

# Acqua sotto il manto

***E' QUELLA CHE NON DOVREBBE MAI ESSERE PRESENTE ALL'INTRADOSSO DELL'ELEMENTO DI TENUTA IN UN SISTEMA DI COPERTURA CONTINUA. MA CHE INVECE SPESSO SI RITROVA A CAUSA DI CAPITOLATI ERRATI E APPROSSIMATIVI. NELL'ARTICOLO LE SITUAZIONI PIÙ CRITICHE E LE POSSIBILI SOLUZIONI CON SCHEMI, DISEGNI E DETTAGLI.***

**Q**uesto articolo avrebbe dovuto essere scritto e pubblicato solo alla fine degli articoli della serie "errori ed orrori di progettazione ed esecuzione dei particolari esecutivi, nelle opere d'impermeabilizzazione", ma poiché il numero di questi articoli, ancora da scrivere e pubblicare, è notevole e soprattutto poiché durante l'attività lavorativa dello Scrittore (consulente di Società d'Ispe-

zione a fini assicurativi), appaiono, sempre con più ricorrenza, capitolati di sistemi di copertura, molto discutibili dal punto di vista tecnico e funzionale, si è ritenuto importante anticipare alcune riflessioni a riguardo. La logica di progettazione di un sistema di copertura continua, dovrebbe assicurare l'assoluta tenuta stagna, all'acqua, del suo strato impermeabile (elemento di tenuta, nella terminologia UNI) e non può quindi accettare che vi sia, dopo il



suo completamento, anche una pur minima possibilità di raccolta e soprattutto permanenza d'acqua, all'intradosso dell'elemento di tenuta, all'interno del sistema di copertura stesso. Purtroppo invece, talvolta vengono proposte soluzioni progettuali che potrebbero causare suddetto grave inconveniente quali ad esempio quelle che prevedono, sulle coperture, la posa del massetto delle pendenze all'estradosso dei pannelli termoisolanti e/o di impermeabilizzazioni provvisorie o quelle che prevedono la posa della stratigrafia impermeabile su un vespaio non correttamente areato o su un massetto di pendenza alleggerito con inerte parzialmente sciolto, quindi drenante e ricco di vuoti, ecc. Cercheremo, qui di seguito di analizzare, nel modo più obiettivo e logico possibile, alcune delle situazioni progettuali critiche più ricorrenti e le possibili soluzioni.

## **Massetto di pendenza posato su elemento termoisolante e/o impermeabilizzazione provvisoria**

Il Codice di Pratica delle coperture continue I.G.L.A.E., per ogni diversa tipologia di copertura, prevede una sequenza di elementi o strati "primari" ben definita (indicata successivamente, per logica temporale di posa, dal basso verso l'alto<sup>1</sup> (vedere schemi di stratigrafia riportati nel presente articolo). Come si può notare, dagli schemi riportati, per le tipologie di copertura "non termo isolata" o termo isolata a "tetto rovescio" vi è una sequenza di posa logica e temporale nella successione, degli strati "massetto delle pendenze" ed "elemento di tenuta", mentre per le tipologie di copertura termo isolata a "tetto caldo" o termo isolata a "tetto sandwich", vi è una sequenza di posa logica, temporale, degli strati "massetto delle pendenze" e barriera/schermo al vapore e poi, anche in una seconda fase, elemento termoisolante ed elemento di tenuta. Tutti gli elementi o strati, infatti, devono essere assolutamente posati, in condizioni perfettamente asciutte; quindi l'elemento di tenuta o l'impermeabilizzazione provvisoria devono essere applicati su un massetto di pendenza asciutto e l'isolante termico su una barriera/schermo vapore sempre asciutto e sui pannelli termoisolanti deve seguire l'immediata posa dell'elemento di tenuta (almeno per quanto riguarda il 1° strato, in caso di impermeabilizzazione prevista in più strati), per evitare che durante la fase di applicazione o durante la notte, l'umidità ambientale o peggio l'eventuale acqua meteorica, possa penetrare nella stratigrafia, imbibendola e compromettendone la futura funzionalità. Succede invece, per problemi gestionali di cantiere (anche perché purtroppo il progetto delle pendenze si fa spesso ben dopo la posa del solaio di copertura), che sul solaio, ancora totalmente orizzontale e grezzo, per evitare gocciolamenti ai piani sottostanti, durante altre lavorazioni, venga applicata, "un'impermeabilizzazione provvisoria" (normalmente membrana prefabbricata in bitume polimero, incollata a fiamma). Questo strato, nel caso del sistema di copertura a tetto caldo

dovrebbe, successivamente, fungere da "strato barriera/schermo al vapore" e dopo la sua applicazione, si sospende, la posa degli elementi o strati successivi, utilizzando il piano di copertura quale superficie di stoccaggio di materiali di cantiere.

Solo molto più avanti e spesso quasi alla fine dei lavori di cantiere, quando l'impermeabilizzazione provvisoria è probabilmente già totalmente martoriata a causa della movimentazione dei materiali, che sono stati depositati sulla copertura, si prevede la posa degli elementi e strati successivi: massetto delle pendenze, eventuale strato termoisolante (costituito normalmente da pannelli) posati a secco e finalmente lo strato impermeabile. La conseguenza di questa sequenza temporale di lavorazione è che sulla superficie della membrana costituente l'impermeabilizzazione provvisoria e nello spessore dell'isolamento termico, tra gli accostamenti dei vari pannelli, si depositerà ed accumulerà l'acqua di getto del massetto delle pendenze, nonché, in quantità molto maggiore, l'acqua meteorica caduta durante i tempi di maturazione del massetto stesso, prima della posa dello strato impermeabile definitivo. A volte viene utilizzato, come strato di pendenza, direttamente sull'impermeabilizzazione provvisoria o sullo strato termoisolante, addirittura un massetto in C.I. alleggerito, a bassa densità, che con la sua naturale "igroscopicità" aumenterà la quantità d'acqua ritenuta nella stratigrafia impermeabile, posta all'intradosso dell'elemento di tenuta. Altre volte (purtroppo succede più di quanto logicamente si potrebbe prevedere) il materiale termoisolante utilizzato non è polistirene espanso estruso (che come è noto è quasi impermeabile alla penetrazione dell'acqua in forma liquida), ma costituito da altri materiali isolanti che tendono ad assorbire e trattenere l'acqua di getto e/o meteorica, con ulteriori problematiche riguardanti anche la "funzionalità termoigrometrica" del sistema di copertura.

Succede inoltre che tra lo strato termoisolante e il getto del massetto delle pendenze, anziché posizionare uno strato separatore che sia permeabile sia all'acqua, sia al vapore acqueo (il Codice di Pratica suggerisce un NT sintetico termocoeso a bassa grammatura, ma potrebbe andare bene anche un velo vetro rinforzato ad alta grammatura), viene posato un film di polietilene, che, come è noto, è un ottimo "schermo al vapore". In tal modo, anche quando il massetto dovesse rimanere esposto all'aria e al sole, prima della posa dell'elemento di tenuta, l'acqua di getto e meteorica, presente nella stratigrafia, non potrà più uscire per evaporazione e verrà mantenuto, all'intradosso del massetto un ambiente altamente umido. Vi sono, inoltre, situazioni strane, dove invece si opera, con la posa della stratigrafia impermeabile, in sequenza temporale continua, già dal solaio orizzontale grezzo, applicando, immediatamente al suo estradosso uno schermo vapore, in film di polietilene a bassa densità, che

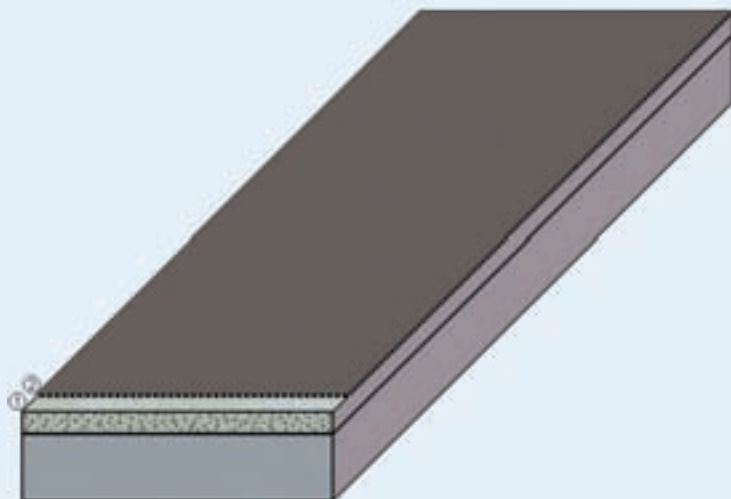


## **NEL PROSSIMO NUMERO**

### **Vespai e massetti alleggeriti**

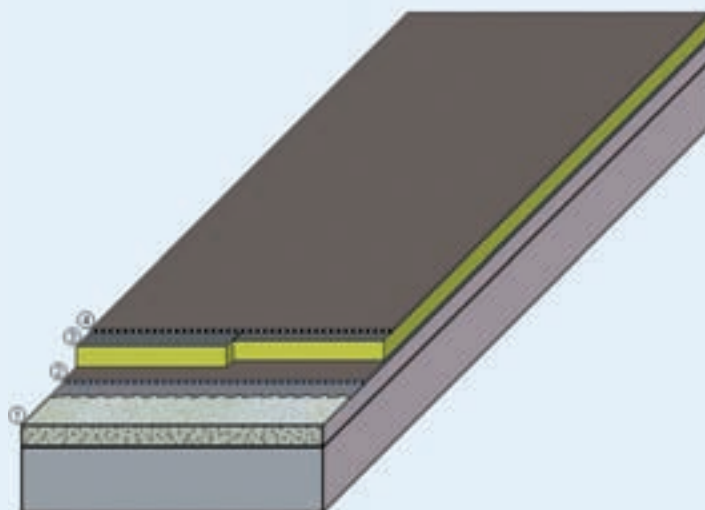
*1 Nota: gli elementi secondari, quali strati separatori, protettivi, ecc., che sono intimamente legati alla tipologia di membrana impermeabile utilizzata, saranno riportati in legenda secondo quanto indicato nel Codice di Pratica (cap. 5, paragrafo 3.5.)*

### Copertura "non termoisolata"



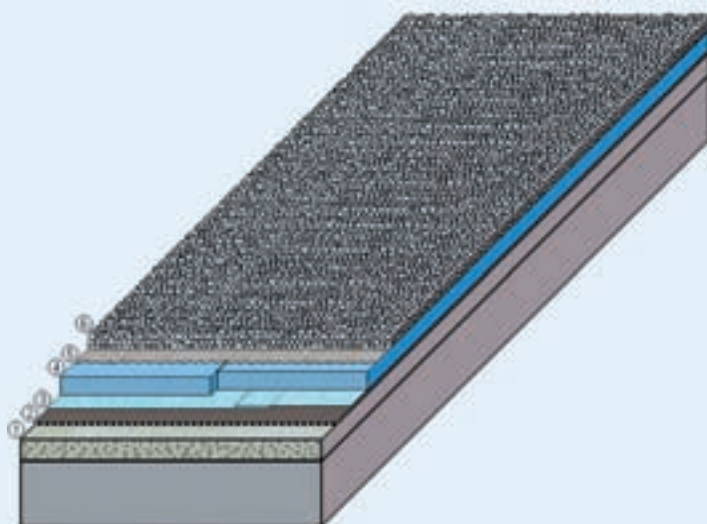
1. supporto di base (supporto strutturale o meno, già realizzato inclinato o su cui è stato posato un massetto delle pendenze cementizio)
2. protezione del sistema di copertura (nessuna protezione o protezione apportata, leggera, pesante mobile o pesante fissa)

### Copertura termoisolata a "tetto caldo"



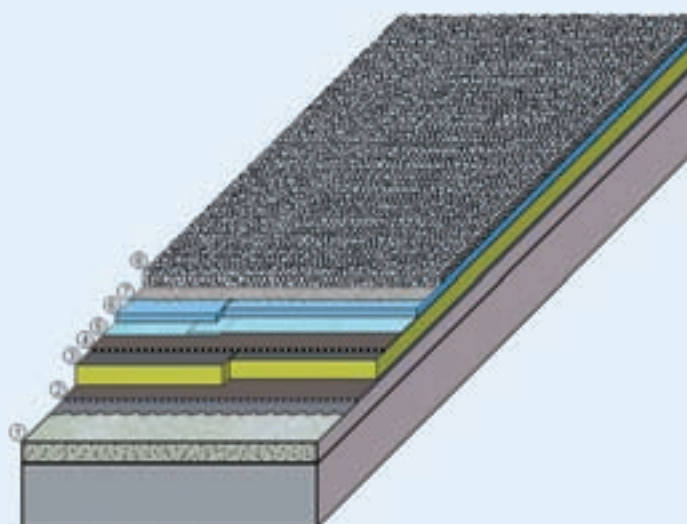
1. supporto di base (già realizzato inclinato o su cui è stato posato un massetto delle pendenze cementizio)
2. strato barriera o schermo al vapore e/o impermeabilizzazione provvisoria (eventuale)
3. elemento termoisolante
4. elemento di tenuta (impermeabilizzazione realizzata, in varie tipologie di membrana, in singolo o doppio strato)
5. protezione del sistema di copertura (nessuna protezione o protezione apportata, leggera, pesante mobile o pesante fissa)

### Copertura termoisolata a "tetto rovescio"



1. supporto di base (già realizzato inclinato o su cui è stato posato un massetto delle pendenze cementizio)
2. elemento di tenuta (impermeabilizzazione realizzata, in varie tipologie di membrana, in singolo o doppio strato)
3. strato separatore (consigliato film di LDPE microforato sp. 10-20/100 di mm)
4. elemento termoisolante (normalmente polistirene espanso estruso, a cellule totalmente chiuse)
5. strato separatore e filtrante (consigliato NT sintetico termocoeso, a bassa grammatura)
6. protezione-zavorramento del sistema di copertura (protezione sempre pesante mobile o fissa)

### Copertura termoisolata a "tetto sandwich"

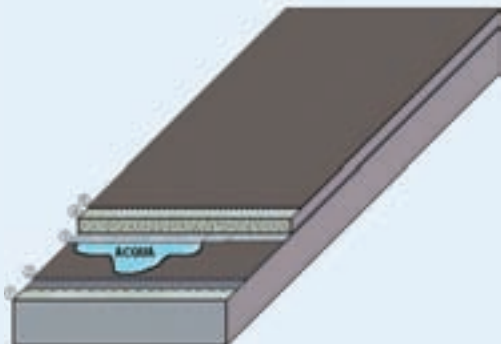


1. supporto di base (già realizzato inclinato o su cui è stato posato un massetto delle pendenze cementizio)
2. strato barriera o schermo al vapore e/o impermeabilizzazione provvisoria (eventuale)
3. 1° livello dell'elemento termoisolante, posato a "tetto caldo"
4. elemento di tenuta (impermeabilizzazione realizzata, in varie tipologie di membrana, in singolo o doppio strato)
5. strato separatore (consigliato film di LDPE microforato sp. 10-20/100 di mm)
6. 2° livello dell'elemento termoisolante, posato a "tetto rovescio" (normalmente polistirene espanso estruso, a cellule totalmente chiuse)
7. strato separatore e filtrante (consigliato NT sintetico termocoeso, a bassa grammatura)
8. protezione-zavorramento del sistema di copertura (protezione sempre pesante mobile o fissa)



### Copertura "non termoisolata"

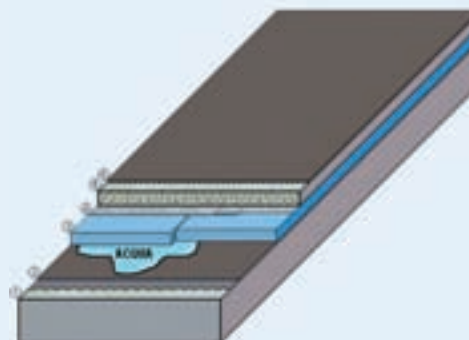
Massetto delle pendenze posato su un'impermeabilizzazione provvisoria



1. supporto di base (solaio) orizzontale
2. impermeabilizzazione provvisoria (in membrana in bitume polimero posata in totale aderenza previa eventuale preparazione del piano di posa con imprimitura bituminosa)
3. strato separatore (quando presente)
4. massetto delle pendenze (varie tipologie alleggerite o meno)
5. elemento di tenuta (impermeabilizzazione realizzata, in varie tipologie di membrana, in singolo o doppio strato)

### Copertura termoisolata a "tetto caldo"

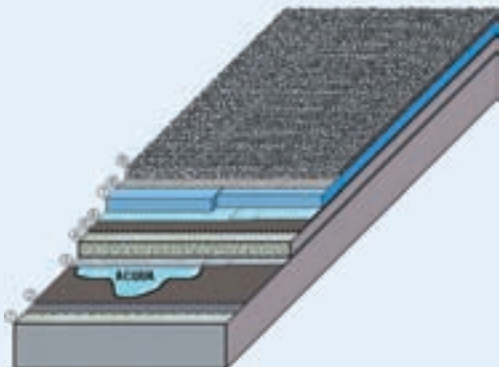
Massetto delle pendenze posato su un'impermeabilizzazione provvisoria



1. supporto di base (solaio) orizzontale
2. impermeabilizzazione provvisoria (in membrana in bitume polimero posata in totale aderenza previa eventuale preparazione del piano di posa con imprimitura bituminosa)
3. elemento termoisolante
4. strato separatore (quando presente)
5. massetto delle pendenze (varie tipologie alleggerite o meno)
6. elemento di tenuta (impermeabilizzazione realizzata, in varie tipologie di membrana, in singolo o doppio strato)

### Copertura termoisolata a "tetto rovescio"

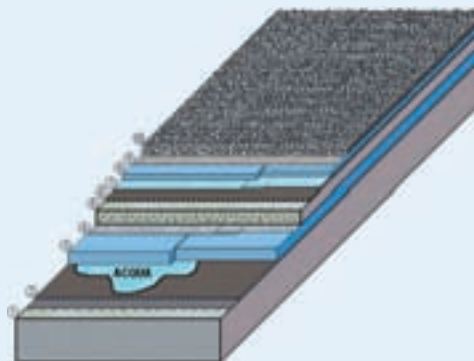
Massetto delle pendenze posato su un'impermeabilizzazione provvisoria



1. supporto di base (solaio) orizzontale
2. impermeabilizzazione provvisoria (in membrana in bitume polimero posata in totale aderenza previa eventuale preparazione del piano di posa con imprimitura bituminosa)
3. strato separatore (quando presente)
4. massetto delle pendenze (varie tipologie alleggerite o meno)
5. elemento di tenuta (impermeabilizzazione realizzata, in varie tipologie di membrana, in singolo o doppio strato)
6. strato separatore (quando presente)
7. elemento termoisolante (normalmente polistirene espanso estruso, a cellule totalmente chiuse)
8. strato separatore e filtrante (quando presente)
9. protezione-zavorramento del sistema di copertura (protezione sempre pesante mobile o fissa)

### Copertura termoisolata a "tetto sandwich"

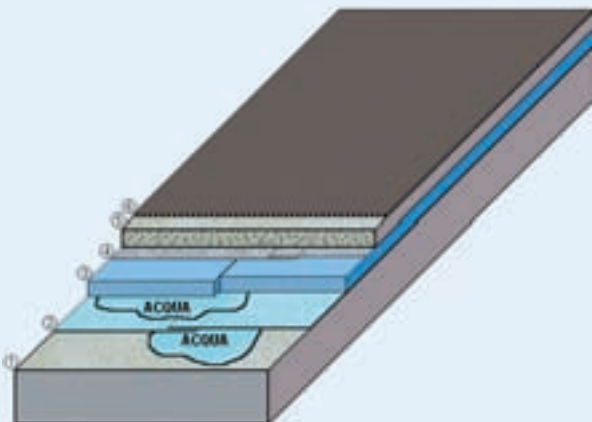
Massetto delle pendenze posato su un'impermeabilizzazione provvisoria



1. supporto di base (solaio) orizzontale
2. impermeabilizzazione provvisoria (in membrana in bitume polimero posata in totale aderenza previa eventuale preparazione del piano di posa con imprimitura bituminosa)
3. 1° livello dell'elemento termoisolante, posato a "tetto caldo"
4. strato separatore (quando presente)
5. massetto delle pendenze (varie tipologie alleggerite o meno)
6. elemento di tenuta (impermeabilizzazione realizzata, in varie tipologie di membrana, in singolo o doppio strato)
7. strato separatore (quando presente)
8. 2° livello dell'elemento termoisolante, posato a "tetto rovescio" (normalmente polistirene espanso estruso, a cellule totalmente chiuse)
9. strato separatore e filtrante (quando presente)
10. protezione-zavorramento del sistema di copertura (protezione sempre pesante mobile o fissa)

### Copertura "non termoisolata"

Massetto delle pendenze posato su un'impermeabilizzazione provvisoria



1. supporto di base (solaio) orizzontale
2. schermo al vapore in film di polietilene a bassa densità
3. elemento termoisolante
4. strato separatore (quando presente)
5. massetto delle pendenze (varie tipologie alleggerite o meno)
6. elemento di tenuta (impermeabilizzazione realizzata, in varie tipologie di membrana, in singolo o doppio strato)

ovviamente non ha nessuna funzione di impermeabilizzazione provvisoria (giunzioni dei teli solamente sovrapposte e non saldate) e poi di seguito, in successione, vengono posati lo strato termoisolante, il massetto delle pendenze e infine, dopo la maturazione di quest'ultimo, l'elemento di tenuta.

Questa è forse la situazione più difficile da capire, dal punto di vista logico, infatti visto che la posa della stratigrafia ha una continuità temporale, perché non utilizzare lo schema, molto più sicuro, indicato dal Codice di Pratica? Quando si chiede a chi ha steso questo tipo di capitolato, la motivazione che l'ha indotto a posizionare il massetto delle pendenze, all'estradosso dell'elemento termoisolante, ci si sente rispondere, il più delle volte, che "così l'impermeabilizzazione viene applicata su una superficie più solida e resistente a compressione". Ovviamente questa è una risposta piuttosto priva di significato tecnico, viste le problematiche che una stratigrafia così concepita può causare; comunque esistono in commercio isolanti termici che hanno resistenze a compressione altissime ( $\geq 200$  KPa) e che possono essere tranquillamente usati, direttamente sotto l'elemento di tenuta, indipendentemente dal tipo di protezione e/o utilizzo finale pre-

che esso produrrà (anche in funzione del materiale con cui è realizzato), impedirà quasi totalmente o renderà estremamente lunga, l'evaporazione dell'acqua presente nel massetto delle pendenze e/o nel caso di copertura termo isolata a "tetto caldo" o a "tetto sandwich" anche nello spessore dei pannelli coibenti.

## Le conseguenze

- Riduzione del potere termoisolante del sistema di copertura (se termoisolato) conseguentemente alla presenza di acqua nella stratigrafia, specialmente se si sono materiali coibenti igroscopici.
- Spostamento orizzontale di eventuali infiltrazione e/o gocciolamento, dai plafoni sottostanti, di acqua, presente sullo strato impermeabilizzazione-provvisoria/schermo al vapore, con massima difficoltà nell'individuazione della causa reale del fenomeno e quindi anche nell'operare interventi di riparazione. Riparazioni che potranno comunque essere teoricamente possibili solo se i gocciolamenti non provengono da acqua già ritenuta sotto lo strato impermeabile, ma anche questo sarà difficile da capire.



*Nelle immagini sopra: ondulazioni dello strato impermeabile in membrane in bitume polimero, applicate a fiamma, su massetto realizzato su strato termoisolante in pannelli, nonostante si sia cercato di ridurre la presenza di umidità, nella stratigrafia, con il posizionamento di caminetti aeratori.*

*Impermeabilizzazione in membrane in bitume polimero posate su massetto di pendenza steso su strato termoisolante in pannelli.*

*Il massetto di pendenza risulta totalmente saturo d'acqua.*

visti in copertura. Il fatto che si preveda uno schermo al vapore in LDPE, quindi non a tenuta idraulica, non significa assolutamente che attraverso lo spessore del solaio possa essere possibile smaltire l'acqua (di getto e meteorica), presente nella stratigrafia, immediatamente e/o dopo la posa del massetto delle pendenze. Infatti, come è noto, una superficie cementizia monolitica (solaio), uniformemente umida e oltretutto ad andamento orizzontale, diventa praticamente impermeabile alla penetrazione dell'acqua, che, al limite, potrà attraversare il solaio, solo lungo i tagli di giunto, nei fori di passaggio degli impianti, in presenza di cavillature o altri punti di discontinuità preesistenti, che comunque interesseranno l'acqua solo circostante e in favore di pendenza. Il risultato finale di suddetta soluzione, con schermo al vapore in polietilene, posato direttamente sul solaio, sarà quello di avere spesso, acqua sia sotto che sopra a questo strato. Ovviamente, una volta posato lo strato impermeabile, qualunque esso sia (membrane bituminose, membrane polimeriche, membrane liquide, ecc.), l'effetto "schermo al vapore contrario" più o meno importante

- Sottopressione di vapore acqueo all'intradosso dell'elemento di tenuta, con possibile formazione di bolle e ondulazioni sulla membrana impermeabile e (specialmente quando non è prevista una protezione pesante fissa del sistema di copertura), distacco delle membrane impermeabili (quando previste in totale aderenza) e conseguente possibile innesco della patologia conosciuta come "reptazione" che può portare, nei casi più gravi, in presenza di elemento di tenuta in membrane in bitume polimero, anche allo scollamento delle giunzioni dei teli, per effetto "peeling", in corrispondenza delle ondulazioni ad andamento diagonale.
- Formazione di pellicola di umidità (condensazione del vapore, specialmente nelle stagioni intermedie con giornate calde e notti fredde), all'intradosso dell'elemento di tenuta, con formazione di lama d'acqua, che può causare la totale separazione dello strato impermeabile (membrane in bitume polimero) posato in totale aderenza sul massetto delle pendenze.
- Possibili danni causati dalla forza d'estrazione del vento (per

coperture dove non sia stata prevista una protezione pesante mobile) sull'eventuale elemento di tenuta (membrane in bitume polimero), ormai non più stabilizzato sul supporto, con conseguente ulteriore formazione di ondulazioni e nei casi più gravi lacerazioni ed asportazioni di superfici, più o meno ampie, di copertura impermeabile. Qualche Termotecnico/Progettista, a cui erano state prospettate anticipatamente, dallo Scrivente, le problematiche tecniche a cui poteva andare incontro, se avesse insistito con soluzioni di capitolato, come quelle precedentemente indicate, ha precisato che secondo il "diagramma di Glaser" non risultavano problemi di condensazione all'interno dello strato termoisolante e del massetto delle pendenze, posto sotto l'elemento di tenuta impermeabile, quindi la stratigrafia sembrava funzionare correttamente, dal punto di vista teorico.

Ovviamente il software che il tecnico utilizzava, per tracciare il diagramma di Glaser, non poteva essere a conoscenza e tener conto, che l'acqua presente all'intradosso dell'elemento di tenuta non derivava da problemi condensativi, più o meno verificabili, ma, come abbiamo visto precedentemente, da residui di acqua di getto e ancor peggio meteorica, già presenti, in corso di posa in opera dello strato impermeabile e che quindi i risultati ottenuti, validi forse dal punto di vista teorico, non avevano alcun riscontro con la realtà. E' altrettanto ovvio che se, durante l'esecuzione dei lavori e la maturazione del massetto cementizio, non dovesse piovere e quindi il

massetto e la sottostante stratigrafia avessero tutto il tempo per asciugarsi, facendo evaporare totalmente l'acqua, presente al suo interno, le problematiche precedentemente indicate potrebbero anche non manifestarsi o manifestarsi in modo assolutamente blando e non rilevabile. Purtroppo lo sappiamo tutti che il clima e le precipitazioni in Italia, sono distribuite in tutto il periodo dell'anno e non vi è una stagione secca e una umida, come nelle regioni monsoniche, per permettere di programmare certe lavorazioni, a rischio, sicuri che, in quel dato periodo di tempo, non pioverà. La soluzione ai problemi precedentemente esposti non resta che quella di programmare, come già indicato dal Codice di Pratica, la posa del massetto delle pendenze, immediatamente dopo la posa del solaio ed applicare su questo eventuali strati d'impermeabilizzazione provvisoria, i quali dovranno essere comunque ripristinati per assumere la funzione di barriera/shermo al vapore, prima di posare, in situazione asciutta, lo strato termoisolante e lo strato impermeabile. Si ricorda, che il Codice di Pratica suggerisce, in caso di presenza di strato barriera/shermo al vapore, che anche la membrana che lo costituisce (se in bitume polimero, saldata a tenuta), dovrà essere collegata a propri "bocchettoni di scarico" posizionati esterni e coassiali a quelli provenienti dall'elemento di tenuta, per smaltire, quanto più possibile, eventuale acqua, accidentalmente penetrata all'intradosso dell'elemento di tenuta, in corso d'opera. ■

## "Ogni esperienza ha il suo valore"

Oscar Wilde

Lo sviluppo di nuove tecnologie è possibile solo se c'è esperienza della tradizione. Un supporto professionale e puntuale, il rapporto diretto con il cliente, l'esperienza di generazioni di persone impegnate in questo settore. Questo è il lavoro della mia squadra. Questi sono i valori in cui crede IMER.



[www.imergroup.com](http://www.imergroup.com)



Franco Borsatto  
Service Division Proiezione e Trasporto