

Coperture continue tra membrana e protezione

SPESSE SONO DIMENTICATI, ALTRE VOLTE VENGONO MESSI NELLA POSIZIONE SBAGLIATA. GLI STRATI DI SEPARAZIONE E GLI ELEMENTI PROTETTIVI SONO INVECE FONDAMENTALI PER GARANTIRE L'EFFICIENZA E LA FUNZIONALITÀ DI UN PACCHETTO IMPERMEABILE. NELL'ARTICOLO UNA GUIDA PER SCEGLIERE I PRODOTTI IN FUNZIONE ALLA TIPOLOGIA DI COPERTURA.

Antonio Broccolino

Ad integrazione degli argomenti trattati nei precedenti articoli riguardanti la corretta direzione di posa dei vari elementi e strati costituenti il sistema di copertura, si ritiene necessario fare qualche accenno anche alle protezioni pesanti mobili o fisse, non tanto per quanto riguarda le loro diverse tipologie, ma soprattutto per quanto riguarda gli strati e gli elementi separatori e protettivi, da inserire tra l'elemento di tenuta e gli strati posati al suo estradosso, la cui mancanza o non corretto utilizzo possono essere spesso causa di gravi problemi riguardanti la funzionalità del sistema di copertura, nel suo complesso. Nei sistemi impermeabili ogni elemento o strato che

li compone, può avere comportamenti diversi riguardo le variazioni di temperatura.

Come abbiamo visto nei precedenti articoli, alcuni materiali, come la maggior parte degli isolanti termici e i pavimenti cementizi, con il calore estivo tendono ad aumentare dimensionalmente (per dilatazione termica lineare) sia in senso trasversale che longitudinale, mentre altri, come le membrane in bitume polimero prefabbricate e armate, sempre in presenza del calore estivo, tendono invece a ridursi dimensionalmente, solo in senso longitudinale, per il naturale ritiro dell'armatura (in particolare il NT di poliestere), per memoria



dimensionale indotta in fase di produzione.

Pei i suddetti motivi è corretto limitare nell'elemento termoisolante le variazioni dimensionali dovute alla sommatoria dei piccoli spostamenti che ogni pannello può subire, vincolandolo/stabilizzandolo al supporto/piano di posa primario, mediante incollaggio e/o fissaggio meccanico dello stesso, in modo che vengano distribuite uniformemente e contemporaneamente ridotte le tensioni che si trasmettono al superiore elemento di tenuta, realizzato con membrane in bitume polimero.

Al contempo è necessario vincolare/stabilizzare al supporto/piano di posa primario, mediante incollaggio a fiamma e/o fissaggio meccanico, anche le membrane in bitume polimero che costituiscono l'elemento di tenuta, per evitare/ridurre al minimo, le loro variazioni dimensionali longitudinali (opposte a quelle dell'elemento termoisolante) che potrebbero essere generate dalla memoria dimensionale dell'armatura. È anche importante scegliere il corretto strato separatore, per evitare altri problemi di carattere funzionale e pratico e a questo proposito il Codice di Pratica I.G.L.A.E. (che è stato redatto dall'autore del presente articolo) indica, per sistemi di copertura, realizzati con membrane in bitume polimero, alcune semplici regole, che rispettano una logica di comportamento del sistema impermeabile. Di seguito si vedranno, nel dettaglio, le soluzioni indicate a seconda della tipologia di protezione adottata sulla copertura, ma per semplicità si precisano alcune regole base:

- A contatto diretto con le membrane in bitume polimero occorre evitare sempre di posare strati separatori/protettivi in NT sintetico, poiché operando, questi prodotti, anche da strato filtrante, potrebbero trattenere pulviscolo atmosferico e sostanze chimiche trasportate, in copertura, da pioggia o vento, che potrebbero danneggiare, per incompatibilità chimica, lo strato impermeabile e/o favorire la germinazione di piante infestanti.
- A contatto diretto con le membrane in bitume polimero si possono posare cartonfeltri bitumati sabbati (300-5000 g/m²) o cartonfeltri o veli vetro bitumati sabbati (1000-1500 g/m²), oppure i film in LDPE (polietilene a bassa densità, con spessore 10-20-30-40/100 di mm), sempre posati, secondo necessità, in singolo o doppio strato (a sovrapposizioni ovviamente sfalsate tra i due strati sovrapposti). Per quanto riguarda gli strati separatori in LDPE è consigliabile utilizzare film micro o macro forati (vedere corretto utilizzo negli esempi più avanti riportati), in modo da permettere all'acqua presente sulla copertura di dilavare direttamente la superficie delle membrane in bitume polimero, asportando eventuali residui oleosi o di altri prodotti chimici aggressivi, che con il tempo possono intaccare la membrana bituminosa. Questi strati separatori, se correttamente posati, hanno la funzione di separare la superficie esterna dell'elemento di tenuta dal contatto diretto delle protezioni pesanti, poste superiormente, evitando, specialmente in caso di presenza di pavimentazione cementizia, tensioni per attrito superficiale, indotte dalle variazioni dimensionali (dilatazione termica lineare) delle pavimentazioni stesse durante i cicli stagionali.

In caso di sistemi di copertura che prevedano finiture a giardino, è meglio utilizzare un doppio strato di film in LDPE (20-30/100 di mm, non micro o macro forato), che assume una funzione di strato "antiradice di carattere meccanico" che si somma all'azione "antiradice di carattere chimico" del 2° strato dell'elemento di tenuta che deve essere assolutamente con "mescola antiradice".

- Gli strati separatori inseriti tra i pannelli termoisolanti in polistirene espanso estruso, posati a "tetto rovescio" e il superiore zavorramento/protezione pesante mobile o fissa deve sempre permettere sia il passaggio in ingresso dell'acqua piovana, che il passaggio in uscita del vapore acqueo, onde evitare che l'acqua penetrata nello spessore della stratigrafia interessata dallo strato termoisolante, possa permanere per lungo tempo, a questo livello, senza possibilità di evaporare, compromettendo così il sistema di copertura sotto l'aspetto della sua funzionalità termoigrometrica.

A questo proposito si ricorda che il polistirene espanso estruso è davvero impermeabile alla penetrazione di acqua quando è in forma liquida, ma è piuttosto permeabile invece alla penetrazione di acqua quando è in forma di vapore; Acqua, quest'ultima, che poi potrebbe tornare liquida, per condensazione direttamente all'interno delle cellule di polistirene, con riduzione della capacità termoisolante del prodotto.

Bisognerà quindi evitare di utilizzare, come separatore, al suo estradosso, un film di LDPE che fungerebbe, anche se posato con semplice sormonta, come "schermo vapore contrario", ma è invece corretto, in questo caso, utilizzare uno strato di NT sintetico imputrescibile, meglio se termocoeso, a bassa media grammatura (150-200 g/m²).

Questo strato ha la funzione, nel caso di protezione pesante fissa, di evitare la penetrazione, negli elementi e strati sottostanti, della boiaccia di cemento, durante la fase di getto della cappa di sottofondo o di pavimentazione e nel caso di protezione pesante mobile (ghiaia, autobloccanti, cubetti di porfido, ecc.) di filtrare, trattenendolo, terriccio e/o inerti molto fini. Sulle coperture, con pavimentazione pesante fissa (con elemento di tenuta in membrane in bitume polimero, ma anche con qualsiasi altra tipologia di membrana impermeabile), bisogna sempre prevedere, al piede dei risvolti verticali impermeabili, lungo i perimetri interni ed esterni della copertura e dei corpi emergenti, una banda costituita da un elemento comprimibile, in polietilene espanso a cellule chiuse, a

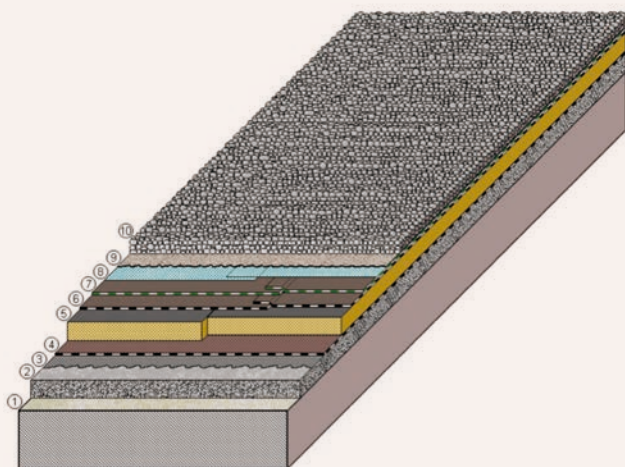


Antonio Broccolino

**NEL PROSSIMO
NUMERO
LA COMPARTIMENTAZIONE
DELLE COPERTURE
IMPERMEABILIZZATE**

STRATI SEPARATORI E FILTRANTI

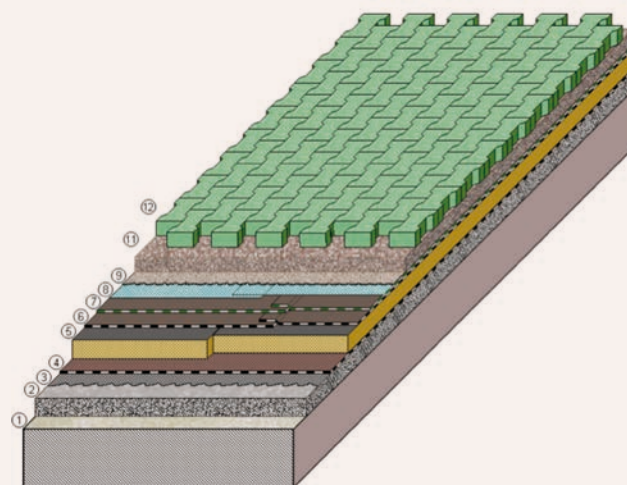
Lo strato separatore/protettivo, posizionato tra l'elemento di tenuta e uno strato di zavorramento/protezione pesante mobile (ghiaia tonda lavata, strato di allettamento in sabbione o ghiaino o altro materiale granulare), deve essere costituito da uno strato di LDPE, spessore 10-20-30/100 di mm + uno strato filtrante in NT sintetico imputrescibile, termocoeso, del peso di 200-300 g/m². Lo strato di polietilene funge da strato separatore e se non microforato anche da antiradice, mentre lo strato di NT sintetico tratta il terriccio o altri depositi quasi sempre presenti nella ghiaia o trasportati dal vento. Per lo zavorramento in ghiaia si devono usare, come 2° strato impermeabile dell'elemento di tenuta, membrane in B/P, a mescola "antiradice", perché se non viene effettuata una costante verifica e pulizia della copertura è facile che con il tempo, possano germogliare piante infestanti, con possibilità di penetrazione di radici all'interno della mescola bituminosa.



Legenda

1. supporto strutturale monolitico cementizio
2. massetto delle pendenze
3. strato d'imprimatura
4. strato Schermo/Barriera al vapore in membrana in bitume polimero
5. elemento termoisolante in pannelli incollati o fissati meccanicamente, compatibili con l'incollaggio a fiamma diretto dell'elemento di tenuta sulla faccia superiore
6. 1° strato dell'elemento di tenuta orizzontale in membrane in bitume polimero
7. 2° strato dell'elemento di tenuta orizzontale in membrane in bitume polimero con mescola antiradice

Lo strato separatore/protettivo posizionato tra l'elemento di tenuta ed uno di protezione pesante mobile, costituita da una pavimentazione in elementi modulari pesanti allettati, su strato di sabbione lavato e vagliato o ghiaino lavato a pezzatura deve essere costituito da uno strato di LDPE (polietilene a bassa densità), spessore 10-20-30/100 di mm + uno strato filtrante in NT sintetico imputrescibile, termocoeso, del peso di 200-300 g/m². Anche in questo caso è assolutamente consigliabile usare, come 2° strato impermeabile dell'elemento di tenuta, membrane in bitume polimero, a mescola "antiradice".

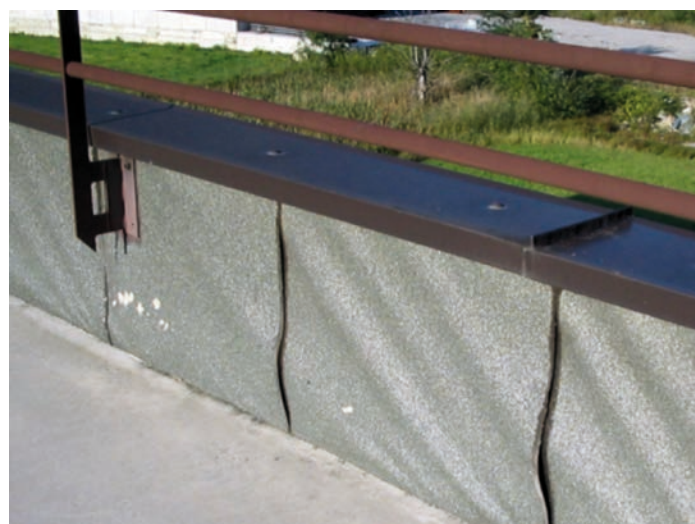


8. strato separatore in film di LDPE, spessore 20-30/10 di mm
9. strato filtrante in NT sintetico imputrescibile, termocoeso, peso 200-300 g/m²
10. strato di protezione pesante mobile/zavorramento, in ghiaia tonda lavata di fiume, pezzatura 15-30 mm, stesa sciolta nello spessore minimo di 40 mm.
11. strato di allettamento in ghiaia in sabbione lavato e vagliato o ghiaino lavato a pezzatura, stesa sciolta nello spessore minimo di 40 mm.
12. protezione pesante mobile in elementi pesanti (cementizi o in pietra naturale) modulari, allettati sullo strato precedente

media densità (resistenza a compressione compresa tra 30 e 40 kPa) (materiale vivamente consigliato, facilmente reperibile in commercio, utilizzato soprattutto per l'isolamento termico d'impiantistica), avente spessore idoneo (vedere la formula di calcolo allegata) ad assorbire, in modo elastico, le variazioni dimensionali orizzontali, dovute alle dilatazioni termiche lineari della protezione/pavimentazione presente sulla copertura.

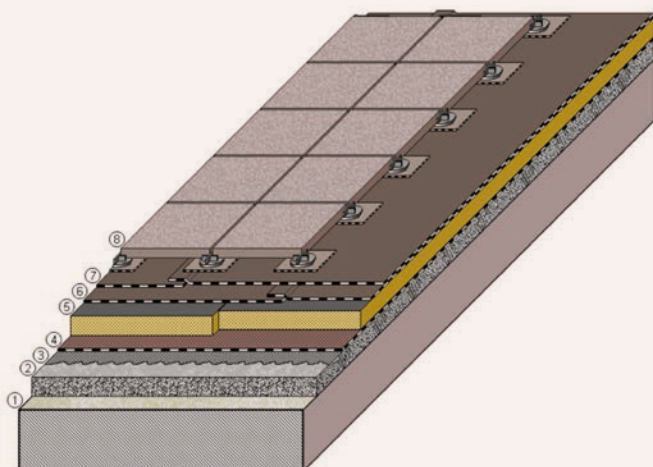
Essendo il polietilene espanso poco resistente all'esposizione solare, si consiglia vivamente, di proteggerlo nella sezione di spessore superiore visibile (tagliata a filo pavimento) con uno strato di sigillante o con uno zoccolo in lamiera, fissata sul risvolto verticale o con altro metodo idoneo.

Un elemento termoisolante molto rigido e resistente a compressione (es. polistirene espanso estruso), non andrebbe bene per l'uso precedentemente indicato, perché non assorbirebbe in modo corretto ed elastico le pressioni orizzontali della pavimentazione, ma

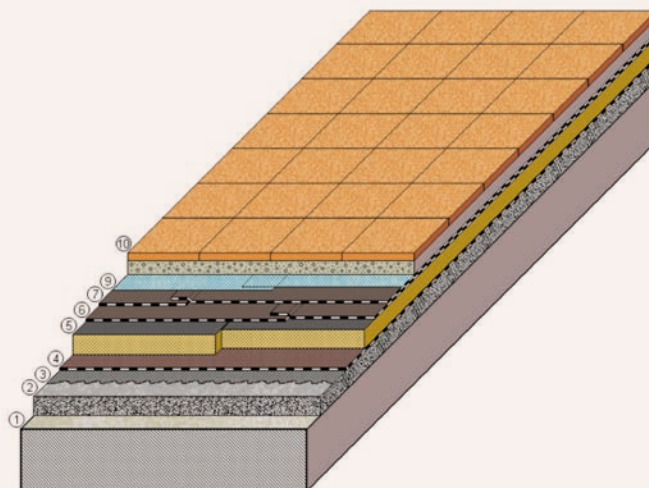


Risvolto impermeabile aperto sulle sormonte, per azione meccanica causata dalla mancanza d'inserimento al piede, nello spessore della pavimentazione, di elemento separatore e comprimibile.

Lo strato separatore/protettivo posizionato tra l'elemento di tenuta e uno di protezione pesante mobile galleggiante, realizzata in quadrotti cementizi prefabbricati deve essere costituito da fazzoletti (circa 20x20 cm) di membrana in bitume polimero, posizionati sotto ogni supporto in strati di diverso spessore e/o in più strati sovrapposti per creare eventuali spessoramenti di livellamento.



Lo strato separatore/protettivo posizionato tra l'elemento di tenuta e uno di protezione pesante fissa (pavimentazione tradizionale, di tipo industriale, ecc.) deve essere costituito da uno o due strati di LDPE (polietilene a bassa densità) microforato, spessore 10-20/100 di mm oppure uno strato di cartone bitumato cilindrato o sabbiato del peso di 1000-1200 g/m².



Legenda

1. supporto strutturale monolitico cementizio
2. massetto delle pendenze
3. strato d'imprimatura
4. strato Schermo/Barriera al vapore in membrana in bitume polimero
5. elemento termoisolante in pannelli incollati o fissati meccanicamente, compatibili con l'incollaggio a fiamma diretto dell'elemento di tenuta sulla faccia superiore
6. 1° strato dell'elemento di tenuta orizzontale membrane in bitume polimero
7. 2° strato dell'elemento di tenuta orizzontale membrane in bitume polimero con miscela anti-radice

8. protezione pesante mobile in quadrotti prefabbricati cementizi posati su sostegni di materiale plastico, regolabili o meno, previo posizionamento di fazzoletti 20x20 cm di membrana in bitume polimero, aventi funzione di elementi separatori e protettivi e correttivi di spessoramenti per planarità
9. Singolo o doppio strato separatore in film di LDPE microforato, spessore 10-20/10 di mm oppure uno strato di cartone bitumato cilindrato o sabbiato del peso di 1000-1200 g/m².
10. protezione pesante fissa in piastrelle allettate su malta o incollate su cappa cementizia, o massetto cementizio armato di tipo industriale o altre soluzioni.

le trasmetterebbe direttamente al piede del risvolto impermeabile. Queste azioni meccaniche di pressione che agiscono alla base dei risvolti impermeabili, se non adeguatamente assorbite, dalla comprimibilità dell'elemento, possono creare lacerazioni, sulla linea di cambio di direzione e anche ondulazioni sulla superficie impermeabile verticale, con conseguente apertura delle sormonte dei teli, sotto azione di forza a "peeling". La capacità di comprimersi dell'elemento deve

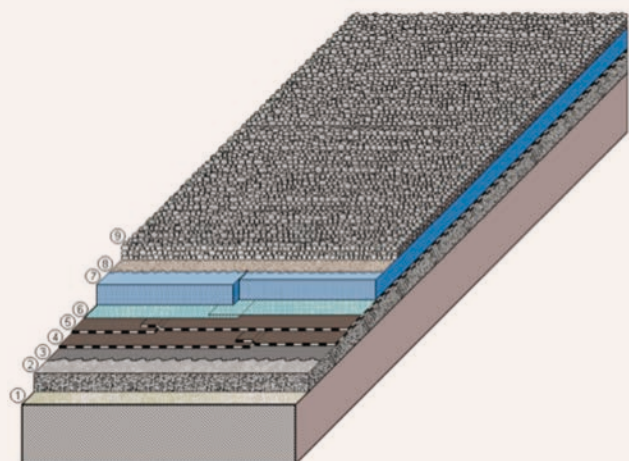
Una soluzione alternativa davvero valida all'elemento comprimibile, posizionato al piede del risvolto verticale, è quella di mantenere distaccata la pavimentazione monolitica dal contenimento perimetrale, creando una sorta di canale, largo 20-40 cm, riempito di ghiaietto tondo lavato di fiume (previo posizionamento di strato protettivo/drenante in materassino geocomposito spessore 6-10 mm); In questo modo oltre a distaccare fisicamente la pavimentazione dal risvolto, impedendo la compressione laterale sui risvolti impermeabili, si crea un canale drenante perimetrale che favorirà il deflusso delle acque meteoriche.



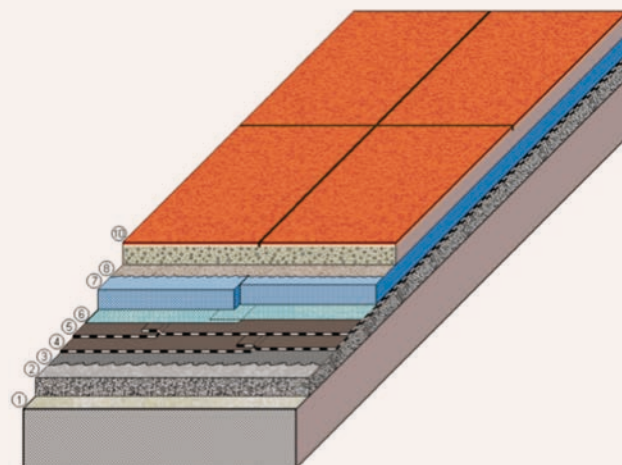
LO STRATO SEPARATORE NEL TETTO ROVESCIO

Lo strato separatore posizionato tra l'elemento di tenuta ed uno strato in termoisolante, in polistirene espanso estruso, posato a "tetto rovescio" dovrà essere costituito da un film di LDPE (polietilene a bassa densità), microforato o macroforato, spessore 10-20/100 di mm oppure uno strato di cartone bitumato cilindrato o sabbciato del peso di 1000-1200 g/m². Lo strato separatore tra l'elemento termoisolante ed una protezione pesante mobile o fissa dovrà essere in NT sintetico impetrescibile termocoeso del peso di g 200-300/m². Solo nel caso di protezione pesante fissa potrà essere posato sullo strato di NT anche un film di LDPE microforato o macroforato, spessore 10-20/100 di mm.

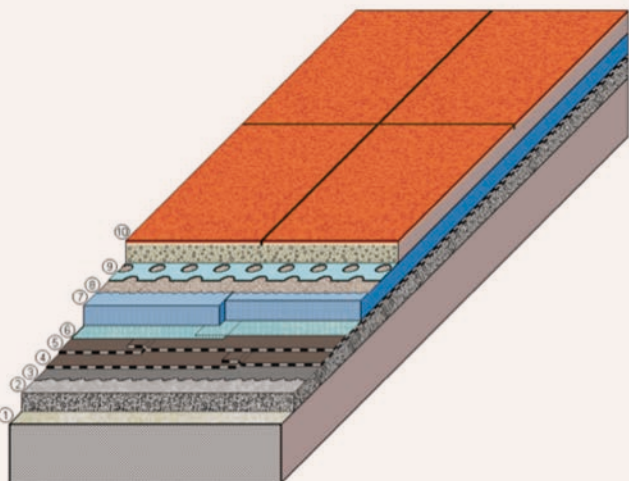
Copertura con isolamento a tetto rovescio, soluzione con protezione pesante mobile/zavorramento realizzata in ghiaia tonda lavata di fiume.



Copertura con isolamento a tetto rovescio, soluzione con strato separatore tra pannelli e protezione pesante fissa realizzata in NT sintetico + film di polietilene "macroforato"



Copertura con isolamento a tetto rovescio, soluzione con strato separatore tra pannelli e protezione pesante fissa realizzata in NT sintetico



Legenda

1. supporto strutturale monolitico, non alleggerito
2. massetto delle pendenze cementizio, non alleggerito
3. strato d'imprimatura
4. 1° strato dell'elemento di tenuta in membrane in bitume polimero
5. 2° strato dell'elemento di tenuta in membrane in bitume polimero
6. strato separatore in film di LDPE (polietilene a bassa densità), "microforato o macroforato" o cartone bitumato cilindrato o sabbciato
7. elemento termoisolante in pannelli di polistirene espanso estruso (a cellule chiuse e con rivestimento delle facce inferiore e superiore, con pelle di polistirene)
8. strato separatore in NT sintetico "termocoeso" del peso di 150-200 g/m²
9. eventuale strato separatore e di scorrimento in film di LDPE (polietilene a bassa densità), "macroforato"
10. zavorramento/protezione pesante fissa (pavimentazione)

essere pari ad almeno la metà del suo spessore e deve essere inserito in aderenza al risvolto verticale a partire dalla superficie orizzontale/inclinata dell'elemento di tenuta, per un'altezza pari alla sommatoria di tutti gli spessori degli strati posati sull'elemento di tenuta (pavimentazione, cappe protettive, strati termoisolanti in polistirene espanso estruso, ecc.).

Il suo spessore deve essere sempre \geq a 10 mm e comunque varierà con intervalli a crescere di mm, in funzione della dimensione della copertura e del colore/rifrazione della protezione pesante fissa posata

sull'elemento di tenuta (maggiore spessore con protezioni di colore scuro). La banda comprimibile deve essere incollata sulla sezione verticale dell'elemento di tenuta ed a questo proposito si consiglia di utilizzare strisce pre-tagliate o tagliate manualmente da fogli in polietilene espanso a cellule chiuse autoadesive su una faccia. L'elemento comprimibile deve essere elastico e riacquistare la sua forma e spessore quando, durante i mesi invernali, la pavimentazione si ritrarre. Gli elementi separatori-protettivi-filtranti posati tra l'elemento di tenuta e la protezione pesante fissa, devono essere posizionati solo dopo

LO SPESSORE MINIMO DELL'ELEMENTO COMPRIMIBILE

$$s=L \times 0,00001 \times \Delta t \times 1,3 \times 1000$$

Dove

- **s** è l'incognita equivalente allo spessore dell'elemento comprimibile che dovrà essere posizionata alla base del risvolto verticale. Il valore di **s**, indipendentemente da quanto dovesse risultare dal calcolo non potrà mai essere inferiore a 10 mm e l'incremento dovrà essere sempre di 5 mm.
- **L** è, secondo i casi, la larghezza o la lunghezza, espressa in m, della copertura.

Nel caso di presenza, di un "giunto piatto" (quindi non rilevato) trasversale alla copertura, esso verrà considerato, per la determinazione del valore di **L**, come se fosse a tutti gli effetti un lato della copertura.

- **0,00001** è il coefficiente di dilatazione termica lineare del Calcestruzzo.
- **1,3** è un coefficiente di sicurezza.
- **1000** è un numero moltiplicatore per la trasformazione in mm dei valori espressi in m.
- **Δt** è la variazione termica massima, espressa in °C, della temperatura superficiale degli elementi prefabbricati in Cls. Armato, tra estate ed inverno

Valore minimo da considerare:

- 60 °C per coperture con protezione pesante fissa di colore bianco o tendente al bianco
- 70 °C per coperture con protezione pesante fissa di colore grigio chiaro o medio o altri colori chiari
- 80 °C per coperture con protezione pesante fissa di colore grigio scuro o altri colori scuri

Facciamo due conti

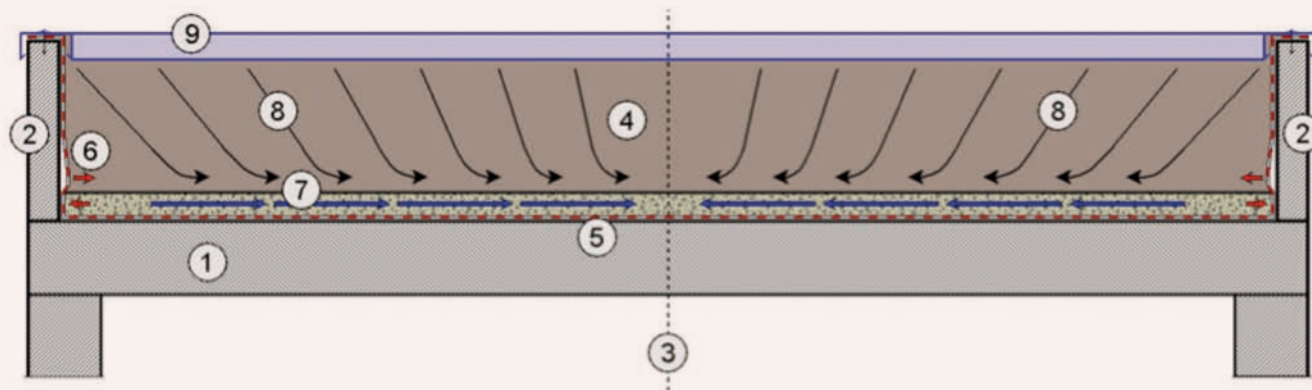
Ipoteizzando una copertura, con finitura in colore grigio chiaro, con una dimensione del lato maggiore pari a 40 m, si avrà $s = 40$ mm
Infatti: $40 \times 0,00001 \times 70 \times 1,3 \times 1000 = 36$, per cui dovrà essere utilizzata lo spessore minimo = 40 mm.

Ipoteizzando una copertura, con finitura in colore scuro, con una dimensione del lato maggiore pari a 30 m, si avrà $s = 35$ mm
Infatti: $30 \times 0,00001 \times 80 \times 1,3 \times 1000 = 31$, per cui dovrà essere utilizzata lo spessore minimo = 35 mm.

Note

Lo spessore dell'elemento comprimibile è ovviamente ed intimamente legato alle variazioni dimensionali orizzontali della protezione pesante fissa, quindi teoricamente il valore risultante dovrebbe essere diviso per 2, perché i lati interessati sono i due frontali e paralleli. L'elemento comprimibile deve mantenere però, anche quando soggetto alla massima pressione, uno spessore almeno pari alla metà di quello inizialmente considerato, pertanto la divisione per 2 non può essere considerata. Ovviamente la lunghezza e la larghezza di una copertura potranno avere diverse misure e anche i valori di **s** potranno risultare differenti nei due sensi della copertura. Questo ovviamente sarà possibile anche in fase esecutiva, sempre considerando comunque i minimali di spessore (10 mm) e d'incremento precedentemente indicati (5 mm). Se si dovesse usare, per semplicità di posa, su tutti i perimetri della copertura uno spessore unico di elemento comprimibile, questo dovrà avere il valore (massimo) riscontrato sul lato maggiore della copertura.

IL COMPORTAMENTO DEI RISVOLTI VERTICALI IN ASSENZA DELL'ELEMENTO SEPARATORE COMPRIMIBILE



Legenda

1. supporto strutturale cementizio monolitico
2. parapetto/risvolto verticale
3. mezzeria/centro della copertura dalla quale partono, le tensioni causate dalla dilatazione termiche lineari della pavimentazione cementizia
4. impermeabilizzazione del risvolto verticale
5. strato impermeabile orizzontale
6. rigonfiamento al piede del risvolto impermeabile, immediatamente sopra la pavimentazione, per schiacciamento causato dalla pressione orizzontale della variazione dimensionale della pavimentazione
7. protezione pesante fissa (pavimentazione cementizia monolitica, cappa + piastrelle, ecc.), che, nelle stagioni calde, si dilata in tutte le direzioni, partendo dal centro, premendo contro i perimetri al piede dei risvolti verticali impermeabili
8. l'azione di attrito della pavimentazione, avviene nel suo spessore sia d'estate che d'inverno, al piede del risvolto e non sulla parte superiore, quindi la membrana del risvolto subisce una trazione, solo nella parte inferiore, dal punto più distante dal centro, che si riduce via via che ci si avvicina alla mezzeria. Questa azione, che durante i mesi invernali è di ritiro (dall'esterno verso l'interno), determina la creazione di ondulazioni ad andamento diagonale direzionate dall'alto verso il basso e dall'esterno verso il centro. L'angolo d'incidenza delle ondulazioni, con la linea orizzontale della pavimentazione si riduce sempre di più dall'esterno verso il centro, dove non appaiono più ondulazioni. Ovviamente con l'estate le azioni di pressione ed attrito contrarie non sono in grado di appiattire e risistemare le ondulazioni, pertanto queste si accrescono sempre più, di dimensione, ad ogni ciclo stagionale. Per effetto "peeling" le ondulazioni si aprono in corrispondenza delle giunzioni, causando infiltrazioni
9. cappello di coronamento perimetrale

l'incollaggio dell'elemento comprimibile, in modo che questo venga anch'esso protetto e separato dallo spessore della pavimentazione, riducendo ulteriormente gli attriti che possono essere trasmessi dalla pavimentazione nel suo spessore a contatto. Concludendo: sicuramente come si è potuto intuire da tutte le variabili progettuali, indicate in questo e nei precedenti articoli, la progettazione e la realizzazione di un sistema di copertura non può essere intesa come una



La ghiaia è stata rimossa, ma le piante sono restate.



Deformazione dell'impermeabilizzazione del risvolto verticale e lacerazione della membrana alla quota della pavimentazione, causate da mancanza di elemento comprimibile perimetrale

"scienza esatta", condivisa da tutti. Quando però si comprendono correttamente i comportamenti e le interrelazioni dei vari materiali e/o prodotti, che compongono i singoli elementi o strati, la progettazione e la realizzazione di un sistema di copertura può sicuramente intendersi, se non come "esatta" almeno come una "scienza logica", in quanto, la sequenza e la direzione di posa dei vari componenti, seguono una "logica" talmente semplice e chiara che non può che essere univocamente condivisa, almeno dagli specialisti di settore.