

Il sistema tetto

Estratto dal Rapporto di Sostenibilità SITEB



1. Premessa

Nel contesto delle costruzioni edilizie ad uso abitativo ed industriale, la copertura, più comunemente definita tetto, ricopre un ruolo fondamentale, contribuendo a:

- ▶ delimitare superiormente l'edificio e garantire la stabilità strutturale,
- ▶ proteggere l'ambiente sottostante dagli agenti atmosferici,
- ▶ conservare il confort e la salubrità dell'ambiente indoor, garantendo l'isolamento termico ed acustico.

I materiali di natura bituminosa, utilizzati per una parte essenziale della sua realizzazione, rendono il "sistema tetto" interessante da esaminare poiché costi-

tuisce uno dei campi applicativi del bitume, che se pur molto diffuso, risulta meno noto rispetto alle applicazioni delle pavimentazioni stradali.

2. La copertura

In linea generale, una copertura si compone di tre parti essenziali:

- ▶ il manto di copertura, che può essere continuo o discontinuo (es. tegole o lastre);
- ▶ l'isolante termico;
- ▶ la struttura portante.

In base alla pendenza, le coperture possono essere suddivise in:

- ▶ tetti a falde, costituiti da una o più falde con pendenza diversa a seconda dei materiali usati per il manto;
- ▶ tetti piani, caratterizzati da pendenze minime ma commisurate per smaltire le acque (**Fig. 1**).

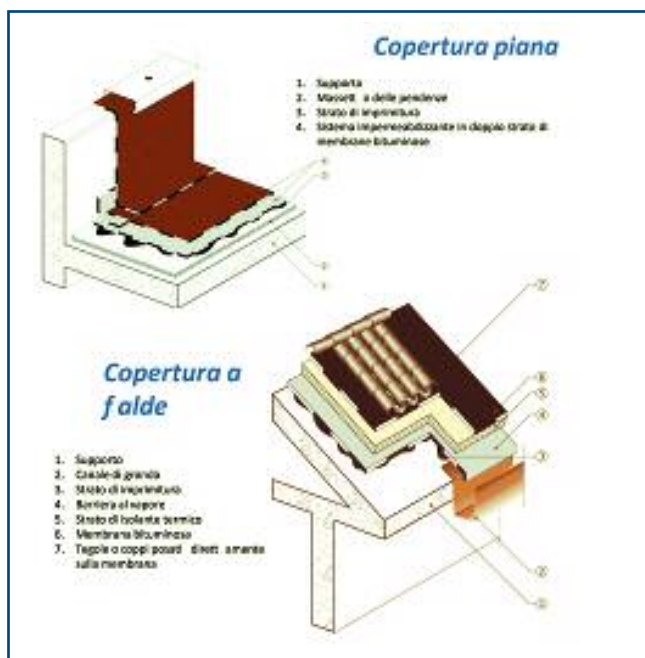


Fig. 1 Tipi di copertura, suddivisi in funzione della pendenza

3. Strato di impermeabilizzazione

Nella tutela dei materiali che costituiscono l'organismo edilizio ed anche nella conservazione delle caratteristiche igrotermiche degli ambienti costituenti, l'impermeabilità all'acqua svolge un ruolo di notevole importanza. La risalita per capillarità, attraverso gli strati costituenti il basamento di un manufatto, può compromettere la stabilità delle strutture; la formazione di muffe, che è alla base di rigonfiamenti, efflorescenze e distaccamenti di materiale, mette a rischio la durata nel tempo del manufatto: l'80% delle cause di degrado dei fabbricati civili ed industriali è legato proprio a difetti d'impermeabilizzazione. »

Nel sistema tetto, particolare riguardo deve essere posto per le coperture piane, in cui l'impermeabilità all'acqua è un parametro importante da tenere in grande considerazione.

In base alla frequenza di accesso ed alla tipologia di utenza, i progettisti individuano la soluzione strutturale più idonea in funzione delle prestazioni richieste, tenendo in particolar conto l'efficienza della copertura nel tempo. Questa efficienza deriva sia da una corretta progettazione di tutto il pacchetto di rivestimento impermeabilizzante termoisolante e di calpestio, partendo dalla barriera vapore, dalla scelta dell'isolante termico più idoneo, dalla scelta delle membrane impermeabili più adatte e dall'impiego della pavimentazione più adeguata, ma anche dalla corretta risoluzione dei cosiddetti punti critici (camini, risvolti verticali, bocchettoni di scarico, corpi emergenti, ecc.), siccome l'esperienza ha dimostrato che questi sono alla base dei principali problemi inerenti l'impermeabilizzazione.

In questi ed altri importanti campi d'applicazione trovano impiego le membrane bituminose, che rappresentano non solo il prodotto impermeabilizzante notevolmente più diffuso, ma anche quello in grado di garantire i migliori risultati prestazionali a medio e a lungo termine.

In particolare, la durata di vita e il mantenimento delle prestazioni delle membrane sono comprovate per un periodo di 30 anni, al termine del quale, applicando sull'esistente un nuovo strato di membrane, è possibile prolungare la vita in opera del sistema sino a 90 anni, con duplice vantaggio: una maggiore durata di vita del sistema e l'incremento delle performance impermeabilizzante della copertura. Infatti, a differenza di altri materiali per l'impermeabilizzazione, la ricopertura con un nuovo strato di prodotto potenzia l'efficienza della membrana in opera, portando nel complesso ad un aumento delle funzionalità impermeabilizzanti dell'intero sistema.

4. La membrana bitume polimero

Gli elementi costitutivi delle membrane bitume polimero sono la finitura della faccia superiore, la mescola, l'armatura, la finitura della faccia inferiore (Fig. 2).

4.1 Mescola

La mescola è la parte impermeabile della membrana prodotta ed è costituita da una miscela di vari componenti che vengono uniti secondo quote percentuali, come detto, determinate da ricerche di laboratorio. Le proprietà delle membrane sono il risultato di attività di ricerca e sviluppo in laboratorio in cui vengono ideate le diverse mescole, successivamente testate al fine di valutarne i parametri utili alla definizione del prodotto finito. La composizione può variare in funzione delle caratteristiche richieste e dalle scelte dei produttori ma mediamente il 40-70% è rappresentata da bitume mentre la restante parte da polimeri e additivi vari.

Ogni formulazione porta alla realizzazione di varie miscele e di conseguenza a membrane aventi caratteristiche e proprietà diverse.

Tali costituenti sono:

- ▶ il bitume, che può essere ossidato o distillato; deve presentare caratteristiche fisiche ben precise che influenzano la qualità e le proprietà della mescola;
- ▶ i polimeri, elastomerici (SBS) o plastomerici (APP, IPP, PE, cere); di questa seconda famiglia fanno parte anche i materiali riciclati;
- ▶ il filler o carica, che è costituito generalmente da carbonato di calcio (CaCO_3) e in misura minore da ceneri;
- ▶ gli additivi, che servono per migliorare alcune caratteristiche del prodotto finito quali ad esempio la resistenza ai raggi UV, il ritardo alla fiamma, la funzione antiradice.

Durante il processo i vari materiali vengono introdotti nei mescolatori, portati al punto di fusione, circa 180-200°C,

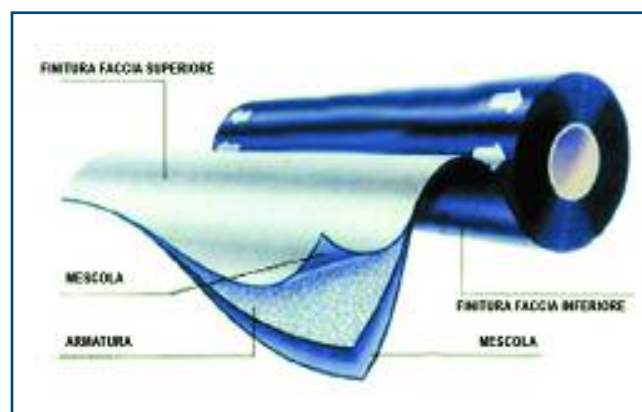


Fig. 2 Struttura della membrana bitume-polimero

mescolati e omogeneizzati secondo con un tempo di miscelazione che dipende dalle dimensioni dei polimeri, dalle loro caratteristiche, dal contenuto di umidità dei vari ingredienti e dalla temperatura del bitume.

4.2 Armatura

L'armatura costituisce la struttura portante della membrana in quanto forma l'ossatura interna attorno alla quale si va a distribuire in modo omogeneo la mescola, realizzando un accoppiamento mirato al miglioramento delle caratteristiche meccanico-strutturali del prodotto finito.

Questa può essere di diverse tipologie in base alle esigenze del prodotto finito e normalmente si presenta in bobine già predisposte per essere inserite nella linea di produzione.

4.3 Finitura

Dalla finitura della faccia superiore dipendono le caratteristiche di resistenza superficiale del prodotto finito e per questa ragione risulta essere diversa a seconda dell'utilizzo della mescola.

Normalmente la finitura superiore può essere costituita da scaglie di ardesia (anche colorate), talco, sabbia, tessuto non tessuto in polipropilene, film di polietilene. La faccia inferiore della membrana è quella che va a diretto contatto con la superficie su cui si vuol stendere la mescola bituminosa impermeabilizzante. Normalmente è costituita da un film di polietilene che, durante la messa in opera dei teli bituminosi, viene fuso fungendo così da collante.

5. Posa in opera

Come anticipato la corretta posa in opera delle membrane ed esecuzione dei particolari (angoli, corpi sporgenti, scarichi, ...) è la condizione indispensabile per la buona impermeabilizzazione delle coperture. I principali passi che devono essere seguiti per una corretta posa in opera possono essere sintetizzati nei seguenti:

1) preparazione del supporto: il piano di posa deve risultare il più possibile planare, liscio, esente da corpi non aderenti, asperità, avvallamenti, buchi e assolutamente asciutto. Sul supporto spolverato occorre

stendere il primer (composto bituminoso adatto per trattare e preparare le superfici cementizie alla posa di membrane) per assicurare la perfetta adesività;

- 2) la disposizione dei teli deve iniziare sempre dal punto più basso (rispetto alla pendenza) del piano di posa (disposizione "a tegola");
- 3) sormonti laterali e di testa: la corretta posa prevede una sovrapposizione minima dei fogli in sommità e nel senso della lunghezza;
- 4) sfiammatura della mescola: si riscalda la membrana arrotolata dirigendo la fiamma tra la stessa e la superficie di posa fino ad ottenere una modesta fusione del compound; parte di questo deve fluire ed oltrepassare la linea di sovrapposizione per poi essere pressato con la cazzuola. In alternativa la posa può essere effettuata in modo meccanico mediante l'utilizzo di appositi sistemi di fissaggio (chiodi o colle).

Le membrane non protette da scaglie di ardesia o lamine metalliche, devono essere coperte da pavimentazione o ghiaia, o trattate con vernice protettiva tenendo conto che la durata e l'efficacia dell'impermeabilizzazione dipendono dalla qualità del prodotto e dall'applicazione oltre che dalla manutenzione periodica.

6. Fine vita e riciclo

Il tema della gestione degli scarti di produzione e del fine vita delle membrane bituminose è un argomento verso il quale viene posta sempre maggiore attenzione soprattutto tenendo conto dei dati del settore che invitano a trovare una soluzione economicamente, ed ambientalmente più vantaggiosa rispetto al conferimento in discarica. In particolare è da osservare come in Italia vengono prodotti annualmente circa 250 milioni di m di membrana con uno scarto, destinato alla discarica o al riciclo, pari a circa 0,5%.

L'analisi dei possibili scenari per la gestione del fine vita delle membrane bituminose è stata oggetto di studio in recenti progetti, in cui si è approfondito, in particolare, la valutazione del carico ambientale associato alla smaltimento dei rifiuti. In tale contesto, sono state considerate le possibili modalità di smaltimento sia degli scarti di produzione, sia degli strati di impermeabilizzazione derivanti da attività di demolizione o rifa- ➤

cimento delle coperture. Le analisi hanno condotto alle seguenti considerazioni:

- ▶ la discarica: è attualmente la destinazione più diffusa in quanto rappresenta il sistema di smaltimento più rapido e meno oneroso. Tuttavia la tendenza, delineata dalle politiche d'azione europee e recepita dalle leggi nazionali, è quella di ridurre progressivamente fino al completo divieto di conferimento in discarica a favore del riciclo. Lo smaltimento in discarica comporta infatti, da un punto di vista energetico, la perdita dell'energia *feedstock* delle membrane che potrebbe essere recuperata, per esempio, con la valorizzazione del rifiuto in un nuovo ciclo di produzione;
- ▶ termovalorizzazione: permetterebbe il recupero dell'energia *feedstock* sotto forma di energia elettrica, contribuendo a far risparmiare le risorse energetiche necessarie alla produzione a partire da fonti tradizionali oppure sotto forma di energia termica in impianti per la produzione di altri materiali (come ad esempio il cemento). Queste tecnologie di smaltimento sono oggi poco utilizzate per le complessità tecniche, gestionali ed amministrative;
- ▶ riciclo: da un punto di vista teorico, la gestione dei rifiuti di membrane bitume-polimero può riguardare internamente il settore, nello specifico le fasi di produzione e di installazione.

Il risparmio di materie prime vergini ed il recupero dell'energia *feedstock* propria delle membrane sono vantaggi indubbi legati al riciclo, che tuttavia, richiedono costi di investimento elevati per la progettazione di tecnologie innovative e di una logistica ad elevata efficienza in grado di ottimizzarne i risultati. In tale ambito, allo scopo di facilitare il recupero della membrana durante la fase di smantellamento delle coperture, le aziende si sono attivate per lo sviluppo di una procedura più agevole per il distacco delle membrane dai supporti a cui sono applicati.

A livello internazionale sono presenti alcuni stimolanti esempi sulla fattibilità dell'attività di riciclo.

Alcune grandi aziende produttrici di membrane bituminose hanno maturato interessanti esperienze nel campo del riciclo e riuso degli scarti, sia all'interno della propria struttura sia all'esterno presso altri sistemi industriali con impianti pilota in Belgio e Olanda. A partire da un sistema di miglioramento interno viene ridotta costante-

mente la quantità degli scarti di produzione e molti di questi sono destinati al riutilizzo per lo sviluppo di nuovi prodotti nell'ambito del sistema tetto (per esempio come elementi di finitura delle membrane, giunture angolari o angoli di protezione per il *packaging*).

Gli scarti comunque generati possono essere trattati in modo da permetterne il recupero nello stesso processo; uno dei sistemi ad esempio disponibili è quello che prevede la triturazione dei residui di membrana in parti fini idonee ad essere reinserte a monte nel processo di miscelazione.

Per ciò che concerne il riciclo delle membrane bituminose a fine vita, la maggior parte di queste è anch'essa destinata alla reintroduzione nel ciclo produttivo da cui sono state originate. Le aziende infatti si sono dotate di tecnologie appositamente progettate per il completo riutilizzo della massa della membrana riciclata in produzione; il processo prevede il taglio e la macinatura delle membrane fino ad una lavorazione finale che prevede separazione della matrice bituminosa dalle parti inerti, ottenendo una miscela totalmente riutilizzabile in produzione.

Oltre al riuso interno, i rifiuti di membrane bitume-polimero sono avviati al riciclo in altri sistemi industriali, soprattutto per l'impiego come materia di base per la preparazione di conglomerati bituminosi speciali.

In questo contesto, l'interesse è crescente: anche altre realtà aziendali europee hanno sviluppato sistemi di riciclaggio per il reimpiego delle membrane bituminose nella produzione legata al comparto strade. In questo settore, i vantaggi sono molteplici a beneficio di entrambi i comparti produttivi: costi di smaltimento evitati per i produttori di membrane, risparmio di materie prime vergini per i produttori di conglomerato e, in ottica più generale, contributo da parte di entrambi alla riduzione di emissioni in atmosfera e del consumo di risorse non rinnovabili.

7. Gli impatti ambientali

In questo paragrafo vengono fornite delle informazioni medie relativamente agli impatti associati alla produzione delle membrane bituminose che derivano da recenti studi LCA, sviluppati a livello nazionale dal SITEB

e a livello internazionale da BWA, Bitumen Waterproofing Association, i cui risultati sono attualmente oggetto di elaborazione per la pubblicazione di una Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD - *Environmental Product Declaration*), prevista per i primi mesi del 2009. I dati sono espressi per m² di membrana e possono variare a seconda della tipologia di membrana impiegata. Considerando, ad esempio, una membrana da 4 mm, che può essere sottoposta a trattamento superficiale e costituire una copertura a strato singolo o la parte superiore di una copertura a strato doppio, si può affermare che il consumo energetico totale relativo alla sua produzione è dell'ordine dei 210- 220 MJ/m² di cui il 65% è rappresentato dall'energia *feedstock*, ovvero dal potere calorifico dei materiali, essenzialmente del bitume, che la compongono.

Per quanto riguarda le emissioni in aria, il contributo all'effetto serra, espresso in termini di GWP, può essere quantificato intorno ai 6 kg/m² di CO₂ equivalenti. Approccio leggermente diverso deve essere adottato nel caso della valutazione degli impatti associati ai sistemi di membrane, in cui si prende in considerazione oltre alla produzione della membrana anche la loro installazione (Fig. 3).



Fig. 3 Definizione di un sistema di membrane e unità funzionale

Nel caso dei sistemi, infatti, è opportuno considerare la durata del sistema come parametro aggiuntivo: considerando un tempo di vita pari a 90 anni con due rinnovi,

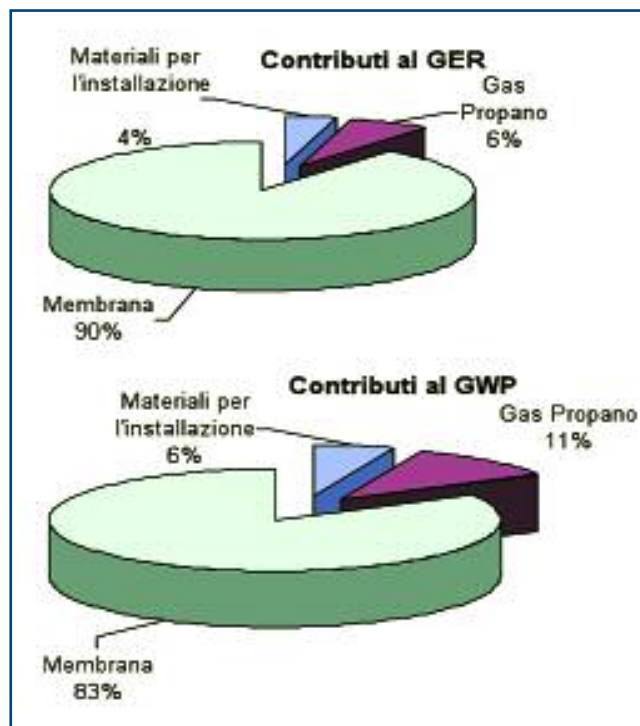


Fig. 4 Influenza delle diverse componenti di un sistema GER e sul GWP

vamenti, ciascuno dopo circa 30 anni, è possibile stimare i seguenti risultati:

- ▶ consumi di energia: nel caso di sistemi costituiti da una sola membrana può variare tra 9 e 10 MJ/m² anno; per quanto riguarda i sistemi multistrato, costituiti da due membrane assemblate, il dato varia tra 11 e 17 MJ/m² anno. Il valore dipende molto dalla tipologia di installazione adottata (di tipo meccanico o fiammata), in particolare nel sistema multistrato dove il rinnovamento può riguardare entrambi i layer o solamente la membrana superiore. In ogni caso circa il 60% è rappresentato dalla quota di energia *feedstock*;
- ▶ emissioni di gas serra: per quanto riguarda i sistemi costituiti da una sola membrana il valore di emissione è dell'ordine di 0,3 kg di CO₂ eq/m² anno; nel caso dei multistrato tra 0,3 e 0,5 kg di CO₂ eq/m² anno.

Per meglio spiegare la differenza di valori tra sistemi monostrato e sistemi multistrato, è necessario infine sottolineare che la maggioranza dei contributi agli impatti è legata principalmente alla produzione delle membrane come rappresentato in Fig. 4. ■