di coperture piane a tetto caldo e a tetto rovescio carrabili.

Coperture piane a tetto caldo

E' il tipo di copertura piana più comunemente usata. Come si può rilevare dalla fig.4 il manto impermeabile è posizionato sul materiale isolante e quindi sottoposto a gravose condizioni di esercizio: notevoli sbalzi di temperatura, esposizione ai raggi solari, pioggia, vento, sole, neve e sollecitazioni meccaniche (calpestio, carrabilità, ecc.).

Analizzando il comportamento termico di questa copertura, si riscontra che in fase d'esercizio, il manto impermeabile può raggiungere temperature di 70 ÷ 80°C in estate e di -15 °C in inverno.

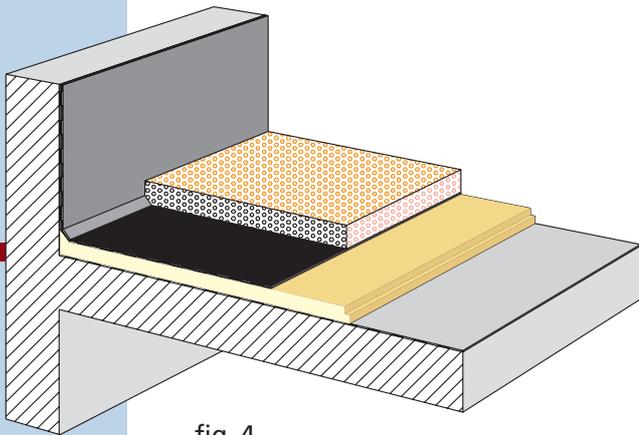


fig. 4

Il manto impermeabile deve essere quindi progettato per difficili condizioni di esercizio prevedendo l'impiego di materiali di qualità e posa in opera a perfetta regola dell'arte: può essere posato in opera in modo indipendente dal supporto o aderente allo stesso.

Il sistema di posa indipendente (quindi con strato di separazione) si utilizza in coperture piane prefabbricate, per consentire il libero movimento della struttura senza comportare danni al manto impermeabile; il sistema di posa aderente si utilizza invece in coperture leggere nelle quali, per ragioni di peso, non si può stendere lo strato di zavorra oppure la pavimentazione.

Dalla stratigrafia di fig.5 si rileva inoltre che la posizione del manto impermeabile non è conforme ai principi che regolano i meccanismi relativi ai fenomeni della condensa interstiziale e cioè: "privilegiare, quando possibile, il posizionamento degli strati che compongono la struttura in funzione della loro permeabilità al vapore acqueo: cioè resistenza alla diffusione del vapore decrescente dall'interno (ambiente abitato) verso l'esterno".

A causa di questo posizionamento, è necessario realizzare sullo strato di pendenza del solaio, prima della posa dei pannelli URSA XPS, una barriera al vapore di sicura affidabilità.

Fatta salva la necessaria verifica igrometrica, tale barriera deve garantire una resistenza alla diffusione del vapore di almeno 100 m di "spessore equivalente d'aria" (lo spessore equivalente d'aria " Sd " si ottiene dal prodotto del fattore di resistenza alla diffusione del vapore " m " del materiale per il suo spessore " d "; ad esempio, per ottenere Sd = 100 m si può utilizzare un foglio di polietilene dello spessore di 3/10 mm, che presenta un fattore di resistenza alla diffusione del vapore " μ " pari a 350.000).

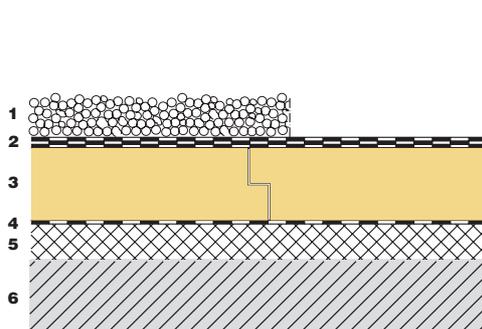


fig.5 - Stratigrafia di un tetto piano caldo

- 1 protezione finale
- 2 manto impermeabile
- 3 URSA XPS
- 4 barriera al vapore
- 5 massetto di pendenza
- 6 solaio

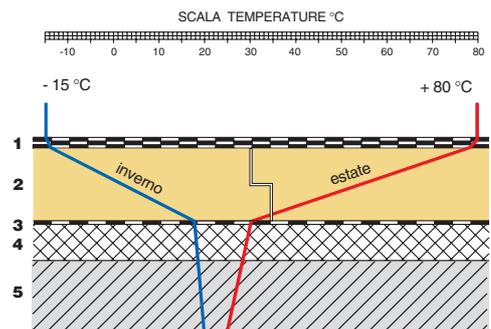


fig.6 - Grafico delle escursioni termiche su una copertura piana a tetto caldo

- 1 manto impermeabile
- 2 URSA XPS
- 3 barriera al vapore
- 4 massetto di pendenza
- 5 solaio

Posa in opera e voce di capitolato

Sul massetto di pendenza realizzato sul solaio portante in si procederà come segue:

- verifica della planarità della superficie destinata a ricevere la barriera al vapore ed eliminazione di eventuali asperità.
- posa della barriera al vapore costituita da:
- posa a secco dei pannelli URSA XPS in un unico strato sfalsati a quinconce avendo cura di accostarli perfettamente fra loro per non creare ponti termici in corrispondenza dei giunti: si utilizzeranno, per questo, pannelli con bordi perimetrali a battente.

I pannelli isolanti saranno in polistirene estruso URSA XPS, (struttura a celle chiuse contenenti solo aria) con superfici lisce, tipo:

- URSA XPS N III - L : 1250 X 600 mm

I pannelli dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- * pannello contraddistinto da marcatura CE (EN 13164)
- * spessore: non inferiore a mm
- * conduttività termica a 10 °C, : spessori ≤ 60 mm, $\lambda_D = 0,034$ W/m K; spessori da 60 ÷ 120 mm, $\lambda_D = 0,036$ W/m K, spessore > 120 mm $\lambda_D = 0,038$ W/m K (EN 12667 – EN 12939)
- * resistenza alla compressione per una deformazione del 10 %: ≥ 300 kPa (EN 826)
- * reazione al fuoco: Euroclasse E (EN 13501-1)
- * assorbimento d'acqua per immersione: $\leq 0,7$ % vol (EN 12087)
- * assorbimento d'acqua a lungo termine per immersione totale (28 giorni): $< 0,7$ % vol (EN 12087)
- * resistenza cicli gelo-disgelo, con riduzione resistenza alla compressione $\leq 10\%$ (EN 826); assorbimento acqua per immersione dopo 300 cicli tra -20 e +20 °C $< 1\%$ vol (EN 12091)
- * fattore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua: da 80 a 250 μ , variabile in funzione inversa allo spessore (EN 12086)

- stesura dello strato di separazione costituito da un tessuto non tessuto in poliestere del peso di 150 ÷ 200 g/m² (ed a protezione dell'isolante dall'irraggiamento solare durante i lavori di posa in opera).
- posa del manto impermeabile costituito da
- posa dello strato di protezione (zavorra in ghiaia lavata, quadrotti prefabbricati in cemento, ecc.)

Comportamento termoigrometrico

Il posizionamento dell'isolante termico all'esterno del solaio di copertura, fa sì che la struttura situata all'interno dell'isolante stesso, che ha una capacità termica considerevole, accumuli una consistente quantità di calore durante il periodo di riscaldamento diurno; calore che poi viene ceduto all'ambiente abitato durante lo spegnimento dell'impianto: tale situazione attenua gli sbalzi di temperatura tra il giorno e la notte, migliorando il confort termico dei locali abitati.

Nel grafico di fig. 7, viene indicato l'andamento delle isoterme (colorate in funzione della temperatura) e del flusso termico: come si può osservare dal grafico, tutta la struttura posta al di sotto del materiale isolante risulta efficacemente riscaldata.

Per quanto riguarda la verifica igrometrica, si riportano nel grafico di fig. 8 (a titolo d'esempio) i profili relativi alle pressioni di vapore saturo (P_s) ed effettivo (P_e) per la struttura considerata: poiché la curva relativa alla pressione effettiva P_e non s'incrocia in alcun punto con la pressione di vapore saturo P_s , non si verificheranno fenomeni di condensa interstiziale.

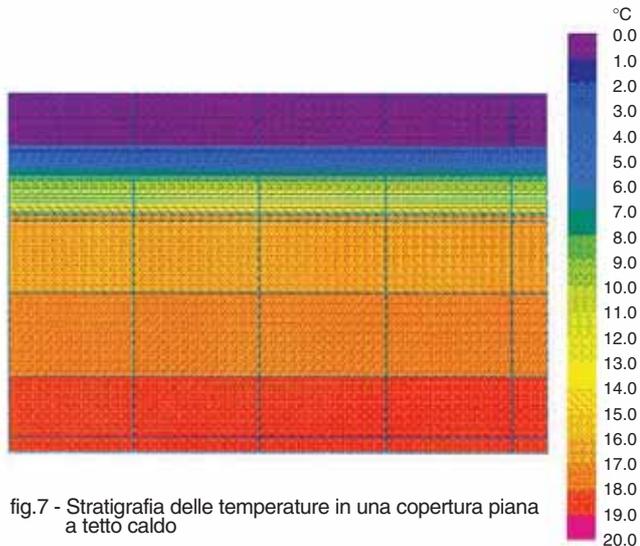


fig.7 - Stratigrafia delle temperature in una copertura piana a tetto caldo

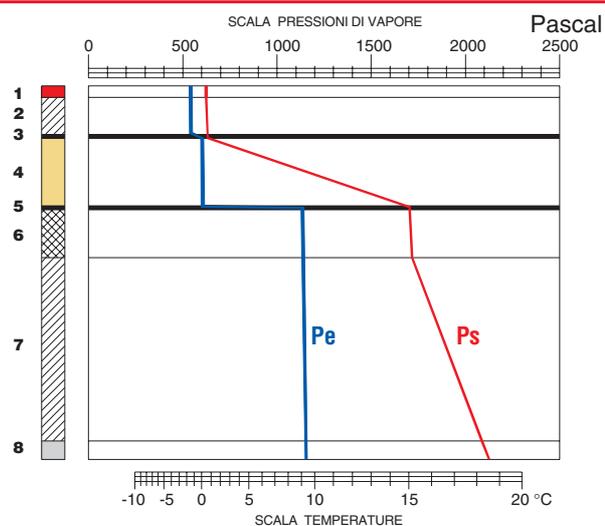


fig.8 - CONTROLLO DELLA CONDENZA INTERSTIZIALE: profili delle temperature e delle pressioni di vapore saturo P_s ed effettivo P_e , in una copertura piana a tetto caldo

- 1 pavimentazione in ceramica spess. 1,5 cm
- 2 massetto spess. 5 cm
- 3 manto impermeabile
- 4 URSA XPS spess. 6 cm
- 5 barriera al vapore
- 6 massetto di pendenza in calcestruzzo sp. 6 cm
- 7 solaio in laterocemento spess. 20 cm
- 8 intonaco interno spess. 1,5 cm

Trasmittanza termica

Nella fig. 9 sono riportati i valori della trasmittanza termica U ($W/m^2 K$) per alcune tipologie edilizie e spessori di pannelli URSA XPS impiegati: i calcoli sono stati eseguiti in conformità alla Norma UNI 10351.

COPERTURE PIANE A TETTO CALDO		spessore solaio cm	spessore pannelli URSA XPS					
stratigrafia copertura	schema copertura		30	40	50	60	80	100
zavorra / pavimento impermeabilizzazione URSA XPS barriera al vapore pendenze solaio calcestruzzo* intonaco		*						
		15	0,86	0,69	0,58	0,50	0,39	0,32
		20	0,84	0,68	0,57	0,49	0,39	0,32
zavorra / pavimento impermeabilizzazione URSA XPS barriera al vapore pendenze solaio laterocemento* intonaco		25	0,82	0,67	0,56	0,49	0,38	0,32
		20	0,72	0,60	0,51	0,45	0,36	0,30
		24	0,69	0,58	0,50	0,44	0,35	0,29
zavorra / pavimento impermeabilizzazione URSA XPS barriera al vapore pendenze solaio predalles* intonaco		28	0,66	0,56	0,49	0,43	0,35	0,29
		20	0,67	0,56	0,49	0,43	0,35	0,29
		24	0,63	0,54	0,47	0,42	0,34	0,28
zavorra / pavimento impermeabilizzazione URSA XPS barriera al vapore pendenze copponi C.A.P.*		28	0,60	0,52	0,45	0,40	0,33	0,28
		20	0,67	0,56	0,49	0,43	0,35	0,29
zavorra / pavimento impermeabilizzazione URSA XPS barriera al vapore pendenze copponi C.A.P.*		5	0,90	0,72	0,60	0,51	0,40	0,33
		7	0,89	0,71	0,60	0,51	0,40	0,33

fig. 9 - Trasmittanza termica U ($W/m^2 K$)

Coperture piane a tetto rovescio

Questa soluzione (fig. 10), che prevede la posa del materiale isolante sul manto impermeabile realizzato sulle pendenze del solaio, presenta concreti vantaggi rispetto a quella precedentemente illustrata (tetto caldo):

- il materiale isolante protegge il manto impermeabile aumentandone la durata: è il polistirene estruso, unico prodotto idoneo per questa specifica applicazione, che è sottoposto agli agenti atmosferici ed alle sollecitazioni meccaniche che incidono sulla copertura.
 - come si rileva dalla fig.11 il manto impermeabile subisce ridotte escursioni termiche malgrado le notevoli variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna.
- la stratigrafia della copertura (fig. 12) risulta efficace anche dal punto di vista igrometrico (condensazione interstiziale) poiché presenta strati di resistenza alla diffusione del vapore decrescenti dall'interno (ambiente abitato) verso l'esterno; il manto impermeabile posato sul solaio costituisce inoltre un'ottima barriera al vapore.

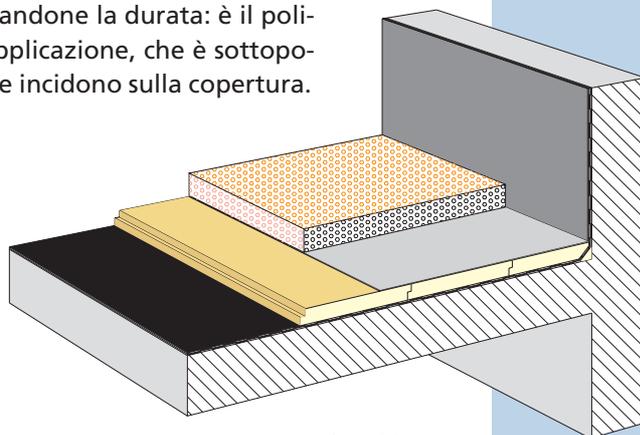


fig. 10

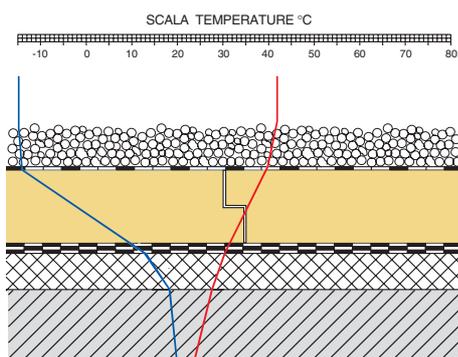


fig.11 - Grafico delle temperature su un tetto rovescio:
 - linea blu (inverno)
 - linea rossa (estate)

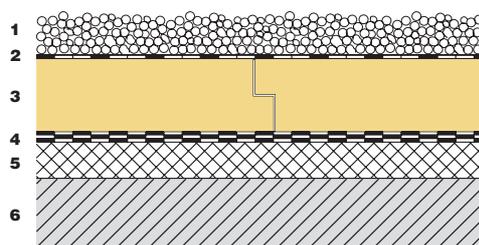


fig.12 - Stratigrafia di tetto rovescio
 1 zavorra (ghiaia) 4 manto impermeabile
 2 strato di separazione 5 massetto di pendenza
 3 URSA XPS 6 solaio

Con questo sistema, è possibile la realizzazione di tetti rovesci:

- non pedonabili zavorrati con ghiaia
- pedonabili con quadrotti di cemento
- a terrazzo con pavimentazione in cotto
- carrabili con pavimentazione in elementi autobloccanti
- carrabili con pavimentazione compatta in calcestruzzo armato
- a giardino pensile
- su coperture esistenti da ristrutturare

Raccomandazioni specifiche

- il manto impermeabile sarà scelto in funzione delle condizioni di esercizio specifiche a questa soluzione: molto meno gravose rispetto a quelle cui viene sottoposto in una soluzione a "tetto caldo"; la superficie destinata a riceverlo deve essere priva di asperità.

Per i manti impermeabili realizzati in P.V.C. è necessario verificare con il produttore che il materiale sia compatibile con il polistirene estruso; se esistono problemi, è sufficiente interporre uno strato di separazione in tessuto non tessuto in fibre poliestere.

- i raccordi del manto impermeabile in corrispondenza delle superfici verticali (strutture in elevazione, volumi tecnici, camini, parapetti ecc.) devono sopraelevare la struttura di copertura di almeno 15 cm per tenere conto dello spessore dell'isolante e della protezione finale.
- al fine di evitare l'accumulo di polveri e sabbia in corrispondenza dei giunti fra i pannelli URSA XPS, è consigliabile interporre un elemento filtrante (tessuto non tessuto in fibre poliestere) tra lo strato isolante ed i successivi strati superiori.
- i pannelli URSA XPS subiscono l'influenza dovuta all'esposizione ai raggi U.V.: le protezioni previste devono coprire interamente i pannelli isolanti.
- il peso del rivestimento a finire (zavorra, pavimentazione, ecc.) deve essere tale da evitare il sollevamento dei pannelli isolanti per effetto del vento, oppure il loro galleggiamento per la presenza di acqua piovana.

Comportamento termoigrometrico

Come è stato indicato precedentemente è possibile realizzare tetti rovesci con diversi tipi di protezione finale, in funzione della destinazione d'uso della copertura: tali protezioni sono costituite da materiali che non cambiano sostanzialmente il comportamento termoigrometrico delle strutture e quindi le considerazioni e gli esempi di seguito riportati per il caso specifico di protezione con ghiaia, sono da considerarsi valide per le altre soluzioni presentate successivamente.

Il posizionamento dell'isolante all'esterno della copertura fa sì che la struttura situata all'interno, accumuli una consistente quantità di calore durante il periodo di riscaldamento diurno; calore che poi viene ceduto all'ambiente abitato durante lo spegnimento dell'impianto: tale situazione attenua gli sbalzi di temperatura tra il giorno e la notte, migliorando il confort termico dei locali abitati.

Nel grafico di fig.13, viene indicato l'andamento delle isoterme (colorate in funzione della temperatura) e del flusso termico: come si può osservare dal grafico, tutta la parte interna al materiale isolante risulta efficacemente riscaldata.

Per quanto riguarda la verifica igrometrica, si riportano nel grafico di fig.14 (a titolo d'esempio) i profili relativi alle pressioni di vapore saturo (P_s) ed effettivo (P_e) per la struttura considerata: poiché la curva relativa alla pressione P_e non si incrocia in alcun punto con quella della pressione P_s , non si verificheranno fenomeni di condensa interstiziale.

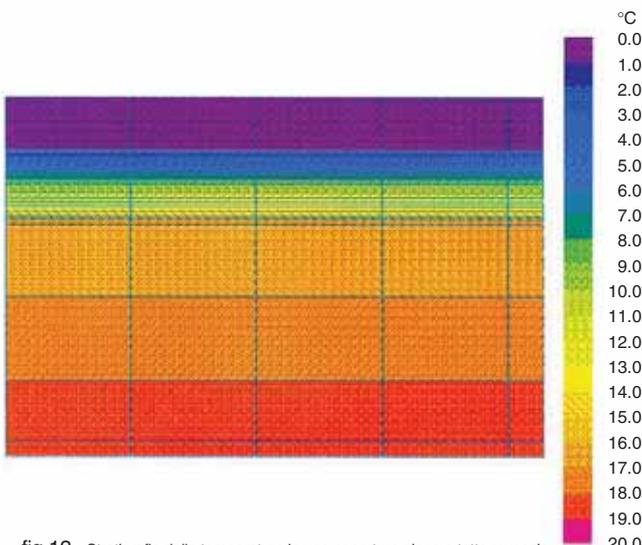


fig.13 - Stratigrafia delle temperature in una copertura piana a tetto rovescio

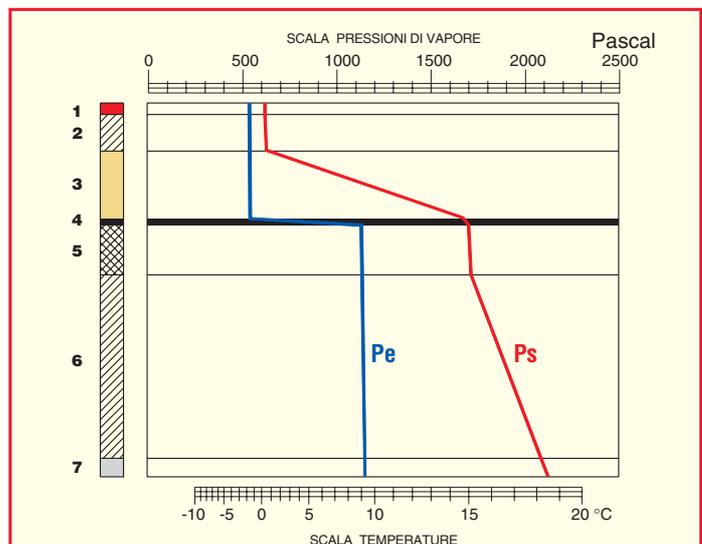


fig.14 - CONTROLLO DELLA CONDENZA INTERSTIZIALE: profili delle temperature e delle pressioni di vapore saturo (P_s) ed effettivo (P_e) in una copertura piana a tetto rovescio

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1 | pavimento spess. 1,5 cm | 4 | manto impermeabile |
| 2 | massetto armato spess. 5 cm su strato di separazione | 5 | massetto pendenze in calcestruzzo spess. 6 cm |
| 3 | URSA XPS spess. 6 cm | 6 | solaio laterocemento spess. 20 cm |
| | | 7 | intonaco interno spess. 1,5 cm |

Trasmittanza termica

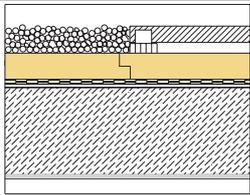
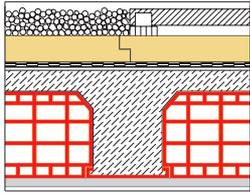
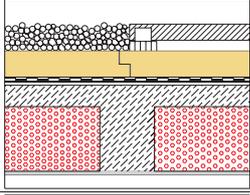
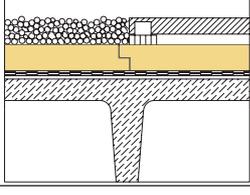
COPERTURE PIANE A TETTO ROVESCIO		spessore solaio cm	spessore pannelli URSA XPS					
stratigrafia copertura	schema copertura		30	40	50	60	80	100
zavorra / pavimento URSA XPS impermeabilizzazione pendenze solaio calcestruzzo* intonaco		*						
		15	0,90	0,73	0,61	0,53	0,41	0,34
		20	0,88	0,71	0,60	0,52	0,41	0,33
zavorra / pavimento URSA XPS impermeabilizzazione pendenze solaio laterocemento* intonaco		20	0,76	0,63	0,54	0,47	0,38	0,32
		24	0,73	0,61	0,52	0,46	0,37	0,31
		28	0,70	0,59	0,51	0,45	0,36	0,30
zavorra / pavimento URSA XPS impermeabilizzazione pendenze solaio predalles* intonaco		20	0,70	0,59	0,51	0,45	0,36	0,31
		24	0,67	0,57	0,49	0,44	0,35	0,30
		28	0,63	0,54	0,47	0,42	0,34	0,29
zavorra / pavimento URSA XPS impermeabilizzazione pendenze copponi C.A.P.*		5	0,94	0,76	0,63	0,54	0,42	0,34
		7	0,93	0,75	0,63	0,54	0,42	0,34

fig. 15 - Trasmittanza termica U (W/m² K)

I valori della trasmittanza termica indicati nella fig.15, devono essere opportunamente maggiorati per tenere conto delle dispersioni di calore supplementari dovute al sottile strato di acqua piovana che si forma tra il manto impermeabile ed il pannello URSA XPS durante i periodi di pioggia.

Tale maggiorazione " DU " (W/m² K) viene calcolata in funzione della intensità media giornaliera della piovosità " P " (mm/giorno) della località considerata, relativa al solo periodo di riscaldamento:

LOCALITÀ	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Torino	50,3	42,4	74,0	122,9	136,3	114,4	66,1	77,1	106,6	68,8	77,6	51,7
Milano	62,1	58,1	71,6	89,0	101,2	82,0	72,8	80,6	88,6	122,6	109,1	76,8
Venezia	40,2	39,8	53,3	59,7	74,7	75,1	61,0	63,0	74,9	92,9	69,2	49,7
Trento	58,2	58,6	81,7	87,9	111,3	96,8	92,0	93,6	95,7	132,2	101,9	62,9
Udine	82,6	73,9	99,2	123,9	139,8	163,9	142,5	131,4	154,0	169,3	140,5	112,3
Genova	105,2	106,3	115,1	101,0	86,3	71,7	42,8	59,9	126,4	199,8	180,0	125,0
Bologna	39,6	39,5	50,4	57,5	64,4	56,3	35,7	42,2	61,8	86,8	74,7	49,3
Firenze	62,4	51,1	70,7	76,3	71,8	67,4	34,6	42,0	75,0	106,0	99,2	82,2
Ancona	63,4	46,1	50,4	55,7	48,4	48,4	31,7	40,2	70,7	97,9	76,3	60,2
Perugia	65,1	56,2	74,9	84,2	82,0	78,9	48,2	54,9	82,5	115,8	108,5	78,6
Roma	80,8	66,7	71,7	79,8	59,7	44,7	19,2	23,1	71,1	133,4	109,4	100,1
Napoli	94,2	71,7	72,1	66,0	49,4	35,6	16,4	27,1	72,8	119,8	114,5	113,8
Bari	64,3	49,4	41,4	49,6	47,6	30,1	18,0	30,8	52,7	67,7	72,2	58,1
Catanzaro	164,5	106,5	100,7	85,3	31,0	25,1	24,4	22,0	42,3	94,8	137,2	168,6
Palermo	84,7	69,8	68,4	48,9	29,0	15,4	5,8	10,3	46,5	82,8	88,1	95,4
Cagliari	49,0	39,1	51,8	41,4	30,2	20,5	3,3	3,6	32,7	61,7	73,6	55,4

Intensità media della piovosità "P" per alcuni capoluoghi di provincia (mm/mese)

Esempio: per Milano, l'intensità media " P " relativa al periodo di riscaldamento invernale di 180 giorni è pari a 2,64 mm/giorno, quindi l'incremento della trasmittanza termica da assegnare alla copertura a tetto rovescio è data da: $DU = 0,04 \times 2,64 = 0,106 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Tetto rovescio non pedonabile

E' la soluzione più semplice del tetto rovescio, con protezione a finire in ghiaia lavata.

Posa in opera e voce di capitolato

Sul massetto di pendenza realizzato sul solaio portante in....., si procederà come segue:

- verifica della planarità della superficie destinata a ricevere il manto impermeabile.
- posa del manto impermeabile costituito da:.....
- posa a secco dei pannelli URSA XPS in un unico strato sfalsati a quinconce, avendo cura di accostarli perfettamente fra loro, per non creare ponti termici in corrispondenza dei giunti: si utilizzeranno per questo pannelli con bordi perimetrali a battente.

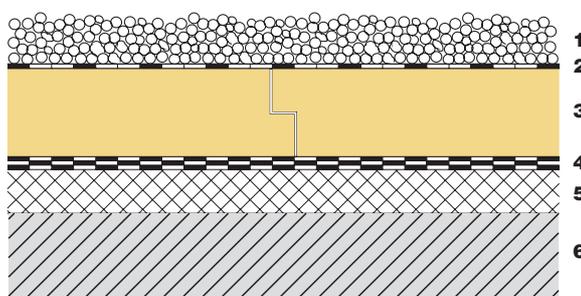


fig.16 - Stratigrafia di tetto rovescio non pedonabile

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1 zavorra (ghiaia) | 4 manto impermeabile |
| 2 strato di separazione | 5 massetto di pendenza |
| 3 URSA XPS | 6 solaio |

I pannelli isolanti saranno in polistirene estruso URSA XPS N III-I (struttura a celle chiuse contenenti solo aria), superfici lisce, bordi laterali diritti, dimensioni 1250 x 600 mm

I pannelli dovranno avere le seguenti caratteristiche (voce di capitolato):

- * pannello contraddistinto da marcatura CE (EN 13164)
- * perfetta squadratura
- * spessori uniformi
- * spessore: non inferiore a mm
- * conduttività termica a 10 °C, : spessori ≤ 60 mm, $\lambda_D = 0,034$ W/m K; spessori da 60 ÷ 120 mm, $\lambda_D = 0,036$ W/m K, spessore > 120 mm $\lambda_D = 0,038$ W/m K (EN 12667 – EN 12939)
- * resistenza alla compressione per una deformazione del 10 %: ≥ 300 kPa (EN 826)
- * reazione al fuoco: Euroclasse E (EN 13501-1)
- * assorbimento d'acqua a lungo termine per immersione totale (28 giorni): $< 0,7$ % vol (EN 12087)
- * fattore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua: da 80 a 250 μ , variabile in funzione inversa allo spessore (EN 12086)

- stesura di un tessuto non tessuto in fibre poliestere del peso di 150 ÷ 200 g/m² di colore bianco quale elemento filtrante e di separazione tra lo strato di ghiaia ed i pannelli URSA XPS (ed a protezione degli stessi dall'irraggiamento solare durante i lavori di posa in opera).
- stesura di uno strato di zavorra costituito da ghiaietto tondo lavato (di granulometria 16 ÷ 32 mm.) dello spessore non inferiore a 5 cm (da stabilire in funzione della depressione causata dal vento che incide sulla copertura).

Tetto rovescio pedonabile

La stratigrafia di questa copertura è sostanzialmente simile a quella illustrata nel capitolo precedente con la sola differenza che, per renderla pedonabile, la protezione della copertura è costituita da una pavimentazione prefabbricata in quadrotti di cemento posata a secco su speciali distanziatori in materiale plastico, posizionati direttamente sui pannelli URSA XPS.

Posa in opera e voce di capitolato

Sul massetto di pendenza realizzato sul solaio portante, in....., si procederà come segue:

- verifica della planarità della superficie destinata a ricevere il manto impermeabile.
- posa del manto impermeabile costituito da.....
- posa a secco dei pannelli URSA XPS in un unico strato sfalsati a quinconce, avendo cura di accostarli perfettamente fra loro per non creare ponti termici in corrispondenza dei giunti: si utilizzeranno per questo pannelli con bordi perimetrali a battente.

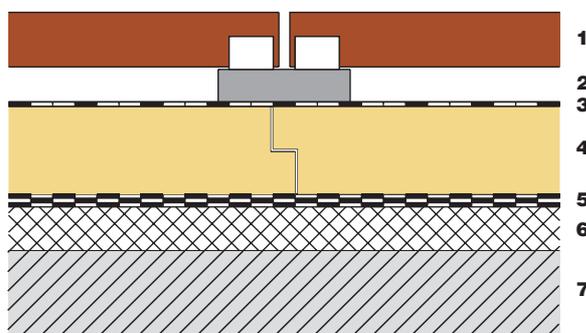


fig.17 - Stratigrafia di tetto rovescio pedonabile

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1 pavimentazione | 4 URSA XPS |
| 2 distanziatori | 5 manto impermeabile |
| 3 strato di separazione | 6 massetto di pendenza |
| | 7 solaio di copertura |

I pannelli isolanti saranno in polistirene estruso URSA XPS N III-I (struttura a celle chiuse contenenti solo aria), superfici lisce, bordi laterali diritti, dimensioni 1250 x 600 mm

I pannelli dovranno avere le seguenti caratteristiche (voce di capitolato):

- * pannello contraddistinto da marcatura CE (EN 13164)
- * perfetta squadratura
- * spessori uniformi
- * spessore: non inferiore a mm
- * conduttività termica a 10 °C, : spessori ≤ 60 mm, $\lambda_D = 0,034$ W/m K; spessori da $60 \div 120$ mm, $\lambda_D = 0,036$ W/m K, spessore > 120 mm $\lambda_D = 0,038$ W/m K (EN 12667 – EN 12939)
- * resistenza alla compressione per una deformazione del 10 %: ≥ 300 kPa (EN 826)
- * reazione al fuoco: Euroclasse E (EN 13501-1)
- * assorbimento d'acqua a lungo termine per immersione totale (28 giorni): $< 0,7$ % vol (EN 12087)
- * fattore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua: da 80 a 250 μ , variabile in funzione inversa allo spessore (EN 12086)

- stesura di un tessuto non tessuto in fibre poliestere del peso di $150 \div 200$ g/m² di colore bianco quale elemento filtrante e di separazione tra lo strato di ghiaia ed i pannelli URSA XPS (ed a protezione degli stessi dall'irraggiamento solare durante i lavori di posa in opera).
- posa di distanziatori in materiale plastico, cadauno con superficie di appoggio non inferiore a 200 cm².
- posa a secco sui citati distanziatori di una pavimentazione prefabbricata in quadrotti di cemento dimensioni 500 x 500 x 40 mm: la posa dei distanziatori e dei quadrotti di cemento dovrà assicurare una pavimentazione stabile e senza sconessioni.

Tetto rovescio a terrazza

Si tratta sempre di una copertura pedonabile (fig. 18) simile a quella illustrata a pag.14 ma con una pavimentazione di miglior aspetto estetico (generalmente in cotto o ceramica) posata su un massetto di calcestruzzo armato.

Posa in opera e voce di capitolato

Sul massetto di pendenza realizzato sul solaio portante in....., si procederà come segue:

- verifica della planarità della superficie destinata a ricevere il manto impermeabile.
- posa del manto impermeabile costituito da:.....
- posa a secco dei pannelli URSA XPS in unico strato sfalsati a quinconce, avendo cura di accostarli perfettamente fra loro per non creare ponti termici in corrispondenza dei giunti: si utilizzeranno per questo pannelli con bordi perimetrali a battente.

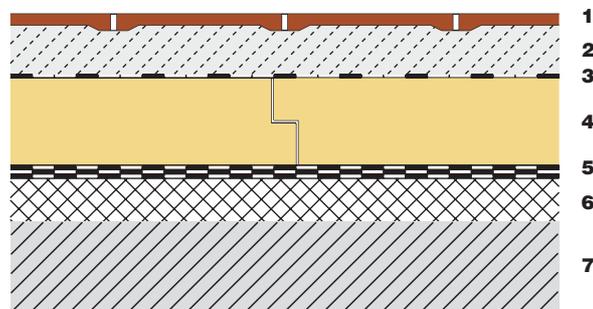


fig.18 - Stratigrafia di tetto rovescio a terrazza

- | | |
|----------------------------|------------------------|
| 1 pavimentazione | 4 URSA XPS |
| 2 massetto in calcestruzzo | 5 manto impermeabile |
| 3 strato di separazione | 6 massetto di pendenza |
| | 7 solaio |

I pannelli isolanti saranno in polistirene estruso URSA XPS N III-I (struttura a celle chiuse contenenti solo aria), superfici lisce, bordi laterali diritti, dimensioni 1250 x 600 mm

I pannelli dovranno avere le seguenti caratteristiche (voce di capitolato):

- * pannello contraddistinto da marcatura CE (EN 13164)
- * perfetta squadratura
- * spessori uniformi
- * spessore: non inferiore a mm
- * conduttività termica a 10 °C, : spessori ≤ 60 mm, $\lambda_D = 0,034$ W/m K; spessori da 60 ÷ 120 mm, $\lambda_D = 0,036$ W/m K, spessore > 120 mm $\lambda_D = 0,038$ W/m K (EN 12667 – EN 12939)
- * resistenza alla compressione per una deformazione del 10 %: ≥ 300 kPa (EN 826)
- * reazione al fuoco: Euroclasse E (EN 13501-1)
- * assorbimento d'acqua a lungo termine per immersione totale (28 giorni): $< 0,7$ % vol (EN 12087)
- * fattore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua: da 80 a 250 μ , variabile in funzione inversa allo spessore (EN 12086)

- stesura di un tessuto non tessuto in fibre poliestere del peso di 150 ÷ 200 g/m² di colore bianco, quale elemento filtrante e di separazione tra il massetto ed i pannelli URSA XPS, (ed a protezione degli stessi dall'irraggiamento solare durante i lavori di posa in opera).
- posa di un massetto in calcestruzzo armato di spessore non inferiore a cm.
- posa della pavimentazione (generalmente in cotto o ceramica).

Tetto rovescio carrabile con pavimentazione in elementi autobloccanti

Questa soluzione prevede una pavimentazione costituita da elementi autobloccanti in calcestruzzo per consentire il transito di autoveicoli: tali elementi dovranno essere di dimensioni, forma e spessore adeguati alla destinazione d'uso della copertura e dovranno essere posati su un letto di sabbia fine che ne favorisca il bloccaggio.

La realizzazione del sistema richiede una particolare attenzione a causa dei carichi elevati e mobili che la struttura deve sopportare, in base ai quali scegliere il tipo di pannello URSA XPS da impiegare (in funzione delle prestazioni meccaniche richieste).

La caratteristica da considerare per tale scelta è quella relativa alla resistenza a compressione a lungo termine con una deformazione massima del 2%.

Per tale applicazione sono disponibili due tipi di pannello:

- URSA XPS TIPO N III-L $\sigma_2 = 1,3 \text{ kg/cm}^2$
- URSA XPS TIPO N V -L $\sigma_2 = 1,8 \text{ kg/cm}^2$

La distribuzione del carico dovuto all'automezzo in movimento (e quindi con sollecitazione dinamica e di urto) avviene in questo caso di struttura non compatta (strato di sabbia ed elementi autobloccanti) con un angolo di 60° come illustrato nella fig. 20.

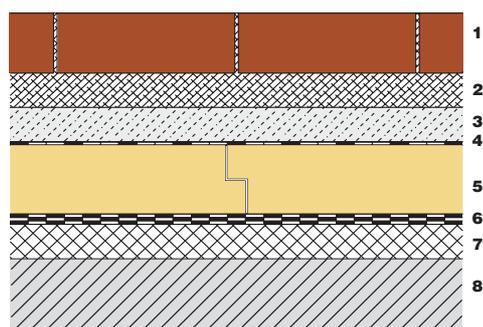


fig.19 - Stratigrafia di tetto rovescio carrabile in elementi autobloccanti

- 1 elementi autobloccanti 4 strato di separazione 7 massetto di pendenza
 2 strato di sabbia 5 URSA XPS 8 solaio
 3 massetto armato 6 manto impermeabile

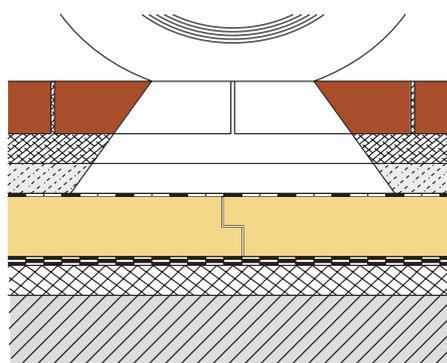


fig.20 - Tetto rovescio carrabile con autobloccanti (distribuzione del carico con angolo di 60°)

Tipo di carico	Carico assiale per ruota "P" Kg	Superficie di carico per ruota "a x b" cm
Autovettura leggera	400	14 x 14
Autovettura pesante	700	18 x 18
Autotreno classe 3 t	1000	20 x 20
Autotreno classe 9 t	3000	26 x 20
Autotreno classe 16 t	5500	40 x 20

fig. 21 - Carichi relativi ad alcuni autoveicoli

Esempio di calcolo.

Si debba realizzare una copertura a tetto rovescio con pavimentazione in elementi autobloccanti, carrabile da autovetture pesanti:

- la condizione di carico è quella dovuta ad un carico mobile
- il carico assiale della ruota di una grossa auto è $P = 700 \text{ kg}$
- la superficie di carico per ruota ($a \times b$) è $A = 18 \times 18 \text{ cm}$
- lo spessore (d) della pavimentazione (autobloccante di 8cm e 6cm di sabbia) è di complessivi 14 cm
- l'angolo di distribuzione del carico è di 60° (struttura non compatta)
- la superficie (F) di carico sui pannelli URSA XPS risulta pari a:

da cui si ricava: $F = [18 + (1,155 \times 14)] \times [18 + (1,155 \times 14)] = 1168 \text{ cm}^2$

Il carico che incide sui pannelli URSA XPS è pertanto: $s = P/F \cdot s = 700/1168 = 0,60 \text{ Kg/cm}^2$

Per questo tipo d'intervento è necessario utilizzare un materiale isolante che assicuri una resistenza alla compressione a lungo termine, con deformazione massima del 2%, non inferiore a $0,60 \text{ kg/cm}^2$: in questo caso specifico potrà essere utilizzato il pannello URSA XPS N III.

Posa in opera e voce di capitolato

Sul massetto di pendenza realizzato sul solaio portante in....., si procederà come segue:

- posa del manto impermeabile costituito da:.....
- posa a secco dei pannelli URSA XPS in unico strato sfalsati a quinconce, avendo cura di accostarli perfettamente fra loro per non creare ponti termici in corrispondenza dei giunti: si utilizzeranno per questo pannelli con bordi perimetrali a battente.

I pannelli isolanti saranno in polistirene estruso URSA XPS (struttura a celle chiuse contenenti solo aria), superfici lisce, tipo:

* URSA XPS N III-L: 1250 x 600 mm, oppure

* URSA XPS N V-L: 1250 x 600 mm

in funzione del carico previsto (calcolato come da esempio indicato a pag.33)

I pannelli dovranno avere le seguenti caratteristiche (voce di capitolato):

* pannello contraddistinto da marcatura CE (EN 13164)

* perfetta squadratura

* spessori uniformi

* spessore: non inferiore a mm

* conduttività termica a 10 °C, : spessori ≤ 60 mm, $\lambda_D = 0,034$ W/m K; spessori da 60 ÷ 120 mm, $\lambda_D = 0,036$ W/m K, spessori > 120 mm $\lambda_D = 0,038$ W/m K (EN 12667 – EN 12939)

* resistenza alla compressione per una deformazione del 10 %: ≥ 300 kPa (tipo N III), ≥ 500 kPa (tipo N V) (EN 826)

* resistenza a alla compressione a lungo termine al 2% di deformazione massima (EN 826), in funzione dei carichi previsti:

$\sigma_2 = 130$ k Pa
(URSA XPS N III)

$\sigma_2 = 180$ k Pa
(URSA XPS N V)

* reazione al fuoco: Euroclasse E (EN 13501-1)

* assorbimento d'acqua a lungo termine per immersione totale (28 giorni): $< 0,7$ % vol (EN 12087)

* fattore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua: da 80 a 250 μ , variabile in funzione inversa allo spessore (EN 12086)

- stesura di un tessuto non tessuto in fibre poliestere del peso di 150 ÷ 200 g/m², di colore bianco, quale elemento filtrante e di separazione tra la pavimentazione ed i pannelli URSA XPS (ed a protezione degli stessi dall'irraggiamento solare durante i lavori di posa in opera).
- posa di un massetto in calcestruzzo armato di spessore non inferiore a cm.
- stesura di uno strato uniforme di sabbia fine (granulometria 0 ÷ 3 mm, spessore non inferiore a 6 cm).
- posa degli elementi autobloccanti in calcestruzzo.

Tetto rovescio carrabile con pavimentazione in calcestruzzo armato

Anche in questo caso, analogamente a quello illustrato precedentemente (tetto rovescio con pavimentazione in elementi autobloccanti) si dovrà identificare il tipo di pannello URSA XPS da utilizzare in funzione del carico dovuto agli automezzi. Per questa scelta occorre considerare il valore della resistenza alla compressione a lungo termine, con una deformazione massima del 2%.

La distribuzione del carico dovuto all'automezzo in movimento (e quindi con sollecitazione dinamica e di urto) avviene, in questo caso di struttura compatta, con un angolo di 45°, come illustrato nella fig. 23.

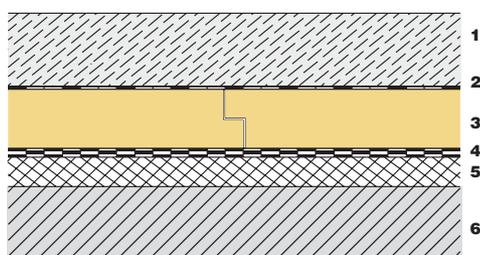


fig.22 - Stratigrafia di tetto rovescio carrabile con pavimentazione in calcestruzzo armato

- | | | | |
|---|---------------------------------------|---|----------------------|
| 1 | pavimentazione in calcestruzzo armato | 4 | manto impermeabile |
| 2 | strato di separazione | 5 | massetto di pendenza |
| 3 | pannelli URSA XPS | 6 | solaio di copertura |

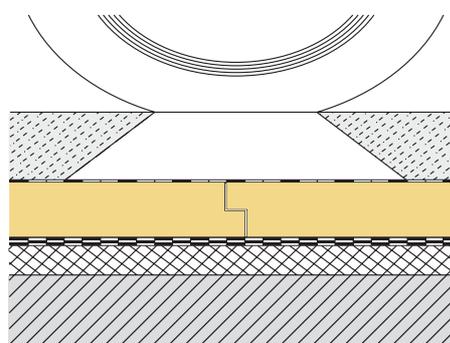


fig.23 - Tetto rovescio carrabile con autobloccanti (distribuzione del carico con angolo di 45°)

Esempio di calcolo.

Si debba realizzare una copertura a tetto rovescio con pavimentazione in calcestruzzo armato carrabile da autotreni:

- la condizione di carico è quella dovuta ad un carico mobile
- il carico assiale, della ruota di un autotreno è $P = 5500 \text{ kg}$
- la superficie di carico per ruota ($a \times b$) è $A = 40 \times 20 \text{ cm}$
- lo spessore (d) della pavimentazione in calcestruzzo armato è di complessivi 14 cm
- l'angolo di distribuzione del carico è di 45° (struttura compatta)
- la superficie (F) di carico sui pannelli URSA XPS risulta pari a:

$$F = [a + (2 \times d)] \times [b + (2 \times d)]$$

da cui si ricava:

$$F = [40 + (2 \times 14)] \times [20 + (2 \times 14)] = 3264 \text{ cm}^2$$

- il carico che incide sui pannelli URSA XPS è pertanto:

$$\sigma = P/F \quad \bullet \quad \sigma = 5500/3264 = 1,685 \text{ Kg/cm}^2$$

Per questo tipo d'intervento è necessario utilizzare un materiale isolante che assicuri una resistenza alla compressione a lungo termine, con deformazione massima del 2%, non inferiore a $1,685 \text{ kg/cm}^2$:

in questo caso specifico potrà essere utilizzato il pannello URSA XPS tipo N V

Posa in opera e voce di capitolato

Sul massetto di pendenza realizzato sul solaio portante, in..... si procederà nel modo seguente:

- verifica della planarità della superficie destinata a ricevere il manto impermeabile.
- posa del manto impermeabile costituito da:.....
- posa a secco dei pannelli URSA XPS in unico strato sfalsati a quinconce, avendo cura di accostarli perfettamente fra loro per non creare ponti termici in corrispondenza dei giunti: si utilizzeranno per questo pannelli con bordi perimetrali a battente.

I pannelli isolanti saranno in polistirene estruso URSA XPS (struttura a celle chiuse contenenti solo aria), superfici lisce, tipo:

* URSA XPS N III-L: 1250 x 600 mm, oppure

* URSA XPS N V-L: 1250 x 600 mm

in funzione del carico previsto (calcolato come da esempio indicato a pag.33)

I pannelli dovranno avere le seguenti caratteristiche (voce di capitolato):

* pannello contraddistinto da marcatura CE (EN 13164)

* perfetta squadratura

* spessori uniformi

* spessore: non inferiore a mm

* conduttività termica a 10 °C, : spessori ≤ 60 mm, $\lambda_D = 0,034$ W/m K; spessori da 60 ÷ 120 mm, $\lambda_D = 0,036$ W/m K, spessore > 120 mm $\lambda_D = 0,038$ W/m K (EN 12667 – EN 12939)

* resistenza alla compressione per una deformazione del 10 %: ≥ 300 kPa (tipo N III), ≥ 500 kPa (tipo N V) (EN 826)

* resistenza a alla compressione a lungo termine al 2% di deformazione massima (EN 826), in funzione dei carichi previsti:

$\sigma_2 = 130$ k Pa
(URSA XPS N III)

$\sigma_2 = 180$ k Pa
(URSA XPS N V)

* reazione al fuoco: Euroclasse E (EN 13501-1)

* assorbimento d'acqua a lungo termine per immersione totale (28 giorni): $< 0,7$ % vol (EN 12087)

* fattore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua: da 80 a 250 μ , variabile in funzione inversa allo spessore (EN 12086)

- stesura di un tessuto non tessuto in fibre poliestere del peso di 150 ÷ 200 g/m², di colore bianco, quale elemento filtrante e di separazione tra la pavimentazione ed i pannelli URSA XPS (ed a protezione degli stessi dall'irraggiamento solare durante i lavori di posa in opera).
- posa di un massetto in calcestruzzo armato di spessore non inferiore a.....
- posa della pavimentazione costituita da.....

Tetto rovescio a giardino

La realizzazione di un tetto giardino su una copertura tradizionale con isolamento a tetto caldo (manto impermeabile posizionato sul materiale isolante) presenta notevoli difficoltà e considerevoli costi: barriere al vapore sotto l'isolante - diffusori per l'evacuazione del vapore d'acqua - protezione meccanica del manto impermeabile dal sovrastante strato drenante.

Queste difficoltà possono essere superate con la soluzione del tetto alla rovescia, tecnicamente più efficace e più semplice da realizzare; come si può rilevare dalla fig. 24, il manto impermeabile è protetto termicamente e meccanicamente ed il comportamento igrometrico della struttura è eccellente come per tutti i tetti alla rovescia esaminati.

Per questo tipo d'intervento occorre utilizzare un materiale isolante che sotto i carichi previsti garantisca una resistenza alla compressione a lungo termine con deformazione massima del 2 %.

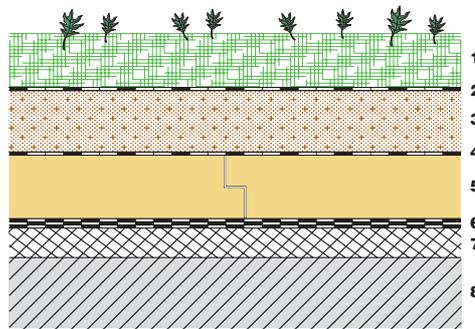


fig.24 - Stratigrafia di tetto rovescio a giardino

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 1 terreno di coltura e humus | 5 URSA XPS |
| 2 elemento filtrante | 6 manto impermeabile |
| 3 drenaggio | 7 massetto di pendenza |
| 4 strato di separazione | 8 solaio di copertura |

Posa in opera e voce di capitolato

Sul massetto di pendenza del solaio portante, in..... si procederà nel modo seguente:

- verifica della planarità della superficie destinata a ricevere il manto impermeabile
- posa del manto impermeabile costituito da:.....
- posa a secco dei pannelli URSA XPS in unico strato sfalsati a quinconce, avendo cura di accostarli perfettamente fra loro per non creare ponti termici in corrispondenza dei giunti: si utilizzeranno per questo pannelli con bordi perimetrali a battente.

I pannelli isolanti saranno in polistirene estruso URSA XPS (struttura a celle chiuse contenenti solo aria), superfici lisce, tipo:

- * URSA XPS N III-L: 1250 x 600 mm, oppure
- * URSA XPS N V-L: 1250 x 600 mm

in funzione del carico previsto (calcolato come da esempio indicato a pag.33)

I pannelli dovranno avere le seguenti caratteristiche (voce di capitolato):

- * pannello contraddistinto da marcatura CE (EN 13164)
- * perfetta squadratura
- * spessori uniformi
- * spessore: non inferiore a mm
- * conduttività termica a 10 °C, : spessori ≤ 60 mm, $\lambda_D = 0,034$ W/m K; spessori da 60 ÷ 120 mm, $\lambda_D = 0,036$ W/m K, spessori > 120 mm $\lambda_D = 0,038$ W/m K (EN 12667 – EN 12939)
- * resistenza alla compressione per una deformazione del 10 %: ≥ 300 kPa (tipo N III), ≥ 500 kPa (tipo N V) (EN 826)

* resistenza a alla compressione a lungo termine al 2% di deformazione massima (EN 826), in funzione dei carichi previsti:

$\sigma_2 = 130 \text{ k Pa}$
(URSA XPS N III)

$\sigma_2 = 180 \text{ k Pa}$
(URSA XPS N V)

* reazione al fuoco: Euroclasse E (EN 13501-1)

* assorbimento d'acqua a lungo termine per immersione totale (28 giorni): < 0,7 % vol (EN 12087)

* fattore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua: da 80 a 250 μ , variabile in funzione inversa allo spessore (EN 12086)

- posa in opera di uno strato separatore in tessuto non tessuto in fibre poliestere del peso di 200 g/m², di colore bianco, quale elemento di separazione tra lo strato drenante ed i pannelli URSA XPS (ed a protezione degli stessi dall'irraggiamento solare durante i lavori di posa in opera).
- realizzazione dello strato drenante dello spessore di..... mm, costituito da..... (argilla espansa, ghiaia lavata, ecc.) spess.....mm, granulometria..... mm
- stesura di uno strato filtrante costituito da un tessuto non tessuto in fibre poliestere del peso di 150 ÷ 200 g/m².
- posa di un strato di terra di coltura e humus, spess..... mm

Ristrutturazione di coperture piane esistenti

L'insufficiente isolamento termico della copertura si manifesta attraverso eccessivi consumi di energia per il riscaldamento, eventuali formazioni di condensa durante il periodo invernale e con la mancanza di confort negli ambienti abitati sia durante il periodo estivo che in quello invernale a causa delle temperature (troppo elevate oppure troppo basse) dei soffitti.

Questi inconvenienti possono essere determinati da:

- spessore non adeguato del materiale isolante esistente.
- eventuale deterioramento del manto impermeabile posato sul materiale isolante e/o fenomeni di condensa interstiziale, che hanno deteriorato il sistema.

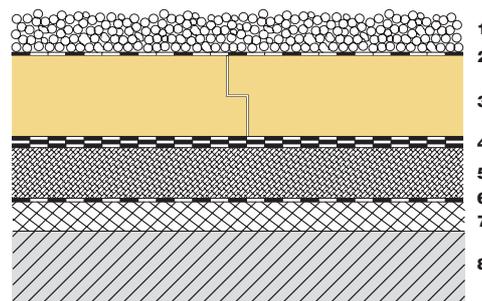


fig.24 - Stratigrafia di copertura piana ristrutturata

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| 1 zavorra (ghiaia) | 5 isolamento esistente |
| 2 strato di separazione | 6 barriera al vapore |
| 3 URSA XPS | 7 massetto di pendenza |
| 4 manto impermeabile esistente | 8 solaio |

Individuate le cause degli inconvenienti riscontrati, si possono ipotizzare i seguenti interventi:

- rifacimento totale del pacchetto di copertura esistente: il manto impermeabile è danneggiato ed il materiale isolante risulta completamente degradato.
- applicazione di uno spessore supplementare di isolante sul pacchetto esistente, dopo avere constatato che lo stesso è ancora funzionante; è in ogni caso raccomandabile un intervento di ripristino del manto impermeabile.

In questo caso è necessario effettuare una verifica termoisolometrica della nuova struttura risultante (esempi a pag. 22 e pag. 28).

Posa in opera e voce di capitolato

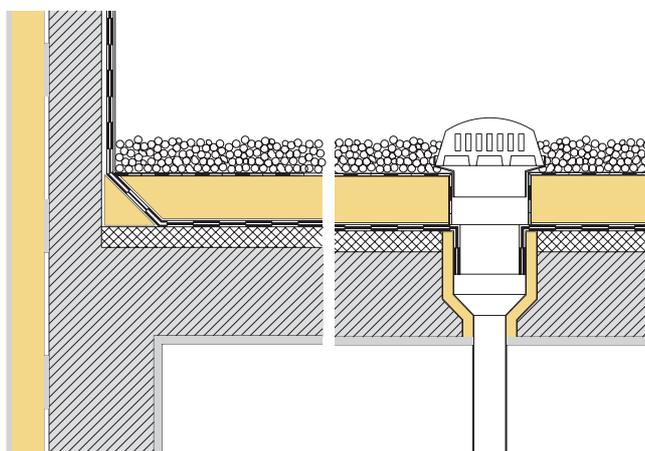
- verifica della regolarità della superficie e dello stato del manto impermeabile esistente; intervento di ripristino di tale manto con:
- posa a secco dei pannelli URSA XPS in unico strato sfalsati a quinconce avendo cura di accostarli perfettamente per non creare ponti termici in corrispondenza dei giunti; si utilizzeranno per questo pannelli con bordi perimetrali a battente.

I pannelli isolanti saranno in polistirene estruso URSA XPS N III-I (struttura a celle chiuse contenenti solo aria), superfici lisce, bordi laterali dritti, dimensioni 1250 x 600 mm

I pannelli dovranno avere le seguenti caratteristiche (voce di capitolato):

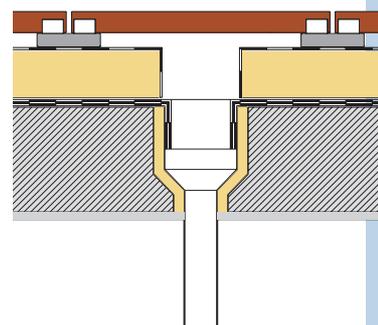
- * pannello contraddistinto da marcatura CE (EN 13164)
 - * perfetta squadratura
 - * spessori uniformi
 - * spessore: non inferiore a mm
 - * conduttività termica a 10 °C, : spessori ≤ 60 mm, $\lambda_D = 0,034$ W/m K; spessori da 60 ÷ 120 mm, $\lambda_D = 0,036$ W/m K, spessori > 120 mm $\lambda_D = 0,038$ W/m K (EN 12667 – EN 12939)
 - * resistenza alla compressione per una deformazione del 10 %: ≥ 300 kPa (EN 826)
 - * reazione al fuoco: Euroclasse E (EN 13501-1)
 - * assorbimento d'acqua a lungo termine per immersione totale (28 giorni): $< 0,7$ % vol (EN 12087)
 - * fattore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua: da 80 a 250 μ , variabile in funzione inversa allo spessore (EN 12086)
- stesura di un tessuto non tessuto in fibre poliestere del peso di 150 ÷ 200 g/m², di colore bianco, quale elemento filtrante e di separazione tra i pannelli URSA XPS e gli strati successivi (ed a protezione degli stessi dall'irraggiamento solare durante i lavori di posa in opera).
 - posa di uno strato di zavorra costituito da ghiaietto tondo lavato (granulometria 16 ÷ 32 mm) di spessore non inferiore a..... (spessore da stabilire in funzione della depressione causata dal vento incidente sulla copertura); oppure
 - posa di una pavimentazione costituita da.....

Alcuni particolari costruttivi



Tetto rovescio non pedonabile: particolare di gronda

Tetto rovescio non pedonabile: particolare del pluviale



Tetto rovescio pedonabile: particolare del pluviale