



TETTO COMPATTO FOAMGLAS®

SOLUZIONI SICURE E DURATURE
PER **TETTI ATTIVI**



Sommario

Premessa: una soluzione intelligente per la città moderna	3
1 - Riflessioni importanti sui tetti verdi e sui tetti attivi	4
2 - Riduzione dei rischi grazie all'isolante termico FOAMGLAS®	4
a - Carichi più elevati sui tetti attivi	5
b - Variazione delle condizioni di condensazione	5
c - Riduzione della protezione termica nel tempo	6
d - Crescita di radici all'interno	6
e - Danneggiamento dell'impermeabilizzazione durante la posa degli strati aggiuntivi	6
f - Impossibilità di individuazione e riparazione dei difetti di impermeabilizzazione	7
g - Successivi cambiamenti nell'uso dei tetti	7
3 - Possibili realizzazioni con il Tetto Compatto FOAMGLAS®	8
4 - Proteggere ciò che conta di più con il vetro cellulare FOAMGLAS®	12
5 - Progettazione di un Tetto Compatto FOAMGLAS®	13
6 - Le proprietà del Tetto Compatto FOAMGLAS®	14
Tenuta al vapore	14
Impermeabile al 100%	17
Alta resistenza alla compressione, nessuna deformazione	18
Sicurezza antincendio al primo posto	19
Un isolamento termico collaudato nel tempo	20
7 - I nostri servizi di assistenza personalizzata al progetto FOAMGLAS® e Tapered	22
8 - Pronti per iniziare?	23



Premessa: una soluzione intelligente per la città moderna

Le città di tutto il mondo brulcano, di giorno in giorno, di sempre più attività e vita. Per poter accogliere i flussi dell'urbanizzazione le nostre città devono costantemente espandersi. Ma le **aree edificabili sono limitate**. Ed è qui che entrano in gioco i tetti: le superfici già esistenti e quelle di nuova costruzione attendono solo di essere utilizzate appieno.

Le opportunità sono infinite. Tetti attivi che accolgono parchi con vegetazione intensiva, parcheggi, tetti blu per la ritenzione dell'acqua e strutture adibite ad attività ludiche e sportive: sono solo esempi dei progetti realizzabili sulle superfici di copertura.

La riconversione dei tetti offre molti vantaggi. La realizzazione di un tetto attivo su una struttura esistente consente di riqualificare in modo intelligente le superfici disponibili, **creando ulteriore spazio vitale** e rendendo più attraenti gli edifici, non solo nell'aspetto, ma anche come beni di investimento. Sia gli edifici nuovi che quelli già esistenti possono offrire grandi opportunità. I tetti di questo tipo si trovano **spesso** in posizioni **estremamente redditizie**, e da queste piattaforme sopraelevate la vista è fantastica.

L'ambiente trae giovamento dalla creazione di tetti verdi e blu. Migliorano notevolmente sia il microclima che la gestione dell'acqua. In estate aumentano il comfort abitativo, riducendo la necessità di condizionamento dell'aria. Anche la città viene rinfrescata in modo naturale, grazie **all'inserimento di uno spicchio di natura nel caos metropolitano**.

Il presente documento illustra tutti i rischi legati ai tetti attivi e di come FOAMGLAS® li riduce.

Le superfici già disponibili e quelle di nuova costruzione attendono di essere sfruttate al meglio.

1 - Riflessioni importanti sui tetti verdi e sui tetti attivi

I tetti verdi e blu presentano ottimi vantaggi ambientali. Migliorano notevolmente sia il microclima che la gestione dell'acqua. In estate aumentano il comfort abitativo e riducono la necessità di condizionamento dell'aria. Anche la città si rinfresca naturalmente, grazie **all'inserimento di uno spicchio di natura nel caos metropolitano**.

Implementando la stratigrafia di un tetto piano base per renderlo un tetto attivo, si introducono nuovi fattori che possono aumentare il rischio di danneggiamento del tetto stesso:

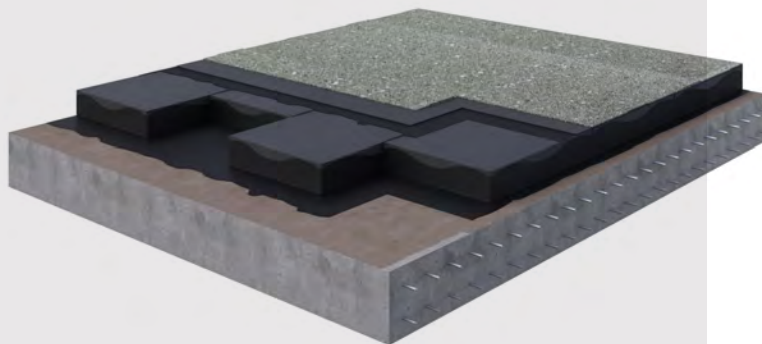
- > Aumento del carico dovuto all'uso, alla struttura e al peso morto degli strati del tetto
- > Variazione delle condizioni di condensazione nella stratigrafia del tetto
- > Riduzione della protezione termica nel tempo (a causa dell'umidità)
- > Penetrazione delle radici (ad esempio in caso di presenza di vegetazione sui tetti)
- > Incrementata probabilità di danni all'impermeabilizzazione
- > Impossibilità di individuazione e riparazione dei difetti nell'impermeabilizzazione
- > Problemi derivanti da successivi cambi d'uso del tetto

Un'adeguata struttura del tetto realizzata con materiali edilizi di alta qualità e la loro perfetta installazione, sono i presupposti per la mitigazione di tali rischi. In qualità di architetti, come potete prevenire questi rischi? Come assicurare soluzioni sicure e durature per i tetti attivi?

Con il nostro Tetto Compatto FOAMGLAS® e i nostri servizi di supporto al progetto dalla a alla z, potete stare tranquilli.

2 - Riduzione dei rischi grazie al Tetto Compatto FOAMGLAS®

Il Tetto Compatto FOAMGLAS® è una struttura tetto semplice, robusta e versatile, dotata delle esclusive proprietà dell'isolamento termico FOAMGLAS®. La struttura compatta è costituita da **tre strati di base incollati in piena aderenza con bitume o con colle a freddo: un supporto portante, il vetro cellulare FOAMGLAS® e lo strato (o gli strati) di impermeabilizzazione**. Un sistema tetto ideale dal punto di vista tecnico, facile da costruire e che riduce al minimo tutti i rischi associati ai tetti attivi.





2a - Carichi più elevati sui tetti attivi

In generale, sotto ai tetti attivi e ai tetti verdi l'isolamento deve essere in grado di sopportare carichi maggiori rispetto ai tetti normali. Per avere un'idea dei pesi tipici dei diversi materiali e dei carichi:

strato di cemento 10 cm	250 kg / m ²
strato d'acqua 50 cm	500 kg / m ²
strato di terra 50 cm	1.000 kg / m ²
Vaso da 1m ³ per singolo albero	2.500 kg
SUV	3.500 kg
Camion VVFF	30.000 kg

La struttura del tetto deve essere in grado di resistere a condizioni climatiche di ogni tipo. Giorno dopo giorno, stagione dopo stagione, anno dopo anno. Contestualmente le prestazioni funzionali dovranno rimanere inalterate dal momento che le performance meccaniche sono di cruciale importanza. L'intero sistema tetto deve essere in grado di resistere alle forze dinamiche dei venti e offrire completa accessibilità: dagli interventi di manutenzione fino all'ingresso delle auto.

È risaputo che sull'isolamento termico possono influire fattori come la deformazione dovuta alle variazioni di temperatura, la delaminazione causata dalle forze dinamiche del vento e la deformazione di scorrimento sotto carichi elevati. L'isolamento in vetro cellulare FOAMGLAS® garantisce l'integrità del tetto e la stabilità dimensionale al variare della temperatura in tutte le condizioni e sotto ogni carico per tutta la durata di vita dell'edificio.

Grazie alla struttura a celle chiuse, l'isolante termico FOAMGLAS® risulta perfettamente impermeabile all'acqua e al vapore, rimanendo asciutto in ogni condizione ambientale. Tale struttura ne garantisce anche la resistenza termica, il che significa che né voi né i vostri clienti dovrete temere l'insorgere di problematiche legate all'acqua o al vapore per tutta la durata di vita dell'edificio.

2b - Variazione delle condizioni di condensazione

La stratigrafia di un tetto attivo si comporta in modo molto diverso da un tetto normale. Negli strati sovrastanti l'impermeabilizzazione può formarsi un'ulteriore barriera al vapore. Questa barriera al vapore modificherà completamente le condizioni di condensazione del tetto, soprattutto in inverno. Durante la stagione invernale il vapore acqueo ha la tendenza a una maggiore condensazione nella struttura del tetto, solitamente nello strato isolante, riducendone notevolmente la resistenza termica.

Nei mesi estivi invece, gli strati superiori del tetto attivo proteggono molto bene la costruzione di base del tetto dal sole, ma impediscono all'intera stratigrafia di riscaldarsi e alla condensa interstiziale formatasi durante l'inverno di evaporare. Il risultato? Un graduale accumulo di condensa nella struttura tetto.

L'isolante termico FOAMGLAS® inserito nella stratigrafia di un tetto compatto, è in grado di resistere a forti sollecitazioni di compressione e di sopportare tutti i carichi in modo permanente e sicuro, senza che le sue proprietà isolanti vengano pregiudicate. FOAMGLAS® è inoltre resistente ad ogni tipo di deformazione e questo garantisce che sia l'impermeabilizzazione che tutti i diversi strati della struttura possano resistere alla prova del tempo.

2c - Riduzione della protezione termica nel tempo

L'impatto della condensazione interstiziale nel periodo invernale e l'assenza di evaporazione durante i mesi estivi fanno sì che le proprietà di isolamento dei tetti attivi subiscano col tempo un notevole deterioramento. Se si considera che la condensa può formarsi ad ogni stagione invernale, l'isolamento termico potrà perdere rapidamente la propria efficienza, con una conseguente, significativa riduzione della protezione termica.

L'isolante termico FOAMGLAS® ha dimostrato e comprovato nel tempo le proprie caratteristiche di durata e protezione termica di lungo termine. Le sue proprietà isolanti rimangono inalterate anche dopo decenni di impiego, in quanto non assorbe l'umidità. Una caratteristica di fondamentale importanza, a garanzia della vostra assoluta tranquillità.

2d - Crescita di radici all'interno

Per la crescita, le piante hanno bisogno d'acqua. È la vita: per raggiungere una fonte d'acqua le radici penetrano ovunque, anche nella roccia. Se nell'isolamento termico, negli strati del tetto al di sotto dell'impermeabilizzazione, si forma umidità, la penetrazione delle radici e i conseguenti danni saranno inevitabili.

L'isolante termico FOAMGLAS® rimane asciutto al 100% in ogni possibile condizione meteorologica per tutta la durata di vita dell'edificio, garantendo in questo modo l'assenza di penetrazione delle radici.



2e - Danneggiamento dell'impermeabilizzazione durante la posa degli strati aggiuntivi

Qualunque attività di costruzione realizzata sul tetto, compresa la realizzazione di strati supplementari del tetto attivo, aumenta i rischi di possibili danni al tetto. Questo aspetto riguarda soprattutto le impermeabilizzazioni, che potranno risultare gravemente danneggiate dai lavori. La rigidità del supporto su cui sono posate influisce enormemente sul potenziale danno: più l'isolante termico è comprimibile, maggiore sarà il rischio.

L'isolante termico FOAMGLAS® è in grado di sopportare carichi elevati senza alcun rischio di deformazione, costituendo uno strato rigido e stabile sotto i sistemi di impermeabilizzazione e riducendo al minimo il rischio di danni. Anche in presenza di un danneggiamento di un m² di impermeabilizzazione, il nostro tetto compatto continuerà a garantire la sua piena funzionalità.

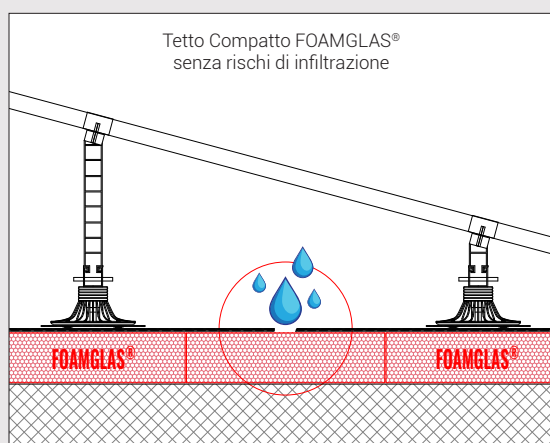
2f - Impossibilità di individuazione e riparazione dei difetti di impermeabilizzazione

Anche in presenza di un substrato perfetto, si possono comunque verificare guasti locali dell'impermeabilizzazione. Per i tetti attivi, si pone un problema: come individuare e riparare un guasto nell'impermeabilizzazione? Anche con le attrezzature più sofisticate e costose, è spesso impossibile rilevare una perdita, in quanto l'acqua infiltrata si muove attraverso il tetto.

Risultato? Una ricerca complicata che renderà necessario rimuovere tutti gli strati soprastanti l'impermeabilizzazione.

Un'impresa costosa e frustrante!

Il sistema di isolamento Tetto Compatto FOAMGLAS® è a tenuta di vapore e impermeabile in modo assoluto. Un eventuale guasto dell'impermeabilizzazione rimane circoscritto, è di facile individuazione e si può riparare senza grande dispendio economico.



2g - Successivi cambiamenti nell'uso dei tetti

Nella prima realizzazione di un tetto, ci si deve chiedere: questa terrazza è destinata a rimanere sempre una terrazza? E se in futuro si dovesse prevedere una vasca idromassaggio o una piscina? La vita porta sempre con sé dei cambiamenti e la flessibilità è determinante per poterli affrontare. E se, a causa dei cambiamenti climatici, si volesse integrare nell'edificio un impianto di climatizzazione?

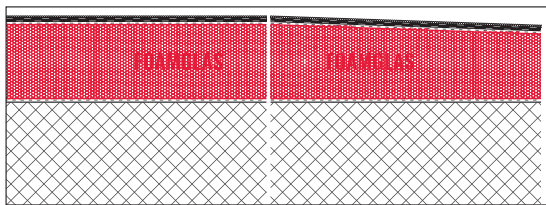
Ebbene, grazie al nostro Tetto Compatto FOAMGLAS®, impianti di questo tipo possono facilmente essere aggiunti in un secondo momento.

Qualsiasi futura sostituzione degli strati di un tetto attivo aumenta notevolmente il rischio di danneggiamento dell'impermeabilizzazione. Ci si deve sempre chiedere se la struttura originale del tetto sia in grado di sopportare il nuovo carico previsto.

Il sistema di isolamento Tetto Compatto FOAMGLAS® è a tenuta di vapore, impermeabile all'acqua in modo assoluto e in grado di sopportare carichi estremi. In pratica qualunque tipo di tetto attivo può essere realizzato sopra di esso e l'uso del tetto può facilmente essere modificato nel futuro.

3 - Possibili realizzazioni con il Tetto Compatto FOAMGLAS®

I seguenti studi dimostrano tutta la versatilità del Tetto Compatto FOAMGLAS®. Le opportunità, in termini di possibili integrazioni e vantaggi, sono infinite e tutto parte da una struttura di Tetto Compatto standard:



Parchi a vegetazione estensiva e intensiva
Complesso di uffici Opus, Zug, Svizzera



Tetti blu
Complesso Walterbos, Apeldoorn, Olanda



Vegetazione a sè stante
Università tecnologica, Delft, Olanda

Eliporti
Ospedale Onze Lieve Vrouw, Aalst, Belgio



Tetti fotovoltaici
Océanopolis, Brest, Francia



Aree ad uso ludico e sportivo

Angel Schule Sportplatz, Friburgo, Germania



Accessibilità per pedoni e ciclisti

Hotel The Fontenay, Amburgo, Germania



Vegetazione estensiva

Casa Sant'Agnese, Muralto, Svizzera



Tetti tecnologici

Edificio delle pile della Biblioteca di Stato, Berlino, Germania



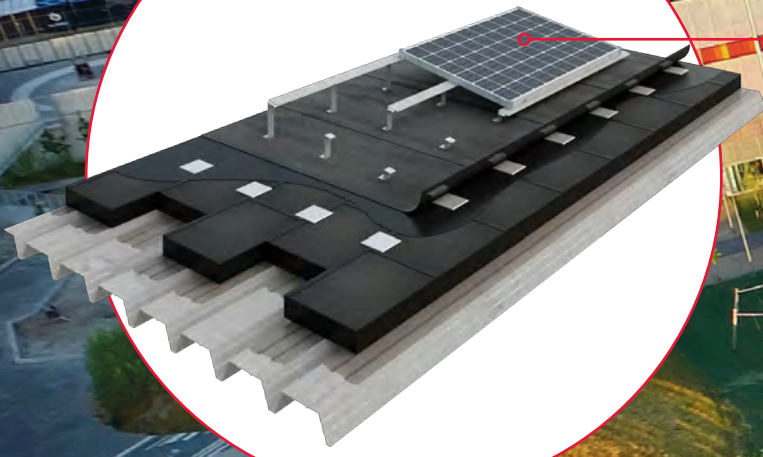
Accessibilità per i veicoli

Parking Sud, Tolosa, Francia

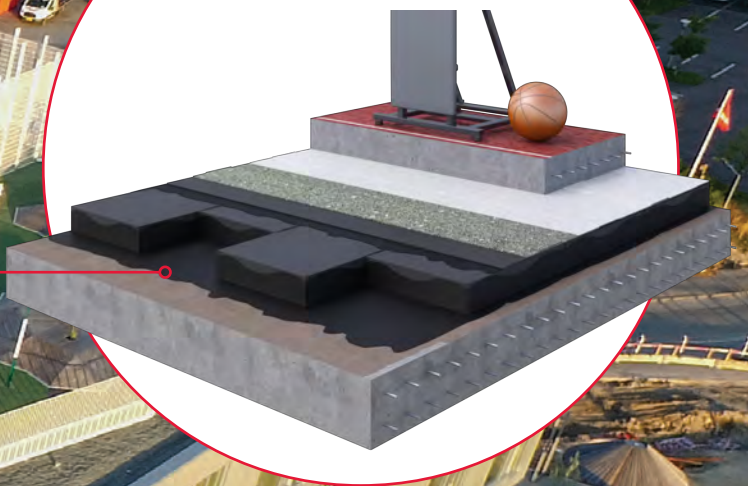
Referenza multiuso: Scuola di Sydhavnen

JJW Architects

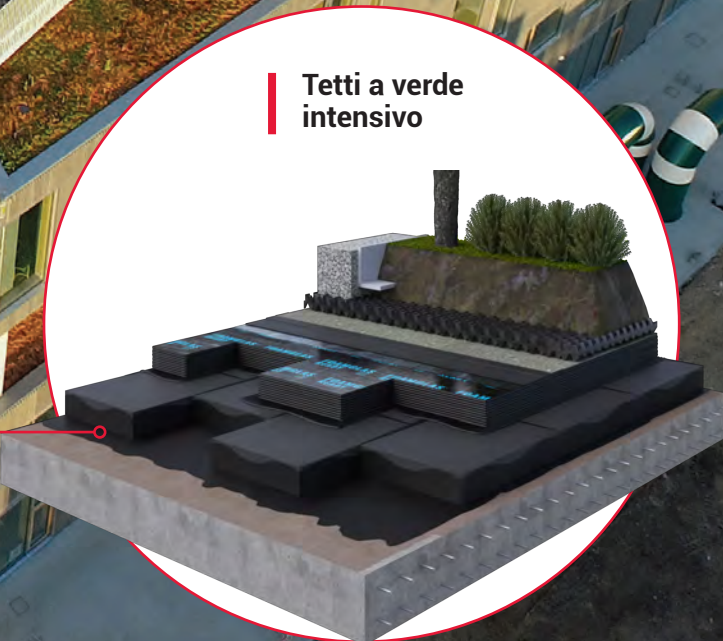
Tetto solare



■ Aree sportive



■ Tetti a verde intensivo



4 - Proteggere ciò che conta di più con il vetro cellulare FOAMGLAS®

Noi di Owens Corning FOAMGLAS® crediamo nella protezione di ciò che è più importante. Tutti i nostri prodotti e le nostre soluzioni si ispirano a questo principio. Il vetro cellulare FOAMGLAS® è un materiale termoisolante caratterizzato da eccezionali proprietà: protegge da pressione e carichi pesanti, fuoco, corrosione, acqua, caldo e freddo e non rilascia fumi tossici. Per tutte le nostre applicazioni utilizziamo solo materiali di altissima qualità.



5 - Progettazione di un Tetto Compatto FOAMGLAS®

Scopri tutta la semplicità di progettare e realizzare un tetto attivo con la soluzione Tetto Compatto FOAMGLAS®.

La corretta progettazione di un tetto compatto

La stratigrafia di un Tetto Compatto FOAMGLAS® è sempre la stessa: una struttura portante che si avvale dell'isolante FOAMGLAS® e di un sistema di impermeabilizzazione, completamente incollato con bitume su tutta la superficie. Sulla base sia delle dimensioni e delle condizioni del progetto che della vostra esperienza, è possibile scegliere fra un'applicazione con bitume caldo o con collanti a freddo. Oppure ricorrere a una combinazione di entrambe le tipologie.

Utilizzo del bitume caldo come adesivo

Il bitume caldo rappresenta la tecnica tradizionale. Il bitume, riscaldato a 200°C, viene usato per incollare al supporto le lastre nude FOAMGLAS®, in modo da ottenere un'adesione rapida, compatta e di qualità. Il bitume caldo è consigliato anche per incollare la prima membrana bituminosa sulla superficie superiore delle lastre isolanti FOAMGLAS®.

Attenzione: l'uso del bitume caldo può essere vietato per ragioni di sicurezza o essere considerato inadatto per superfici piccole e anguste e tetti con forti pendenze.

Utilizzo di adesivi a freddo

Nei casi in cui non sia indicato il bitume caldo, Owens Corning FOAMGLAS® ha studiato diverse soluzioni di tetti compatti realizzati con adesivi a freddo. La nostra gamma prodotti comprende diversi adesivi utilizzabili in funzione del supporto di posa e della pendenza della superficie su cui incollare. Con l'ideale adesivo a freddo si procede quindi ad incollare le lastre isolanti FOAMGLAS® sia tra di loro che alla struttura portante.

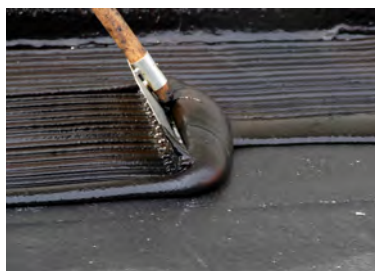
A seconda della situazione, esistono due possibilità

1. **La prima** consiste nell'utilizzare le lastre nude FOAMGLAS® incollate sul supporto in piena aderenza con collante a freddo e sormontate dal primo strato impermeabilizzante incollato anch'esso con collante a freddo.
2. **La seconda**, più frequente, è l'utilizzo delle lastre FOAMGLAS® READY che presentano un sottile strato di bitume pre-applicato sulla superficie superiore. La prima membrana bituminosa può quindi essere applicata a fiamma in piena aderenza sul FOAMGLAS®. In funzione della tecnica di applicazione della membrana bituminosa, occorre poi scegliere il giusto tipo di strato di separazione sul rovescio: per l'incollaggio a fiamma si può utilizzare uno strato in PE termofusibile; per l'incollaggio con adesivi è invece più indicata una superficie sabbiata.

Stratigrafia del Tetto Compatto FOAMGLAS®: struttura portante + isolante FOAMGLAS® + impermeabilizzazione, completamente incollata e fatta aderire con bitume caldo o con collanti a freddo su tutta la superficie.



> Bitume caldo



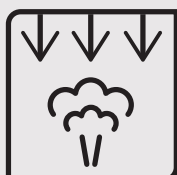
> Adesivo a freddo



> Prima membrana

6 - Le proprietà del Tetto Compatto FOAMGLAS®

Impermeabilità al vapore



L'incollaggio in piena aderenza sul supporto e la sigillatura dei giunti delle lastre impermeabili al vapore FOAMGLAS® con bitume caldo o collanti a freddo, crea uno strato termoisolante omogeneo, a tenuta di vapore per tutto il suo spessore e su tutta la superficie. Nella stratigrafia del Tetto Compatto FOAMGLAS® non si può verificare nessuna condensazione interstiziale di vapore acqueo, indipendentemente dal grado di umidità e dalla direzione di diffusione.

Approfondimenti tecnici

La condensazione del vapore acqueo sulla base dei principi della fisica delle costruzioni.

Umidità, diffusione e condensazione

Le possibili cause di umidità all'interno di una struttura possono essere molte: umidità di costruzione, pioggia durante la costruzione, condensazione etc. In ogni momento la natura è alla ricerca di un equilibrio, e passa da uno stato superiore a uno stato inferiore fino al suo raggiungimento. Questo principio si applica anche alla diffusione del vapore che si verifica in ogni tetto: il movimento da un ambiente più caldo e umido verso un ambiente più freddo. Il passaggio del vapore attraverso un materiale dipende dalla tenuta al vapore del materiale stesso. Il vapore sembra un gas piuttosto innocuo, ma la sua diffusione presenta sempre un rischio di condensazione (liquefazione dovuta al raffreddamento). Generalmente ciò si verifica nello strato di isolamento termico, poiché in questo strato l'abbassamento della temperatura è più significativo. **Come sappiamo, l'acqua è un grande conduttore di calore, e l'umidità condensata degrada significativamente le proprietà isolanti del materiale. Di seguito riportiamo le principali categorie fisiche e i processi ad esse correlati.**

Umidità assoluta e relativa dell'aria

L'atmosfera terrestre contiene una determinata quantità di umidità, il cosiddetto vapore acqueo. La percentuale massima di umidità dell'aria dipende dalla sua temperatura: più alta è la temperatura, più vapore acqueo essa potrà contenere. Ci riferiamo a questo valore come all'umidità massima assoluta, espressa in g/m³.

Per esempio:

Alla temperatura di +22°C, 1 m³ di aria può

contenere al massimo 19,4 g di vapore acqueo; a quel punto è saturata. Questo stato di massima saturazione dell'aria, ad una determinata temperatura da parte del vapore acqueo, viene denominato umidità relativa al 100% per quella determinata temperatura. L'umidità relativa (UR) si riferisce alla quantità di vapore acqueo presente nell'aria, espressa in percentuale sulla quantità necessaria per la saturazione alla medesima temperatura. Se si supera la soglia del 100%, l'aria non potrà più trattenere il vapore acqueo che quindi condenserà.

Se l'aria è completamente priva di vapore acqueo, la sua umidità relativa sarà dello 0%. In linea generale, per definire le condizioni ambientali, invece del valore di umidità massima assoluta, si usa il valore di umidità relativa UR.

Per esempio:

Aria -10°C, UR 100% = 2,1 g/m³

Aria +10°C, UR 100% = 9,4 g/m³

Aria +22°C, UR 100% = 19,4 g/m³

Punto di rugiada e di condensazione

Come detto in precedenza, se si supera il 100% di UR o il valore di umidità massima assoluta, si verificherà una condensazione in quanto l'aria non può più contenere altro vapore acqueo.

La condensazione può verificarsi nell'aria, su una superficie fredda o all'interno di una struttura.

Il punto di rugiada è dato dalla temperatura corrispondente a una UR del 100%.

In un edificio con normali condizioni ambientali interne, l'aria evidenzia una temperatura di +22°C e una UR del 50% circa.

Ma cosa accade se quest'aria viene raffreddata fino a +10°C?

- > Dall'esempio precedente sappiamo che l'aria a 22°C con il 100% di UR può contenere un'umidità massima pari a 19,4 g/m³. In questo esempio l'UR è al 50%, il che significa che in ogni m³ d'aria a 22°C sono presenti 9,7 g di vapore acqueo. Questa quantità di vapore acqueo nell'aria non si modifica con il raffreddamento, e rimane a 9,7 g/m³.

Tuttavia, mentre la temperatura dell'aria si raffredda, diminuisce anche la quantità di vapore che può contenere. A 10°C, l'umidità assoluta massima è di 9,4 g/m³. In altri termini, mentre la quantità di vapore acqueo non varia all'abbassarsi della temperatura, il valore di umidità relativa UR varierà ed aumenterà.

Tornando al nostro esempio:

Condizioni ambientali di partenza: +22°C - UR 50% = 9,7 g/m³

Raffreddamento a +10°C, valore massimo (100%) = 9,4 g/m³

- > Il valore di umidità massima assoluta o il 100% di UR è superato e si verificherà condensazione. Alla temperatura di 10° C per ogni m³ di aria si ha un eccesso di 0,3 g di vapore acqueo che passa allo stato liquido.

Un esempio semplicissimo. Se d'estate si toglie dal frigorifero una bibita frizzante, sulla bottiglia si vedrà immediatamente una condensazione superficiale. Il fenomeno è lo stesso: l'aria intorno la bottiglia si raffredda superando il punto di rugiada e sulla superficie della bottiglia si ha una condensazione.

Pressione del vapore e diffusione del vapore acqueo

Più vapore acqueo è presente nell'aria, più alta sarà la pressione dello stesso vapore acqueo. Ecco perché la pressione del vapore viene sempre espressa ad un determinato valore di temperatura e di umidità relativa. Quando l'aria raggiunge la capacità massima di vapore acqueo a una certa temperatura, diciamo che l'aria è satura. Se si supera questo limite, l'aria non può più trattenere il vapore acqueo ed esso si condenserà (passando dalla forma gassosa a quella liquida). La pressione del vapore acqueo corrispondente all'umidità massima assoluta a una determinata temperatura rappresenta il valore di pressione del vapore acqueo saturo.

Tali valori di pressione del vapore saturo sono riportati nelle norme nazionali e sono gli stessi per tutti i Paesi.

Abbiamo accennato a questo fenomeno in precedenza, ma la natura sa come bilanciare qualunque stato di disequilibrio. Ecco perché le diverse pressioni parziali del vapore acqueo all'interno e all'esterno cercano di uniformarsi. Il vapore acqueo viene spinto in pratica da un ambiente con pressione parziale più alta verso un ambiente con pressione parziale più bassa (generalmente dal caldo verso il freddo).

Questo fenomeno di migrazione e interscambio di umidità gassosa viene chiamato effetto di diffusione del vapore acqueo e si verifica a causa della differenza fra le pressioni parziali del vapore tra interno ed esterno. La velocità di diffusione del vapore acqueo dipende dal tipo di materiale, ma tale diffusione avviene molto lentamente, in modo intenso e continuativo (finché non si raggiunge l'equilibrio).



La condensazione interstiziale si può verificare quando il vapore acqueo attraversa l'involucro dell'edificio e il punto di rugiada si trova in qualche parte nella stratigrafia. Poiché l'abbassamento massimo della temperatura tra l'esterno e l'interno avviene nello strato isolante, spesso il punto di rugiada si situa in tale strato. Per evitare che nella stratigrafia del tetto si verifichi tale condensazione interstiziale, barriere al vapore vengono spesso applicate sotto l'isolamento termico, per ridurre la diffusione del vapore stesso. Applicando questo materiale impermeabile al vapore acqueo sul lato caldo dell'isolamento, le molecole d'acqua non potranno penetrare nella struttura, e ne verrà impedita la diffusione. In linea teorica si esclude pertanto la condensazione.

Tuttavia, un'adeguata applicazione in cantiere della barriera al vapore è pressoché impossibile e con il tempo la sua scorretta posa in opera ne comporta la perdita di funzionalità. In questo modo il vapore acqueo ha possibilità di penetrare attraverso la barriera e di condensare nello strato di isolamento termico.

È più facile che questo fenomeno si verifichi durante il periodo invernale. Nei mesi invernali, infatti, all'interno è caldo e la pressione del vapore è alta, mentre fuori fa freddo e la pressione del vapore è bassa. La diffusione del vapore si trasmetterà dall'interno verso l'esterno, e se la barriera al vapore non è installata perfettamente la condensazione avverrà nello strato isolante (se non a tenuta di vapore). La condensa fa sì che l'isolamento assorba umidità perdendo significativamente le sue capacità isolanti. E questo nel momento in cui se ne ha più bisogno: è come indossare un maglione bagnato d'inverno, non protegge più dal freddo.

I tetti attivi

Rispetto ai tetti finiti con la sola impermeabilizzazione della superficie superiore, i tetti attivi evidenziano un regime di condensazione significativamente diverso, in quanto la loro stratigrafia è diversa. Nella struttura del tetto verde si utilizza spesso un geotessile che costituisce uno strato aggiuntivo di tenuta al vapore. La presenza di vegetazione può comportare la formazione di uno strato d'acqua continuo al di sopra dell'impermeabilizzazione.

Nella struttura di un tetto semplice la condensa formatasi durante l'inverno tende ad evaporare durante un'estate calda.

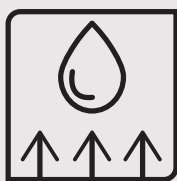


La presenza di una barriera "spontanea" al vapore come questa sul lato esterno del tetto fa aumentare significativamente la tendenza alla formazione di condensa all'interno della stratigrafia.

Il tetto attivo evidenzia frequentemente un riscaldamento minimo degli strati isolanti nascosti (impermeabilizzazione ed isolamento termico). Questo significa che durante l'estate, l'umidità condensata nella stagione invernale, non potrà evaporare completamente. Ovviamente questo "equilibrio di condensazione ed evaporazione" del vapore acqueo ha conseguenze negative in caso di insufficiente evaporazione durante l'estate. Durante ogni stagione invernale tale squilibrio negativo provoca quindi un graduale aumento della quantità di umidità nella struttura del tetto. Esso comporta anche una drastica diminuzione dell'efficienza dell'isolamento del tetto e ulteriori conseguenze indesiderate, come la corrosione e la penetrazione delle radici nell'isolamento termico.

Il vetro cellulare FOAMGLAS® è impermeabile al vapore in modo assoluto e trova vasto impiego nei tetti attivi, anche in ambienti umidi. La struttura compatta dei nostri tetti rappresenta la soluzione più sicura, e garantisce sempre la massima tranquillità. Grazie ai giunti sigillati e all'incollaggio in piena aderenza del FOAMGLAS® con bitume caldo o con colla a freddo, la struttura risulta a tenuta di vapore su tutto lo spessore e su tutta la superficie.

Impermeabile al 100%



In un sistema di Tetto Compatto FOAMGLAS® l'impermeabilizzazione e l'isolamento sono perfettamente incollati tra di loro e agli strati portanti. L'isolante FOAMGLAS® non assorbe l'umidità ed è a tenuta d'acqua e di vapore. La struttura impedisce all'umidità di migrare sopra, sotto e tra i pannelli di isolamento termico o all'interno di essi. Queste caratteristiche rendono l'isolante FOAMGLAS® ancora più affidabile come strato aggiuntivo di impermeabilizzazione all'interno della stratigrafia complessiva.

Approfondimenti tecnici

Sicurezza e affidabilità dell'impermeabilizzazione.

Con la perfetta chiusura e sigillatura dei giunti tra le lastre o i pannelli FOAMGLAS® con bitume caldo o con collanti a freddo, si ottiene uno strato non assorbente, unito in maniera compatta sia al supporto sottostante che alle membrane impermeabilizzanti sovrastanti. Oltre ad essere a tenuta di vapore acqueo, l'isolante termico FOAMGLAS® è anche a tenuta d'acqua, ottimizzando l'affidabilità in termini di impermeabilizzazione.

Nel caso di malfunzionamento localizzato della membrana impermeabilizzante, l'isolante termico FOAMGLAS®, incollato in maniera compatta, ne assume la funzione impedendo la propagazione della perdita su una più ampia superficie del tetto. Un eventuale danneggiamento dell'impermeabilizzazione rimane localizzato, è facile da individuare e poco costoso da riparare.

I tetti attivi

I vantaggi del Tetto Compatto FOAMGLAS® risultano ancora più evidenti quando associati alla stratigrafia di un tetto attivo. Nel caso di malfunzionamento localizzato della membrana, l'acqua penetrata non può diffondersi attraverso la struttura compatta del tetto, in quanto l'isolamento termico FOAMGLAS® assume temporaneamente la funzione di impermeabilizzazione impedendo la propagazione della perdita su una più ampia superficie del tetto.

La localizzazione di questo tipo di danno si rivelerà sempre nel tempo come una piccola e locale perdita all'interno.

La struttura compatta del tetto consente di localizzare immediatamente il danno al di sopra del punto in cui si manifesta; composizioni di altro tipo permettono invece alla perdita di diffondersi e la sua origine può essere ovunque.

La restante area del Tetto Compatto FOAMGLAS® rimane sempre perfettamente asciutta e funzionale. L'effetto combinato della resistenza al passaggio dell'acqua del FOAMGLAS® e della sua perfetta adesione alle membrane impermeabilizzanti conferisce all'impermeabilizzazione un più alto livello di affidabilità rispetto a quando realizzata su altre tipologie di isolamento termico.



Elevata resistenza alla compressione, nessuna deformazione



Lo strato bituminoso sulle superfici portanti di FOAMGLAS® assicura una perfetta trasmissione del carico tra l'impermeabilizzazione, l'isolamento termico e la struttura. Un sottile strato di bitume riempie le celle superficiali del vetro cellulare, aumentando la resistenza alla compressione e l'aderenza della struttura del tetto alla struttura portante, senza deformazioni. Per fare una prova, basta fare qualche passo su un rigido Tetto Compatto FOAMGLAS®: l'impermeabilizzazione verrà percepita come applicata direttamente sul supporto in calcestruzzo, e questo lo rende uno strato di base ideale per i tetti attivi.

Approfondimenti tecnici

Resistenza alla compressione e incomprimibilità.

L'isolante termico FOAMGLAS® evidenzia un'eccellente resistenza alla compressione ed è praticamente incomprimibile. La resistenza alla compressione garantita dai pannelli FOAMGLAS® per tetti varia da 0,5 a 1,6 MPa a seconda della classe di isolamento. Si tratta di valori che corrispondono a carichi da 50 a 160 tonnellate per m².

La struttura del vetro cellulare, unitamente alle caratteristiche di rigidità, stabilità dimensionale ad ogni condizione ambientale ed elevata resistenza alla compressione, senza deformazioni, garantisce lunghi tempi di conservazione della resistenza termica. Proviamo ora a immaginare: quale carico può sopportare una lastra FOAMGLAS® di tipo F (superficie 45 x 60 cm) se la sua resistenza alla compressione, a rottura, è di 1.600 kPa (1,6 N/mm²)? È per questa ragione che i tetti accessibili agli autoveicoli sono isolati con FOAMGLAS®?

Esperimento di laboratorio

Per eseguire l'esperimento in laboratorio con il metodo di prova secondo la norma ČSN EN 826-A, per poter ottenere una pressione di 1.600 kPa su una superficie di 0,27 m², avremmo bisogno di una forza pari a 432 kN. Tradotto in termini reali, equivalgono a ben 43 tonnellate di peso! A questa pressione l'isolante termico FOAMGLAS® evidenzia una deformazione minore di un decimo di punto percentuale.

I tetti verdi e la maggior parte dei tetti attivi

In termini di resistenza alla compressione, la nuova generazione di vetro cellulare FOAMGLAS® T3+

rappresenta una soluzione oltremodo valida per i tetti verdi e per la maggior parte dei tetti attivi. Tenendo conto del valore dichiarato di resistenza alla compressione di "soli" 500 kPa e della sua riduzione per un coefficiente di sicurezza pari a circa 3,0 riferito alle condizioni di applicazione in cantiere, FOAMGLAS® T3+ è in grado di sopportare con affidabilità un carico di oltre 15 t/m². Valore che corrisponde ad uno strato di terra spesso ben oltre i 5 metri. Un vantaggio davvero incredibile per un tetto verde.

Nessuna deformazione

La resistenza alla compressione dell'isolante termico FOAMGLAS® è straordinaria. Ma non è tutto: l'assenza di deformazioni dei pannelli, la cosiddetta "rigidità" di questo isolante termico, è altrettanto impressionante. Il metodo di prova EN 826 per determinare la resistenza alla compressione degli isolanti termici applica la specifica metodologia di prova riportata nell'Allegato A per le lastre in vetro cellulare, per le quali la deformazione a rottura, è di quasi 1 mm a causa del cedimento della parete laterale interna delle celle più deboli.

La resistenza alla compressione rappresenta un aspetto cruciale per la stabilità e la progettazione delle strutture portanti.

Tutte le altre tipologie di isolamento termico evidenziano tensioni di compressione e livelli di deformazione del 3 - 5%, 10% fino ad una completa deformazione plastica.

In altri termini, una tensione di compressione con una deformazione del 10%, risulta completamente inutilizzabile per una funzione portante e viene

usata esclusivamente per indicare numericamente la "classe di resistenza" di un determinato isolamento termico. Per fare un esempio, per alcuni isolanti termici una classe di resistenza a compressione 500 corrisponde a 500 kPa quando il campione è compresso del 10%.

Per i prodotti FOAMGLAS® con resistenza alla compressione di 500 kPa a rottura, la deformazione è pari ad 1 solo millimetro ed è causata dal cedimento laterale delle celle chiuse.

La struttura rigida, compatta e robusta del tetto FOAMGLAS® rappresenta la soluzione più resistente e affidabile per i tetti attivi. Quando, in una stratigrafia compatta, il vetro cellulare viene incollato in piena aderenza, è necessario valutare le condizioni di cantiere (le irregolarità del supporto e soprattutto il fattore umano) e inserire tali valutazioni nei calcoli strutturali riducendo la resistenza alla compressione dichiarata di un coefficiente di sicurezza. Anche quando la resistenza prevista viene ridotta di circa 1/3 dei valori dichiarati, il vetro cellulare rimane l'isolante termico con la più alta resistenza a compressione disponibile nel mercato delle costruzioni.

La scelta del grado di isolante FOAMGLAS® e la sua valutazione in presenza di carichi elevati spettano sempre ad un progettista strutturale certificato. I nostri consulenti tecnici saranno lieti di fornirvi i valori rilevanti per l'effettuazione di questi calcoli, assistendovi nella progettazione della stratigrafia più idonea per un determinato carico. Contattateci senza esitazioni per qualunque chiarimento.



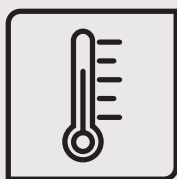
Immagine 3D della stratigrafia tetto ad uso parcheggio

Sicurezza antincendio al primo posto



I pannelli isolanti FOAMGLAS® sono per loro natura incombustibili e appartengono alla classe di reazione al fuoco A1. In caso di incendio, non generano né fumo né esalazioni tossiche e sono impermeabili all'aria quindi, senza ossigeno, è esclusa anche la combustione del collante utilizzato. Rispetto agli isolanti in fibra minerale, la stratigrafia compatta realizzata con FOAMGLAS® rallenta notevolmente la propagazione delle fiamme e non favorisce la diffusione dell'incendio.

Un isolamento termico collaudato nel tempo



L'isolante in vetro cellulare FOAMGLAS® è stato realizzato per la prima volta in Europa nel 1965 e messo in uso poco tempo dopo. Nel 2016, il FIW (Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München - *Istituto di ricerca per la protezione termica*) ha prelevato campioni di pannelli FOAMGLAS® da tetti costruiti fra il 1973 e il 1989 per sottoporli a test approfonditi. I risultati dei test hanno dimostrato che, dopo quasi mezzo secolo, le proprietà isolanti e la resistenza alla compressione dei campioni esaminati non si erano deteriorate. L'isolante FOAMGLAS® supera la prova del tempo.

Approfondimenti tecnici

Un isolamento termico collaudato nel tempo.

Gli isolamenti termici sono certamente i materiali più vulnerabili utilizzati nelle strutture di copertura. Rispetto ad altri materiali da costruzione, sono generalmente più morbidi, più assorbenti e spesso più infiammabili. **Nella progettazione di una struttura di copertura vale sempre la seguente regola d'oro: la forza di una catena è data dalla forza del suo anello più debole.**

Durata funzionale dell'isolamento termico

È molto difficile stabilire la durata funzionale dell'isolamento termico di un tetto. **Prima o poi sugli isolamenti termici si verificheranno in larga misura gli effetti di compressione o di condensa** che abbiamo descritto, e non offriranno più il grado di isolamento rilevato nei test iniziali dei laboratori di produzione.

Durata funzionale del vetro cellulare FOAMGLAS®

Ad oggi, molti tetti piani compatti isolati termicamente ancora con lo strato originario di vetro cellulare FOAMGLAS®, prodotto in Europa a partire dal 1965, svolgono correttamente la loro funzione a distanza di più di 50 anni.

Abbiamo voluto verificare lo stato dell'isolamento termico originale FOAMGLAS®. A partire da giugno 2016 e fino ad agosto 2017, il FIW di Monaco ha svolto una serie di test per valutare la funzionalità e le performance di lungo termine dell'isolante termico FOAMGLAS®.

Sono stati prelevati diversi campioni di FOAMGLAS® da tetti di edifici con un'età tra i 30 e i 45 anni in diversi Paesi europei: Belgio, Paesi Bassi, Regno Unito e Svezia. Il prelievo è avvenuto con

la supervisione di una terza parte autorizzata e i campioni sono stati sottoposti a test presso i laboratori FIW di Monaco secondo i metodi di prova EN attualmente in vigore e in base ai seguenti parametri:

1. Coefficiente di conducibilità termica (EN 12667, in condizioni di presa e di essiccazione)
2. Resistenza alla compressione (EN 826)
3. Percentuale di umidità (metodo di essiccazione a forno)

I risultati dei test sono stati poi confrontati con i dati riportati nelle schede tecniche rilasciate alla data di costruzione di questi edifici.

A seguito di tali comparazioni, il FIW ha constatato che in tutti i casi in cui l'impermeabilizzazione era ancora operativa al momento del prelievo dei campioni, i prodotti FOAMGLAS® avevano continuato ad assicurare un elevato isolamento termico anche dopo decenni di impiego su tetti compatti piani.

I risultati dei test riferiti ai singoli campioni risultavano vicinissimi ai valori dichiarati dai certificati tecnici originali.

I risultati dei test non hanno evidenziato significative differenze in termini di conduttività termica. Tutti i campioni hanno presentato una elevata stabilità meccanica con valori di resistenza alla compressione superiori a 500 kPa.

* I risultati di tutti i test eseguiti dal FIW di Monaco sono consultabili sul sito www.foamglas.it al link <https://www.foamglas.com/it-it/centro-di-consulenza/general-advice/consistent-performance>
Per approfondire meglio le proprietà di lungo termine dell'isolamento termico FOAMGLAS®, è possibile consultare il sito <https://www.foamglas.com/it-it>

Lo studio ha confermato un'ulteriore caratteristica esclusiva dell'isolante FOAMGLAS®: le proprietà di isolamento termico rimangono praticamente inalterate anche dopo decenni di posa su tetti piani compatti. L'isolamento termico contribuisce alla durata di vita del tetto nel suo complesso e consente di realizzare soluzioni assolutamente innovative.

Molti edifici sono già stati ristrutturati e la loro efficienza energetica è stata ottimizzata, con interventi che hanno anche richiesto un aumento dello spessore originale dell'isolamento termico del tetto.

Anche questo tipo di interventi non ha causato alcun problema: l'impermeabilizzazione del tetto compatto è stata semplicemente rimossa con una tecnica di peeling, lasciando nella propria sede, e in piena funzionalità, lo strato di isolamento termico FOAMGLAS® originale.

Un ulteriore strato di questo isolante termico è stato incollato su di esso e la struttura compatta è stata completata applicando l'impermeabilizzazione. Grazie alla lunghissima durata, l'isolante termico FOAMGLAS® non solo rappresenta una soluzione estremamente economica, ma fornisce anche un importante apporto in termini di sostenibilità e protezione dell'ambiente.



7 - I nostri servizi di assistenza personalizzata al progetto FOAMGLAS® e Tapered

Supporto personale al progetto. Una presenza costante.

FOAMGLAS® vi accompagna dall'inizio fino alla conclusione del vostro progetto di tetti attivi sostenibili. Durante la **fase di progettazione**, siamo a vostra disposizione per assistervi con disegni dettagliati e specifiche soluzioni personalizzate per il vostro progetto. Vi aiutiamo anche con le offerte economiche, l'elaborazione delle voci di capitolato, la progettazione di soluzioni a pendenza integrata specifiche per l'intervento e consulenza tecnica.

Prima e durante la realizzazione del vostro tetto attivo, offriamo consulenza teorica e pratica per gli installatori e possibilità di assistenza in cantiere. Il tutto per garantire una realizzazione impeccabile del vostro tetto attivo.

I nostri servizi Tapered. Una soluzione versatile per tetti di ogni tipo.

La corretta evacuazione dell'acqua rappresenta la sfida per ogni progetto edilizio. Il nostro **strato isolante FOAMGLAS® TAPERED** prevede l'evacuazione dell'acqua direttamente all'interno dell'isolante e non nella struttura dell'edificio. Il nostro Team di esperti calcola la pendenza perfetta per la vostra superficie di copertura, sulla base di tutte le vostre specifiche di progetto. Risultato? Un eccellente drenaggio dell'acqua, un enorme risparmio di tempo in cantiere e una riduzione dei rischi dovuti ad una errata installazione.

FOAMGLAS® TAPERED: di cosa si tratta

FOAMGLAS® TAPERED è un prodotto di alta qualità che integra le esigenze di isolamento a quelle di evacuazione dell'acqua. Una soluzione studiata per offrire anche alle prossime generazioni **un isolamento ottimale e una ideale protezione contro l'umidità**. FOAMGLAS® TAPERED **protegge il vostro bene, assicura minimi costi di manutenzione, non è infiammabile, resiste a pressioni elevate ed è resistente a funghi e parassiti**.

Le modalità operative di FOAMGLAS® TAPERED

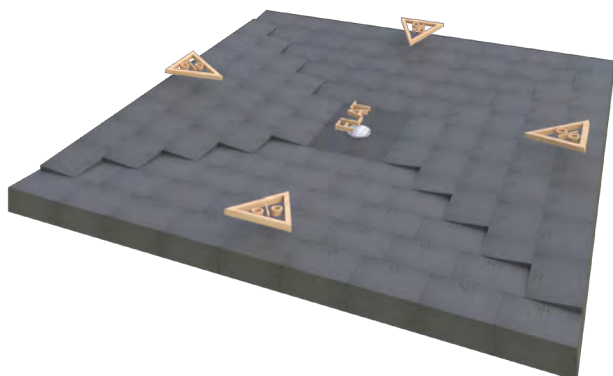
Innanzitutto, **il nostro Esperto Sales Engineer lavorerà a stretto contatto con voi, per assicurare la perfetta rispondenza di tutti i dati necessari alla progettazione della soluzione a pendenza integrata richiesta dal vostro progetto**.

Saranno necessarie informazioni sul perimetro delle superfici, sui davanzali, sulle gronde, sugli scarichi idrici e su eventuali vincoli di altezza del tetto. E verranno prese in considerazione anche la pendenza richiesta, la direzione di scarico ottimale e le prestazioni termiche desiderate.

In un secondo tempo, i nostri Esperti del **Team di studio TAPERED** vi guideranno in ogni fase del processo, prendendo in esame tutte le vostre esigenze e ogni specifico dettaglio del vostro progetto. Vi metteranno a disposizione disegni di progetto e un piano di installazione dettagliato per una soluzione di isolamento di alta qualità capace di resistere alla prova del tempo.

I vantaggi per voi

FOAMGLAS® TAPERED vi assicura la massima **tranquillità**: il drenaggio corretto e l'isolamento a tenuta stagna minimizzano i futuri rischi di perdite, assicurando una lunga durata senza acqua stagnante. L'elevata resistenza alla compressione consentirà di prevenire anche le deformazioni **escludendo difetti o danni**. Diversamente dalle soluzioni alternative, FOAMGLAS® TAPERED consente anche una riduzione della pendenza. Risultato? Un minore spessore totale e un minore volume di materiale richiesto. FOAMGLAS® TAPERED è conveniente anche economicamente: la durata nel tempo assicura il massimo valore e costi minimi di manutenzione.



8 - Pronti per iniziare?

Ora che conoscete tutti i vantaggi dell'isolamento termico FOAMGLAS® per tetti attivi, siamo certi che vi sarà venuta voglia di realizzare il vostro prossimo progetto con il nostro isolante in vetro a celle chiuse.

Avete domande riguardo al nostro sistema Tetto Compatto?

Contattate i nostri consulenti tecnici che vi proporranno la soluzione perfetta per il vostro progetto e formeranno il vostro personale per la corretta posa del materiale.



Pittsburgh Corning Svizzera SA
Schöngrund 26
CH-6343 Rotzkreuz
Telefono +41 (0)41 798 07 08

www.foamglas.ch

