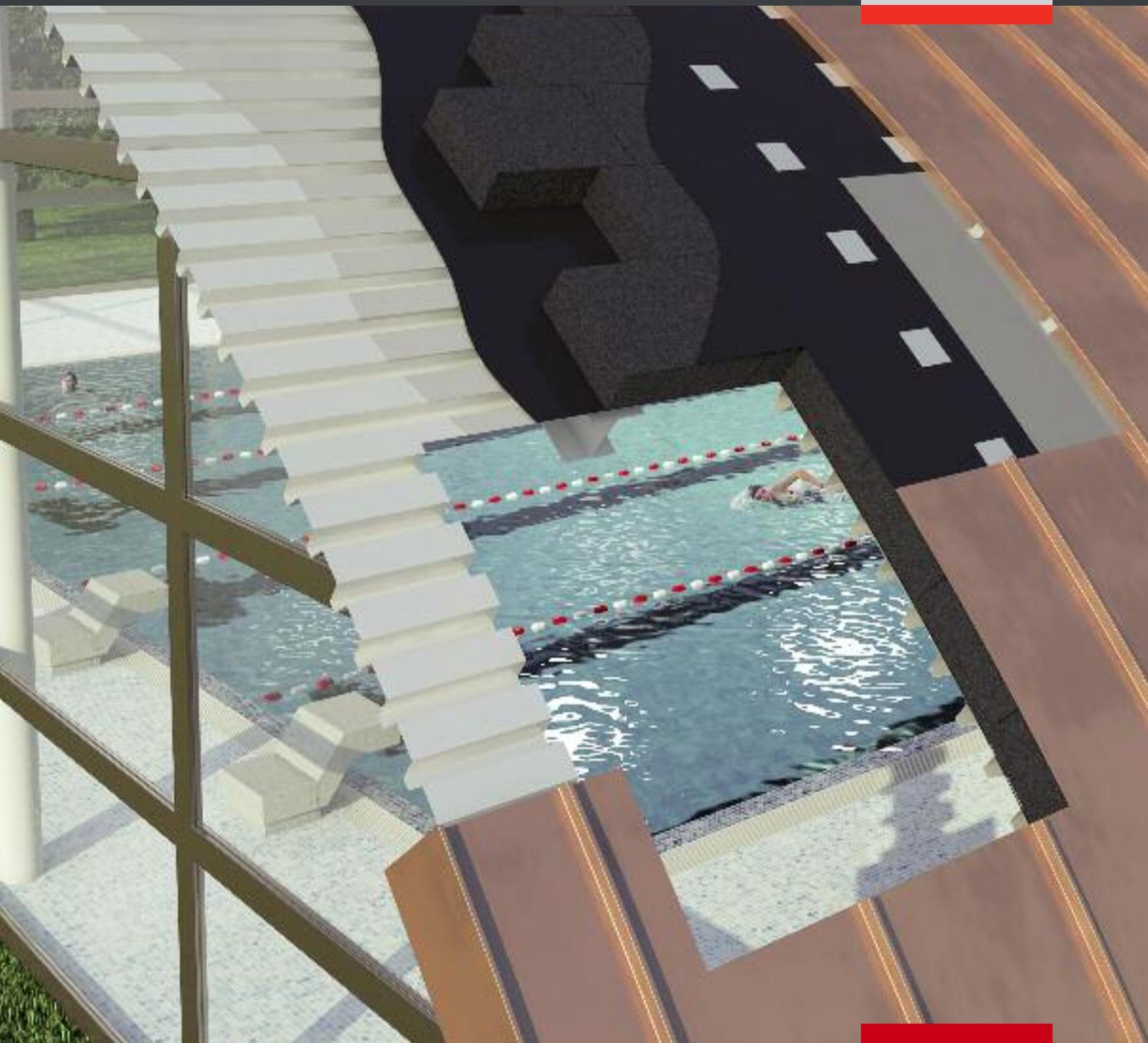


# Sistemi di isolamento per tetti in metallo e tetti speciali

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

**FOAMGLAS®**  
Building



**FOAMGLAS®**

## **Sommario**

<b>Estetica e longevità</b>	<b>4</b>
<b>Costruzione ineccepibile</b>	<b>6</b>
<b>Sistemi per tetti in metallo</b>	<b>8</b>
<b>Sistemi per tetti speciali</b>	<b>22</b>
<b>Fisica della costruzione e tecnica</b>	<b>26</b>
<b>Protezione antincendio preventiva</b>	<b>32</b>
<b>Bilancio ecologico positivo</b>	<b>35</b>



## Estetica e longevità

In relazione a opere edili tecnicamente ed esteticamente esigenti, già nei decenni passati si è fatto ricorso al metallo per la copertura dei tetti. I grandi costruttori dell'epoca ne avevano infatti già scoperti i vantaggi, ma la longevità e l'adattabilità di questo materiale – pure nelle situazioni più complesse – è ancora oggi ampiamente apprezzata da architetti e committenti. Anzi: lo è sempre più. Combinati con un isolamento termico altamente efficiente in FOAMGLAS® – l'isolante di sicurezza in vetro cellulare – tetti in metallo e tetti speciali sono oggi preferiti anche per ragioni di carattere economico.

## Versatilità configurativa altamente economica

I tetti metallici hanno incontestabilmente il vento in poppa. Questo materiale non è ormai più destinato esclusivamente a chiese o edifici pubblici e industriali, ma è sempre più utilizzato anche nell'ambito dell'abitazione. Il metallo consente infatti di rivestire anche i tetti dalle forme più inconsuete, per la gioia di architetti e committenti: non solo l'occhio ha la sua parte, ma il tetto metallico soddisfa le più elevate esigenze anche sotto l'aspetto della lon-

- 1 Bagno termale, Alvaneu
- 2 Penthouse, Palace Hotel, Gstaad
- 3 Chiesa di Ste-Thérèse de Lisieux, Friburgo



gevità e, conseguentemente, dell'economicità. Risultando praticamente esente da manutenzione, un tetto in metallo realizzato a regola d'arte si rivela a lungo termine molto vantaggioso.

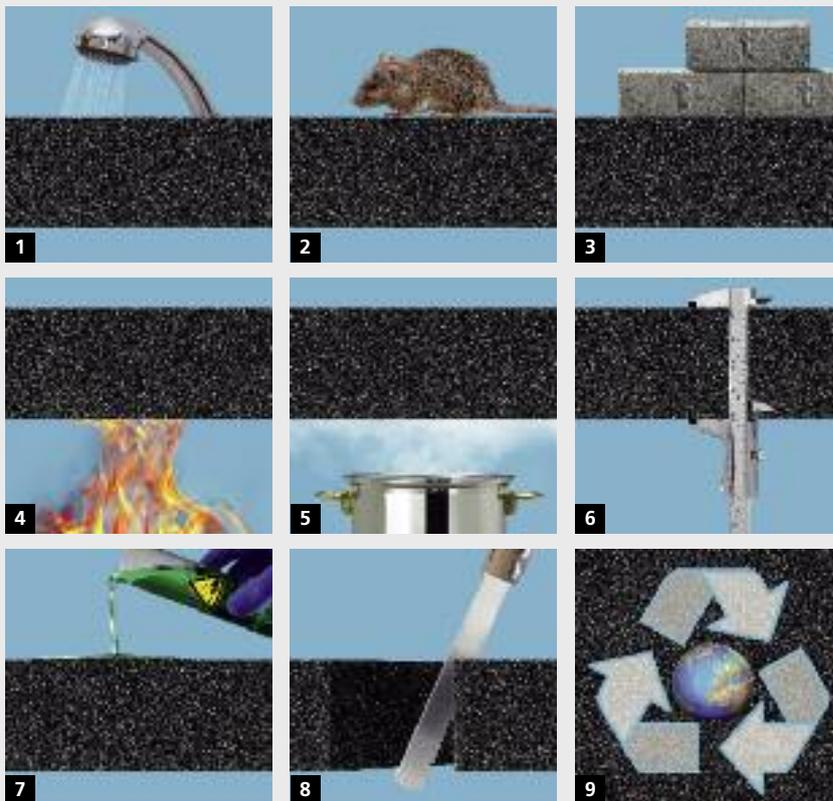
### Sistemi dalle soluzioni ecologicamente sensate

Questo materiale da costruzione «naturale» è apprezzato anche grazie al suo bilancio ecologico positivo. In esso, economia ed ecologia risultano praticamente fuse, e consentono la realizzazione di costruzioni di grande pregio e qualità. I tetti in metallo rafforzano il loro slancio ecologico in quanto, ad esempio al termine della vita dell'edificio, sia la copertura, sia l'isolante – ammesso che si tratti di FOAMGLAS® – possono essere riciclati. Mentre i metalli trovano impiego in un circuito chiuso teso alla produzione di materiali «freschi», l'isolante in vetro cellulare trova ad esempio impiego come materiale di riempimento isolante

### Un criterio decisivo: la longevità

In quest'ambito, il metallo si impone in modo particolare: in Europa incontriamo ad esempio ovunque rivestimenti di tetti in alluminio vecchi di un secolo. E il tetto in rame del duomo di Hildesheim vanta quasi 300 anni di vita del tutto indenne. Grazie allo stato attuale delle conoscenze e premesso un utilizzo conforme, anche lo zinco titanio e l'acciaio inossidabile offrono considerevoli aspettative di vita. Non stupisce quindi che, sia la mano pubblica, sia la committenza privata, facciano sempre maggiore affidamento sulla funzionalità, la sicurezza e l'estetica del metallo.

### Caratteristiche del materiale isolante FOAMGLAS®



- 1 Impermeabile** FOAMGLAS® è impermeabile in quanto composto di vetro a cellule chiuse. **Vantaggi:** non assorbe umidità e non si gonfia.
- 2 Resistenze ai parassiti** In quanto inorganico, FOAMGLAS® è imputrescibile e resistente ai parassiti. **Vantaggi:** isolamenti esenti da rischi, in particolare per zoccoli e a contatto con il terreno. Inadatto alla nidificazione, alla cova e alla germinazione.
- 3 Resistente alla compressione** Grazie alla sua struttura in vetro, FOAMGLAS® resiste alla compressione e allo scorrimento anche con carichi duraturi. **Vantaggi:** utilizzo esente da rischi quale isolante termico per carichi elevati.
- 4 Incombustibile** FOAMGLAS® non è combustibile in quanto composto di puro vetro. Comportamento in caso di incendio, classificazione secondo EN 13501: A1. **Vantaggi:** magazzino e lavorazione esenti da pericoli. Non propaga le fiamme. In caso di incendio, non sviluppa fumi né gas tossici.
- 5 Resistente al vapore** FOAMGLAS® è impermeabile al vapore in quanto composto di cellule di vetro ermetiche. **Vantaggi:** non assorbe umidità e agisce al tempo stesso da barriera contro il vapore, garantendo per decenni valori isolanti costanti. Impedisce la penetrazione del radon.
- 6 Stabilità dimensionale** FOAMGLAS® non altera le proprie dimensioni poiché il vetro non si restringe né si gonfia. **Vantaggio:** nessuna contrazione, riduzione o scorrimento dell'isolante. Coefficiente di dilatazione ridotto, quasi uguale a quelli di acciaio e calcestruzzo.
- 7 Resistente agli acidi** FOAMGLAS® è resistente ad acidi e solventi organici in quanto composto di puro vetro. **Vantaggi:** inattaccabilità dello strato isolante da parte di agenti corrosivi.
- 8 Facile da lavorare** FOAMGLAS® è facile da lavorare poiché è composto di cellule di vetro dalla parete sottile. **Vantaggi:** FOAMGLAS® può essere modellato nella forma voluta mediante semplici attrezzi, quali una sega e una raspa.
- 9 Ecologico** FOAMGLAS® è esente da additivi ignifughi dannosi per l'ambiente e gas a effetto serra, e si compone per oltre il 60% di pregiato vetro riciclato. Per la sua fabbricazione si ricorre esclusivamente a elettricità rinnovabile. **Vantaggi:** dopo un pluridecennale utilizzo come isolante, FOAMGLAS® può ancora essere ecologicamente riciclato e riutilizzato sottoforma di granulato.



- 1 Cendres et Métaux, Biel
- 2 Scuola Mattenhof, Zurigo
- 3 Università, Zurigo
- 4 Central Bank, Vaduz

## Costruzione ineccepibile

Nelle combinazioni con supporti di tetti e/o materiali isolanti, è essenziale selezionare dei materiali da costruzione che si combinano in modo ideale con il metallo, ma capaci al tempo stesso di garantire una funzionalità ineccepibile anche dai punti di vista termico e della fisica della costruzione.

L'isolante FOAMGLAS® si rivela particolarmente adatto alla costruzione e all'isolamento di tetti in metallo. Diverse configurazioni di sistema garantiscono che il tetto monoguscio non ventilato, associato a rivestimenti metallici, costituisca una variante esecutiva sicura e tecnicamente superiore.

Questo permette anche di chiudere definitivamente la sterile discussione «pro o contro il tetto caldo».

### Una base sicura per il tetto metallico non ventilato

FOAMGLAS® è chiaramente superiore agli isolanti convenzionali. L'isolante di sicurezza si compone di vetro cellulare, cioè di milioni di minuscole cellule di vetro piene d'aria che gli conferiscono un elevato potere isolante. La barriera contro il vapore è «integrata» nel materiale stesso.

### Il vetro cellulare è quindi il solo materiale a svolgere contemporaneamente le funzioni di isolante termico e barriera contro il vapore.

Un ulteriore argomento è fornito dalla sua elevata resistenza alla compressione consente il fissaggio della copertura metallica non sulla base portante, bensì mediante incollaggio nello strato isolante, e quindi in assenza di ponti termici.

### Sistemi per tetti speciali

Sia in relazione a nuove costruzioni, sia nell'ambito di risanamenti, si incontrano strutture di tetti che è possibile qualificare come «speciali». Solitamente, tali strutture sono state scelte per motivi

architettonici, pratici o acustici. E anche se in questi casi non si può parlare esplicitamente di tetti piani, le esigenze che questi sistemi pongono a livello di isolamento sono ad essi paragonabili.

Il «principio del tetto compatto FOAMGLAS®» si è affermato ormai da decenni grazie alle sue proprietà straordinarie. Gli esempi di riferimento mostrano come FOAMGLAS® possa essere utilizzato in modo estremamente vantaggioso

anche nel caso di tetti speciali, dalle forme geometriche più diverse, con superfici piane o curve e/o in presenza di materiali di copertura o di supporto particolari.

## Caratteristiche del tetto caldo realizzato con FOAMGLAS®

- Longevità della struttura del tetto grazie alla combinazione di materiali resistenti all'invecchiamento
- Protezione termica efficiente e al tempo stesso altezze di costruzione ridotte
- Coefficiente di isolamento costante durante l'intero sfruttamento dell'edificio
- Facilità di lavorazione e di posa
- Grande sicurezza in fatto di fisica della costruzione e minimi rischi di danneggiamenti
- Carico minimo in caso di incendio; nessuna propagazione delle fiamme
- Economico e vantaggioso
- Indipendente dalle pendenze e per tetti delle dimensioni volute
- Praticamente adatto per qualsiasi architettura del tetto



Nella realizzazione di tetti in metallo, lo zinco titanio, l'alluminio, il rame e l'acciaio inossidabile sono i materiali più utilizzati. Questi materiali vengono posati sopra l'isolante FOAMGLAS® secondo le regole dell'arte della carpenteria.



- 1 Rame
- 2 Zinco titanio
- 3 Alluminio
- 4 Acciaio inossidabile



## Sistemi per tetti in metallo

### Università di Zurigo, Zurigo

**Architetto** Calatrava Santiago Valls SA, Zurigo

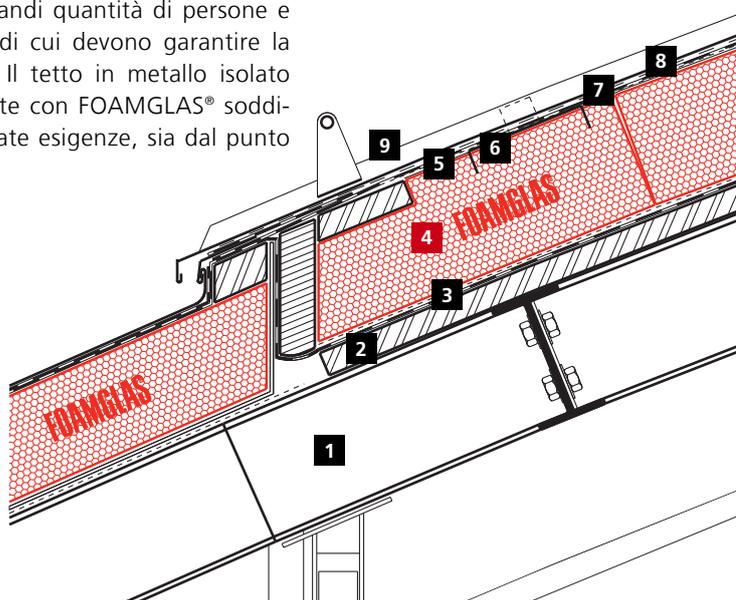
**Anno di esecuzione** 2002

**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto, ca. 1000 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, spessore 150 mm, incollato

**Copertura** Copertura in lamiera di rame prepatinata con giunti verticali

Quando gli architetti cercano nuove forme di espressione estetiche, chiedono soluzioni altrettanto innovative. E non stupisce neppure il fatto che, nel caso di interventi al centro dell'interesse pubblico, come quello all'Università di Zurigo, vengano poste delle esigenze particolari. Questi edifici devono soddisfare elevatissimi standard di sicurezza, poiché ospitano grandi quantità di persone e di oggetti, di cui devono garantire la protezione. Il tetto in metallo isolato termicamente con FOAMGLAS® soddisfa tali elevate esigenze, sia dal punto

di vista dell'estetica, sia per quanto concerne la sicurezza. FOAMGLAS® è estremamente sicuro dal punto di vista della fisica della costruzione, è incombustibile e, in caso di incendio, non contribuisce alla propagazione delle fiamme. Al tempo stesso, garantisce una protezione termica efficiente e duratura, che rimane costante per decenni.



### L'estetica coniuga la sicurezza

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)

#### Stratigrafia

- 1 trave in acciaio
- 2 assito in legno
- 3 strato di separazione bituminoso
- 4 FOAMGLAS® T4, posato con bitume caldo
- 5 rasata con bitume caldo
- 6 placchette di fissaggio PC (lamiera dentellata)
- 7 impermeabilizzazione monostrato, bituminosa
- 8 strato di separazione, isolante fonico
- 9 copertura in lamiera di rame prepatinata





## Sistemi per tetti in metallo

### Casa monofamiliare Moser, Lüscherz

**Architetto** Hans Nievergelt, arch. ETH SIA, Erlach

**Anno di esecuzione** 2001

**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto, ca. 125 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, spessore 150 mm, incollato

**Copertura** Copertura in lamiera VM Zinc+ con giunti verticali

Le sottostrutture termicamente ottimizzate per tetti in lamiera consentono considerevoli risparmi di energia. La resistenza e l'indefornabilità dell'isolante FOAMGLAS® permettono di aprire nuove vie nel campo della costruzione di tetti. Il peso proprio della copertura in lamiera e le forze dei venti vengono scaricate sul supporto attraverso lo strato isolante, mediante delle piastre dentate che lo penetrano. A confronto con

le sottostrutture convenzionali, questo sistema riduce a un minimo la dispersione di calore e l'altezza di costruzione.

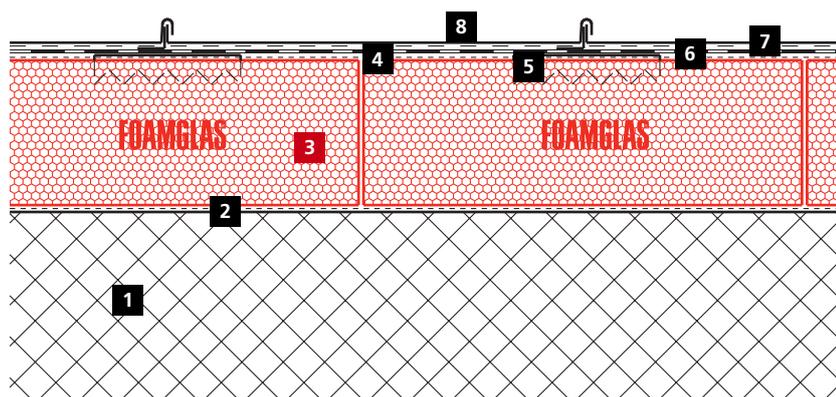
### Un tetto termicamente ottimizzato

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)

#### Stratigrafia

- 1 calcestruzzo, inclinato
- 2 imprimitura bituminosa
- 3 FOAMGLAS® T4+, posato con bitume caldo
- 4 rasata con bitume caldo
- 5 placchette di fissaggio PC (lamiera dentellata)
- 6 impermeabilizzazione monostrato, bituminosa
- 7 strato di separazione, velovetro
- 8 copertura in lamiera VM Zinc+





## Sistemi per tetti in metallo

### Bagno termale Alvanu, Alvanu-Bad

**Architetto** Martin Stöhr, Architektur und Gestaltung, Davos-Platz

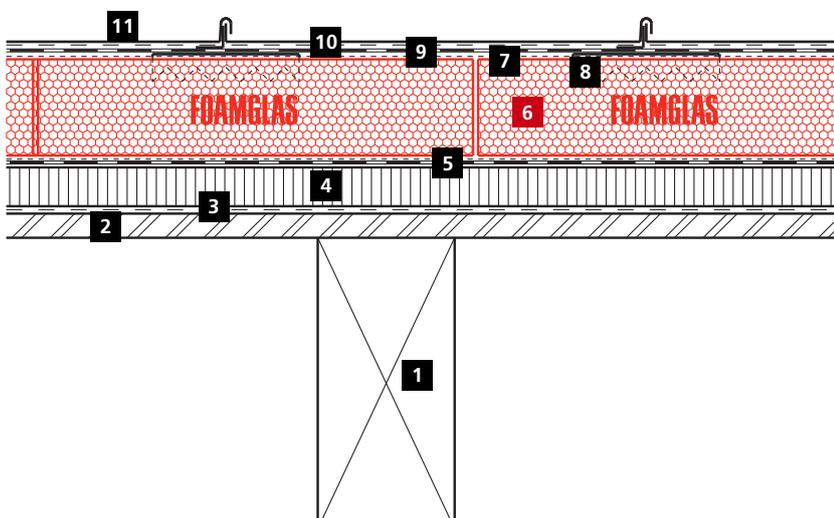
**Anno di esecuzione** 2000

**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto, ca. 600 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, spessore 100 mm, incollato

**Copertura** Copertura in lamiera di rame con giunti verticali

Il presupposto del committente era che l'impianto di Alvanu fosse una costruzione longeva e ineccepibile dal punto di vista della fisica della costruzione. Un altro obiettivo dichiarato era la scelta di un tipo di costruzione capace di rappresentare una variante vantaggiosa in relazione sia ai costi di costruzione, sia a quelli di esercizio. All'aspetto dell'isolamento termico è stata attribuita un'im-

portanza primaria, in quanto Alvanu sorge a circa 1000 metri sul livello del mare. E un aspetto di particolare importanza trattandosi di un impianto balneare: nel sistema di cellule ermeticamente chiuso non può svilupparsi condensazione, né penetrare o accumularsi dell'acqua. L'azione dell'umidità è pertanto esclusa.



**Una costruzione longeva e ineccepibile per la fisica della costruzione**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)  
[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)

#### Stratigrafia

- 1 trave in lamellare
- 2 cassetta
- 3 strato di separazione, velovetro
- 4 pannelli in lana minerale
- 5 impermeabilizzazione monostrato, bituminosa
- 6 FOAMGLAS® T4+, posato con bitume caldo
- 7 rasata con bitume caldo
- 8 placchette di fissaggio PC (lamiera dentellata)
- 9 impermeabilizzazione monostrato, bituminosa
- 10 strato di separazione, velovetro
- 11 copertura in lamiera di rame





## Sistemi per tetti in metallo

### Chiesa di Ruggell (Principato del Liechtenstein)

**Architetto** Architekturbüro Bargetze + Partner, Vaduz, Principato del Liechtenstein

**Anno di esecuzione** 1999

**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto, ca. 200 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, spessore 140 mm, incollato

**Copertura** Copertura in lamiera Uginox con giunti verticali

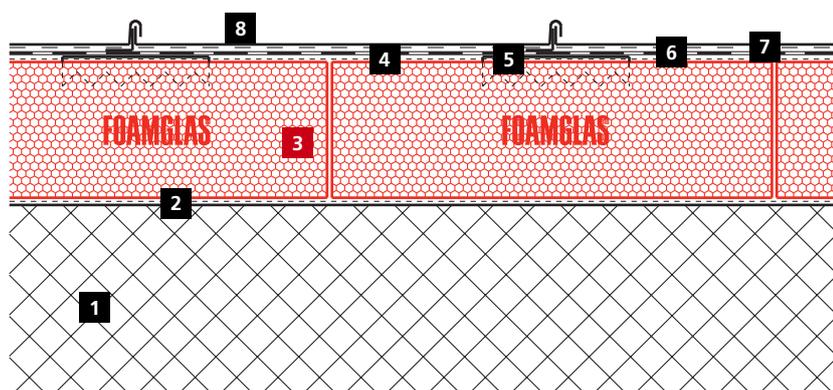
Quando, come in questo caso, per motivi di progetto è richiesto un tetto piano inclinato in lamiera, i presupposti per un flusso termico efficiente non sono più dati: ventilazione e deumidificazione sono quindi impediti. Cosa fare? Con FOAMGLAS®, l'isolante in vero cellulare impermeabile all'acqua e al vapore, i tetti non ventilati si lasciano realizzare in

modo ottimale. FOAMGLAS® è al tempo stesso strato isolante, barriera contro il vapore e supporto portante per la copertura metallica.

**Dove non c'è umidità, non occorre asciugare**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)



#### Stratigrafia

- 1 calcestruzzo, inclinato
- 2 imprimitura, bituminosa
- 3 FOAMGLAS® T4+, posato con bitume caldo
- 4 rasata con bitume caldo
- 5 placchette di fissaggio PC (lamiera dentellata)
- 6 impermeabilizzazione monostrato, bituminosa
- 7 strato di separazione velovetro
- 8 copertura in lamiera Uginox





## Sistemi per tetti in metallo

### Ampliamento del complesso residenziale Zelgli, Winterthur

**Architetto** Beat Rothen, Winterthur

**Anno di esecuzione** 1999

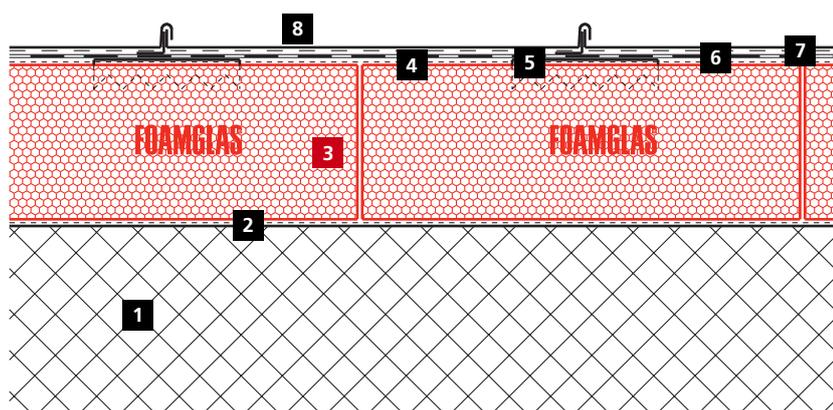
**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto, ca. 770 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, spessore 160 mm, incollato

**Copertura** Copertura in lamiera di rame con giunti verticali

I tetti a una falda reciprocamente sfalsati premettono, grazie a strisce vetrate, di meglio illuminare anche le profondità dell'edificio. Quando le altezze della costruzione e dei locali sono date, è quindi importante ridurre al minimo l'altezza della struttura del sottotetto, al fine di massimizzare l'altezza delle finestre e, di conseguenza, il passaggio della luce diurna. Il sistema per tetti compatti monoguscio FOAMGLAS® con

copertura in lamiera non necessita di strati supplementari rubaspazio, quali listonature, spazi per la retroventilazione e cassature. La semplicità della costruzione e il guadagno di spazio da essa consentito rendono questo sistema estremamente economico.

**Economicità e sicurezza: la formula del successo di FOAMGLAS®**  
[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)  
[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)



#### Stratigrafia

- 1 calcestruzzo i, inclinato
- 2 imprimitura, bituminosa
- 3 FOAMGLAS® T4+, posato con bitume caldo
- 4 rasata con bitume caldo
- 5 placchette di fissaggio PC (lamiera dentellata)
- 6 impermeabilizzazione monostrato, bituminosa
- 7 strato di separazione, velovetro
- 8 copertura in lamiera di rame





## Sistemi per tetti in metallo

### Forum Roche Buonas, Buonas

**Architetto** Scheitlin Syfrig + Partner Architekten AG, Lucerna

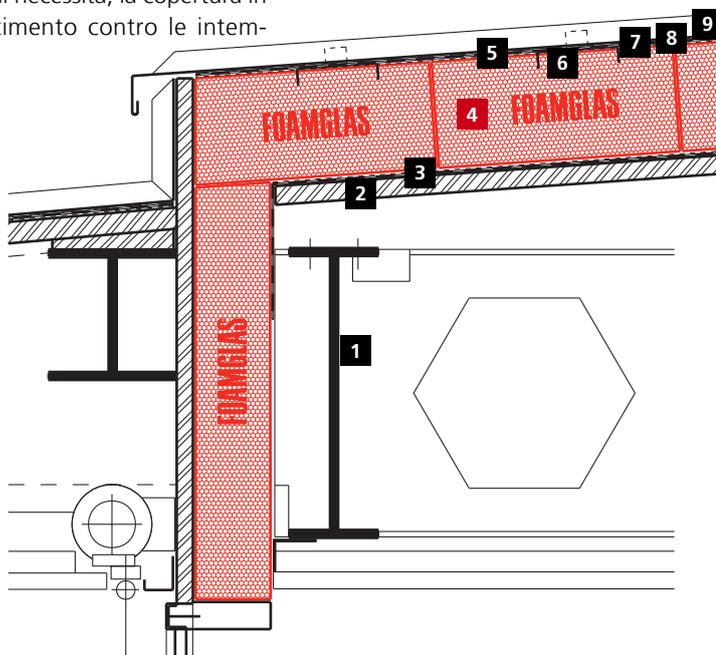
**Anno di esecuzione** 2002

**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto, ca. 1400 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, spessore 200 mm, incollato

**Copertura** Copertura in lamiera di rame con giunti verticali

Come per quanto concerne l'architettura e il concetto cromatico, degli elevati standard qualitativi sono stati posti anche in relazione ai materiali utilizzati. Nella facciata, il materiale visibile dominante è un travertino giallo chiaro, mentre l'isolante di sicurezza FOAMGLAS® svolge il suo lavoro in modo invisibile. La manutenzione del tetto è ridotta al minimo e, in caso di necessità, la copertura in lamiera (rivestimento contro le intem-

perie) può essere rinnovata senza pregiudicare in alcun modo l'isolamento termico e la sottostruttura. Al Forum Roche di Buonas, FOAMGLAS® assicura un isolamento termico efficace sia nel tetto piano con copertura in lamiera, sia nella parte ricoperta di vegetazione, garantendo in tal modo il mantenimento del valore dei fabbricati.



### Massima qualità e mantenimento del valore dei fabbricati

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)  
[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)

#### Stratigrafia

- 1 trave in acciaio
- 2 assito in legno
- 3 strato di separazione bituminoso rivestito in velovetro
- 4 FOAMGLAS® T4+, posato con bitume caldo
- 5 rasata con bitume caldo
- 6 placchette di fissaggio PC (lamiera dentellata)
- 7 impermeabilizzazione monostrato, bituminosa
- 8 strato di separazione isolante fonico
- 9 copertura in lamiera di rame





## Sistemi per tetti in metallo

### Trasformazione e aggiunta all'edificio di comando della centrale elettrica, Dallenwil

**Architetto** Hans Eichenberger AG, Ingenieurbüro, Zurigo

**Anno di esecuzione** 1999

**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto, ca. 240 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, spessore 100 mm, incollato

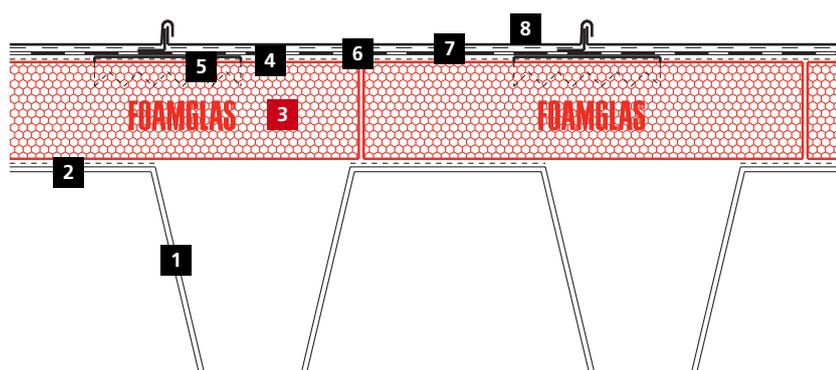
**Copertura** Copertura in lamiera VM Zinc con giunti verticali

I tetti metallici a debole pendenza o tendente a zero pongono elevate esigenze all'isolamento termico sottostante. Occorre considerare infiltrazioni d'acqua, e solo un'impermeabilizzazione supplementare o un materiale isolante insensibile all'umidità e impermeabile all'acqua possono impedirne la penetrazione. Grazie alle sue caratteristiche uniche, FOAMGLAS® offre i presuppo-

sti ideali per una simile struttura del tetto. L'acqua che potrebbe penetrare dai giunti viene scaricata grazie all'impermeabilità, garantendo protezione a lungo termine contro il calore e l'umidità.

**Protezione termica e idrofuga garantita a lungo termine**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)  
[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)



#### Stratigrafia

- 1 lamiera trapezoidale
- 2 imprimitura bituminosa
- 3 FOAMGLAS® T4+, posato con bitume caldo
- 4 rasata con bitume caldo
- 5 placchette di fissaggio PC (lamiera dentellata)
- 6 impermeabilizzazione monostrato, bituminosa
- 7 strato di separazione, velovetro
- 8 copertura in lamiera VM Zinc





## Sistemi per tetti in metallo

### Penthouse, Palace Hotel, Gstaad

**Architetto** Jaggi & Partner AG, Architektur und Planung, Gstaad

**Anno di esecuzione** 2000

**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto, ca. 250 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, spessore 120 mm, incollato

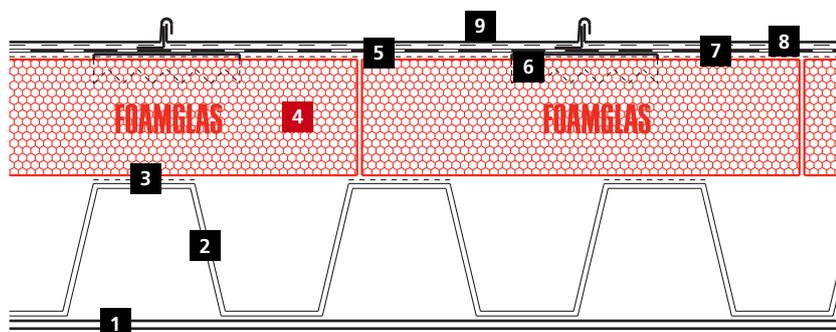
**Copertura** Copertura in lamiera VM ZINC+ con giunti verticali

Il tetto a una falda leggermente inclinato su quattro lati è la combinazione di una sottostruttura in acciaio con una copertura realizzata con lamiere trapezoidali, l'isolante di sicurezza FOAMGLAS® ad esse incollato e un rivestimento esterno in zinco titanio. La costruzione e la scelta dei materiali, del tutto innovative per la regione, si rivelano una soluzione elegante dai vantaggi imprescindibili,

di carattere estetico, ecologico ed economico. E qui, tra le montagne, il sistema presenta un ulteriore vantaggio: il tetto è in grado di resistere anche alla massima forza aspirante del vento – senza fissaggi meccanici supplementari. Un risultato persino impensabile, con altri materiali.

**Una scelta di materiali estetica, ecologica ed economica**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)  
[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)



#### Stratigrafia

- 1 trave in acciaio
- 2 lamiera trapezoidale
- 3 imprimitura bituminosa
- 4 FOAMGLAS® T4+, posato con bitume caldo
- 5 rasata con bitume caldo
- 6 placchette di fissaggio PC (lamiera dentellata)
- 7 impermeabilizzazione monostrato, bituminosa
- 8 strato di separazione, velovetro
- 9 copertura in lamiera VM Zinc+





## Sistemi per tetti in metallo

### Sala polivalente, Dornbirn (Austria)

**Architetto** ARGE Dipl. Ing. Leopold Kaufmann, Dipl. Ing. Oskar Leo Kaufmann, BM Johannes Kaufmann

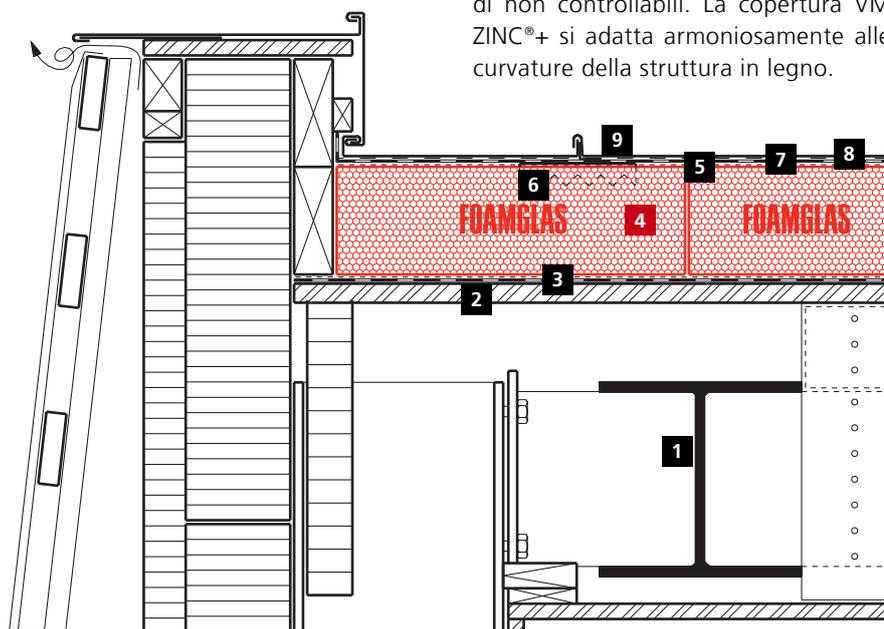
**Anno di esecuzione** 1998

**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto ca. 5000 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, spessore 140 mm, incollato

**Copertura** Copertura in lamiera VM Zinc Quartz+, con giunti verticali

Secondo gli architetti, la particolare forma del padiglione richiedeva sin dall'inizio una copertura in lamiera. La scelta cadde senza discussioni sulla VM ZINC® QUARTZ+. Per ragioni legate alla fisica della costruzione, il tetto compatto

FOAMGLAS® si è quindi rivelato ideale per gli 80 metri di lunghezza della copertura, soggetta temporaneamente anche al carico della neve. Lo strato isolante spesso 140 mm costituisce un'efficace barriera contro il vapore e il tetto è esente da strati d'aria o spazi intermedi non controllabili. La copertura VM ZINC®+ si adatta armoniosamente alle curvature della struttura in legno.



### Sicurezza a lungo termine per un tetto dalla struttura innovativa

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)  
[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)

#### Stratigrafia

- 1 trave in acciaio
- 2 rivestimento in legno
- 3 strato di separazione bituminoso, inchiodato per resistere alle tempeste
- 4 FOAMGLAS® T4+, posato con bitume caldo
- 5 rasata con bitume caldo
- 6 placchette di fissaggio PC (lamiera dentellata)
- 7 impermeabilizzazione monostrato, bituminosa
- 8 strato di separazione velovetro
- 9 copertura in lamiera VM Zinc Quartz+





## Sistemi per tetti in metallo

### Museo Tinguely / Niki de Saint Phalle, Friborgo

**Architetto** Michel Waeber Architekt (progetto)

Jean-Claude Sauterel, Friborgo (direzione lavori)

**Anno di esecuzione** 1998

**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto, ca 500 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, spessore 100 mm, incollato

**Copertura** Copertura in lamiera VM Zinc Quartz+, con giunti verticali

In questo caso, una stazione ferroviaria vecchia di oltre un secolo e dalla storia movimentata (temporaneamente è servita anche da autorimessa) è stata trasformata in museo. L'antico manufatto ha potuto essere conservato e rivalorizzato anche grazie a FOAMGLAS®. I musei devono proteggere: per questo, in relazione alla costruzione sono richiesti standard qualitativi particolarmente ele-

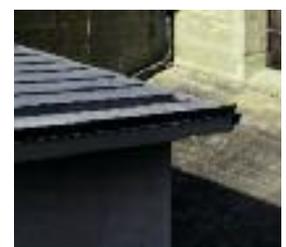
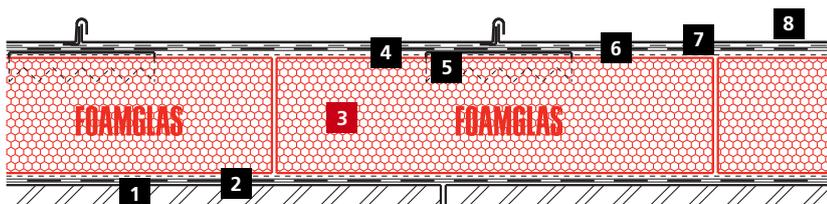
vati. Questo vale anche per gli isolanti. Grande importanza va poi accordata anche alla prevenzione degli incendi. E FOAMGLAS® soddisfa tutte queste esigenze: è incombustibile (indice di incendio 6.3) e, tra gli isolanti, è l'unico materiale che non emette fumi né arde in carenza di ossigeno.

**FOAMGLAS® soddisfa le massime esigenze in fatto di qualità, longevità e protezione antincendio**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)  
[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)

#### Stratigrafia

- 1 assito in legno
- 2 strato di separazione bituminoso, inchiodato per resistere alle tempeste
- 3 FOAMGLAS® T4+, posato con bitume caldo
- 4 rasata con bitume caldo
- 5 placchette di fissaggio PC (lamiera dentellata)
- 6 impermeabilizzazione monostrato, bituminosa
- 7 strato di separazione, velovetro
- 8 copertura in lamiera VM Zinc Quartz+





## Sistemi per tetti in metallo

### Stazione di monte Glacier 3000, Les Diablerets

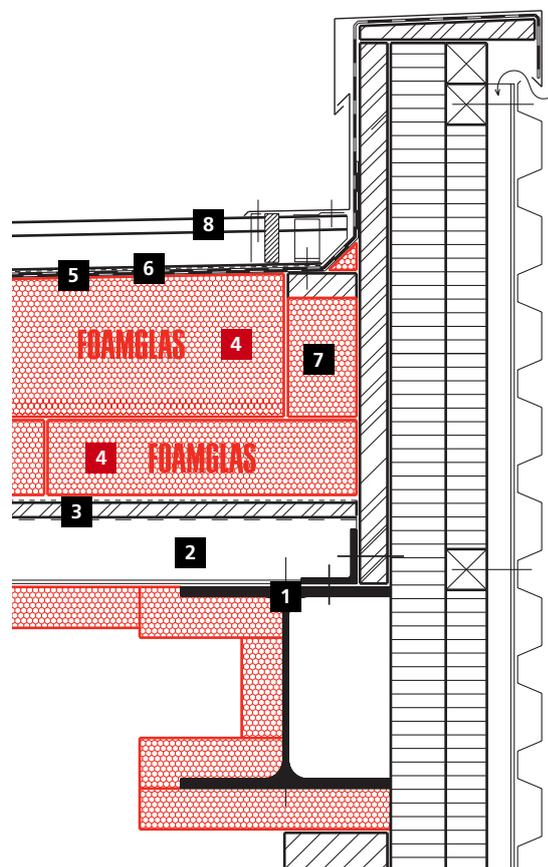
**Architetto** Mario Botta, Lugano

**Anno di esecuzione** 2001

**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto, ca. 400 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® TAPERED T4+ (tetto in pendenza), doppio strato, spessore medio 320 mm, incollato, elemento di fissaggio 571 COMPOSIT con rivestimento in legno

**Copertura** Copertura in lamiera di alluminio, sistema KAL-ZIP

Sicurezza dal pavimento al tetto. Per rispondere alle elevate esigenze, tetto, pavimenti e pareti interne ed esterne sono tutti isolati termicamente con FOAMGLAS®, beneficiando al tempo stesso della massima protezione contro gli incendi. Anche l'intera struttura portante in acciaio è completamente rivestita con l'isolante di sicurezza. La parte superiore dell'isolamento del tetto è stata realizzata con FOAMGLAS® Tapered Roof System: gli elementi in vetro cellulare vengono in questo caso preparati in precedenza con l'inclinazione desiderata e quindi posati, permettendo un deflusso dell'acqua perfetto e di una semplicità geniale.



**Ottimo isolamento termico e sicurezza contro gli incendi**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)  
[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)

#### Stratigrafia

- 1 trave in acciaio
- 2 lamiera trapezoidale
- 3 lastra Duripanel
- 4 FOAMGLAS® TAPERED T4+, posato con bitume caldo
- 5 impermeabilizzazione a doppio strato, bituminosa
- 6 strato di separazione, velovetro
- 7 elemento di fissaggio Composit
- 8 copertura in lamiera di alluminio





## Sistemi per tetti in metallo

### Piscina coperta, Sion

**Architetto** Roland Dournow, Meyrin

**Anno di esecuzione** 2003

**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto, ca. 2300 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, doppio strato, spessore 230 mm, incollato

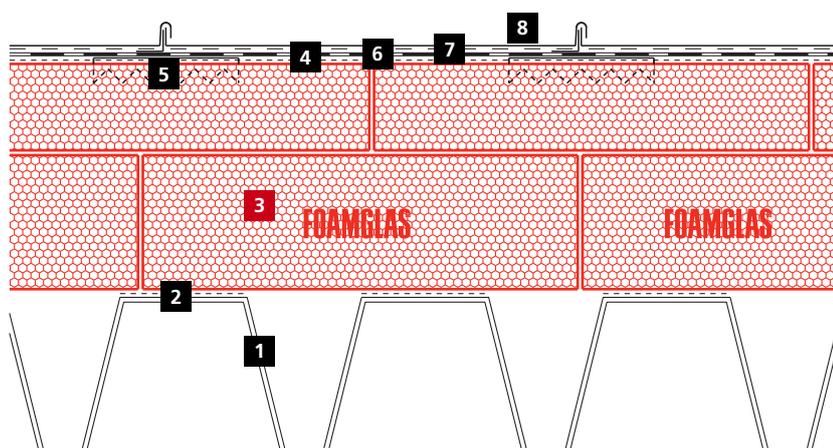
**Copertura** Copertura in lamiera di rame con giunti verticali

Nel caso di una piscina coperta, le esigenze in termini di fisica della costruzione poste all'involucro dell'edificio sono complesse. In presenza di isolanti convenzionali, la formazione di condensa nella struttura può essere evitata solo grazie alla ventilazione. Non è così con FOAMGLAS®: grazie alla sua struttura, costituita di milioni di cellule di vetro

ermeticamente chiuse, FOAMGLAS® è assolutamente impermeabile al vapore e funge da barriera contro di esso. Questo permette di rinunciare alla retroventilazione e a fragili pellicole. Il rischio di penetrazione dell'umidità è escluso.

**La soluzione che soddisfa complessi requisiti di fisica della costruzione**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)  
[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)



#### Stratigrafia

- 1 lamiera trapezoidale
- 2 imprimitura, bituminosa
- 3 FOAMGLAS® T4+, posato con bitume caldo
- 4 rasata con bitume caldo
- 5 placchette di fissaggio PC (lamiera dentellata)
- 6 impermeabilizzazione monostrato, bituminosa
- 7 strato di separazione, velovetro
- 8 copertura in lamiera di rame





## Sistemi per tetti in metallo

### Casa monofamigliare, Winterthur

**Architetto** Beat Rothen, architetto ETH SIA BSA, Winterthur

**Anno di esecuzione** 2001

**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto, ca. 100 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, spessore 160 mm, incollato

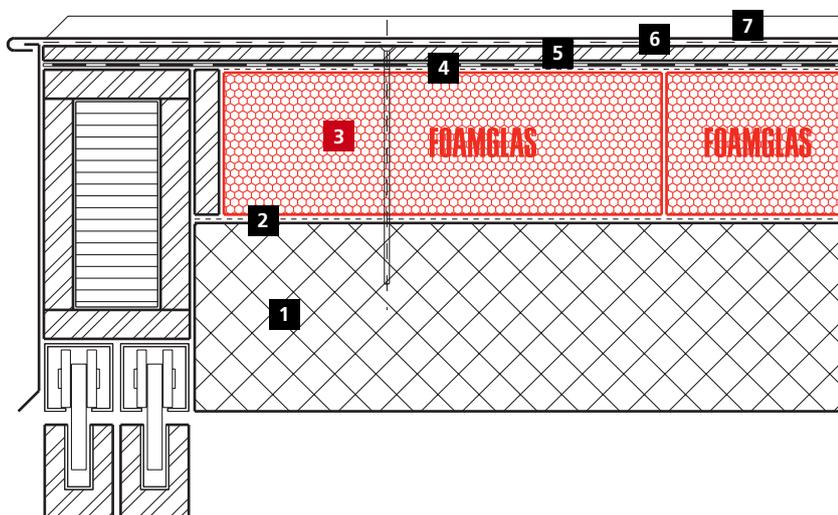
**Copertura** Copertura in lamiera, Rheinzink

I corpi edificati semplici e ridotti al minimo richiedono soluzioni costruttive altrettanto semplici. Grazie alle caratteristiche uniche del suo materiale, FOAMGLAS® si presenta con le carte migliori: l'isolante di sicurezza in vetro cellulare non assorbe acqua, è assolutamente impermeabile al vapore, imputrescibile, resistente alle temperature, resistente alla compressione

e indeformabile. Inoltre, tutti gli strati sono collegati tra loro in modo compatto da una massa adesiva calda. La penetrazione dell'acqua tra gli strati è impossibile, e il sistema stesso esclude l'allagamento dello strato isolante. La costruzione è quindi sicura e di facile manutenzione.

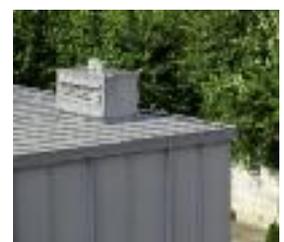
**Protezione globale ottimale contro ogni influsso nocivo**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)  
[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)



#### Stratigrafia

- 1 calcestruzzo, inclinato
- 2 imprimitura bituminosa
- 3 FOAMGLAS® T4+, posato con bitume caldo
- 4 impermeabilizzazione monostrato, bituminosa
- 5 assito in legno
- 6 strato di separazione, velovetro
- 7 copertura in lamiera, Rheinzink





## Sistemi per tetti in metallo

### Edificio scolastico Mattenhof, Zurigo

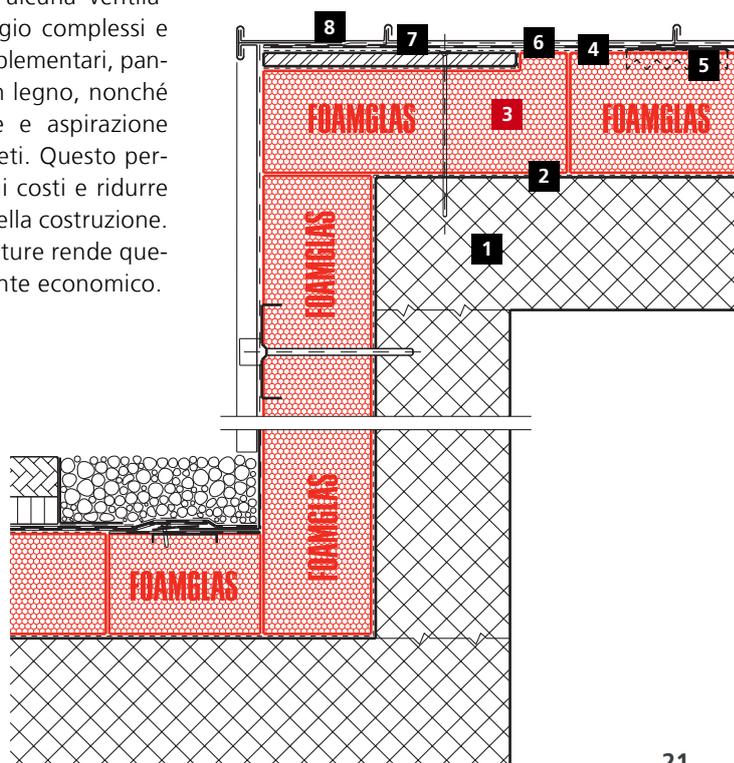
**Architetto** B.E.R.G. Architekten, Zurigo

**Anno di esecuzione** 2003

**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto, ca. 550 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, doppio strato, spessore 200 mm, incollato

**Copertura** Copertura in lamiera di acciaio cromato con giunti verticali

Con il sistema FOAMGLAS®, sovrastrutture quali abbaini, pozzi di ascensori, ecc., con copertura metallica possono essere realizzate nel modo più semplice. FOAMGLAS® è impermeabile al vapore, e non richiede quindi alcuna ventilazione. sistemi di fissaggio complessi e onerosi, listonature supplementari, pannellature di supporto in legno, nonché fessure di ventilazione e aspirazione diventano perciò obsoleti. Questo permette di risparmiare sui costi e ridurre al minimo gli spessori della costruzione. La semplicità delle strutture rende questo sistema estremamente economico.



### Economicità e soluzioni costruttive semplici

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)  
[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)

#### Stratigrafia

- 1 calcestruzzo, inclinato
- 2 imprimitura, bituminosa
- 3 FOAMGLAS® T4+, posato con bitume caldo
- 4 rasata con bitume caldo
- 5 placchette di fissaggio PC (lamiera dentellata)
- 6 impermeabilizzazione monostrato, bituminosa
- 7 strato di separazione, velovetro
- 8 copertura in lamiera di acciaio cromato





Sistemi per  
tetti speciali

## Centrum Bank, Vaduz, Principato del Liechtenstein

**Architetto** Prof. Hollein, Wien / Bargetze + Partner, Vaduz, Principato del Liechtenstein

**Anno di esecuzione** 2002

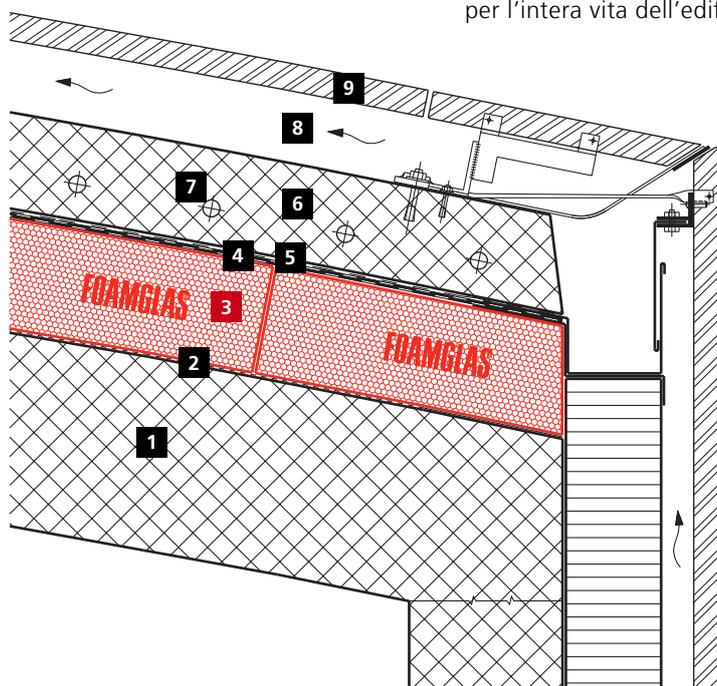
**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto, ca. 500 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, spessore 160 mm, incollato

**Copertura** Lastre di granito di Andeer

Le banche danno grande importanza ai tetti che conservano il valore e durano a lungo. A questo scopo, la pietra naturale rappresenta un eccellente materiale da rivestimento – che tuttavia da solo non basta a garantire l'elevata longevità dell'intera costruzione. Anche gli strati che gli sono sottoposti, in parti-

colare quello isolante, devono soddisfare i medesimi criteri. Grazie alle sue caratteristiche particolari, FOAMGLAS® è estremamente resistente contro gli effetti nocivi di qualsiasi genere, quali p. es. le infiltrazioni d'acqua attraverso i giunti. La qualità e il valore dell'intera struttura del tetto si conservano perciò per l'intera vita dell'edificio.

**Mantenimento del valore e grande longevità grazie a prodotti di qualità**  
[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)  
[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)



### Stratigrafia

- 1 calcestruzzo, inclinato
- 2 imprimitura bituminosa
- 3 FOAMGLAS® T4+, posato con bitume caldo
- 4 impermeabilizzazione a due strati, bituminosa
- 5 strato di separazione velovetro
- 6 calcestruzzo protettivo / cemento Trass sigillato
- 7 recupero del calore
- 8 retroventilazione
- 9 granito di Andeer





## Sistemi per tetti speciali

### Centro Sportivo, Tenero

**Architetto** Studio Mario Botta, Lugano

**Anno di esecuzione** 1999

**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto, ca. 1800 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, spessore 120 mm, incollato

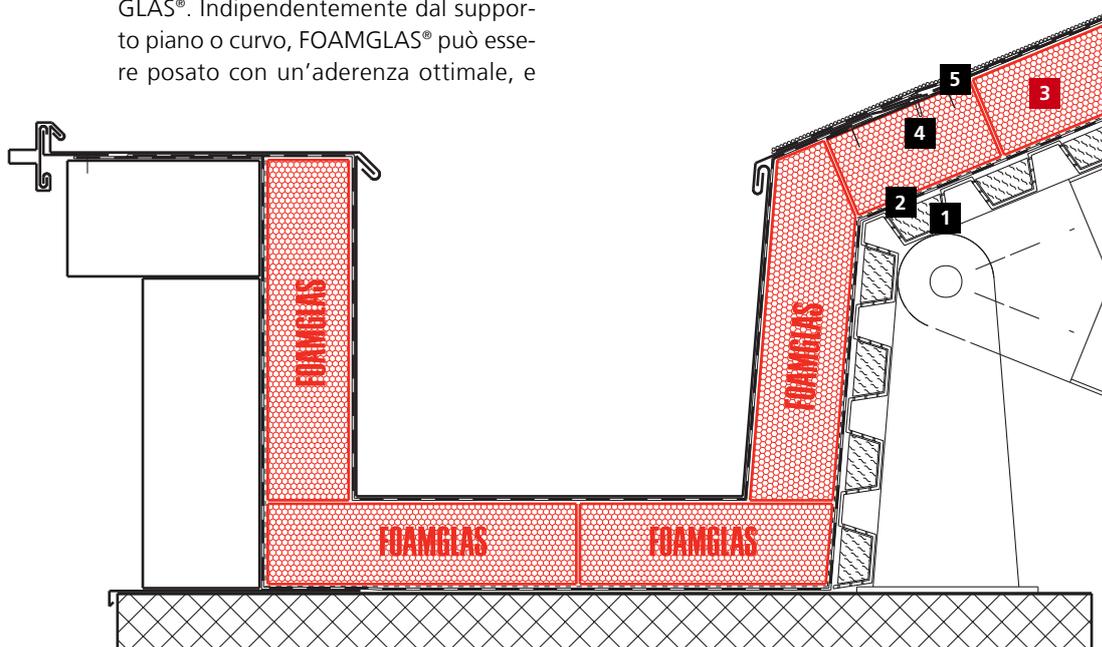
**Copertura** Doppio strati di rivestimento in bitume polimerico; 1° strato fissato meccanicamente, 2° strato in ardesia

I tetti curvi sono costruzioni esigenti e complesse, che non presentano alcuna superficie piana. Per l'isolamento termico si è quindi optato per un materiale caratterizzato da una buona facilità di adattamento e lavorazione: FOAMGLAS®. Indipendentemente dal supporto piano o curvo, FOAMGLAS® può essere posato con un'aderenza ottimale, e

la sua superficie può essere levigata sino ad adattarsi alla forma desiderata. FOAMGLAS® non pone alcun limite alla libertà configurativa.

**Libertà configurativa grazie alla facilità di lavorazione**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)  
[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)



#### Stratigrafia

- 1 lamiera profilata a scopo acustico
- 2 manto bituminoso autocollante
- 3 FOAMGLAS® T4+, in bitume caldo
- 4 GS Promet
- 5 impermeabilizzazione bituminosa a doppio strato





## Sistemi per tetti speciali

### Kunsthhaus Graz («Bubble», «Bolle blu»), Graz

**Architetto** Peter Cook + Colin Fournier, Londra

**Anno di esecuzione** 2002/2003

**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento esterno delle pareti, forma particolare del tetto, ca. 3670 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, spessore 160, incollato, in parte assicurato anche meccanicamente

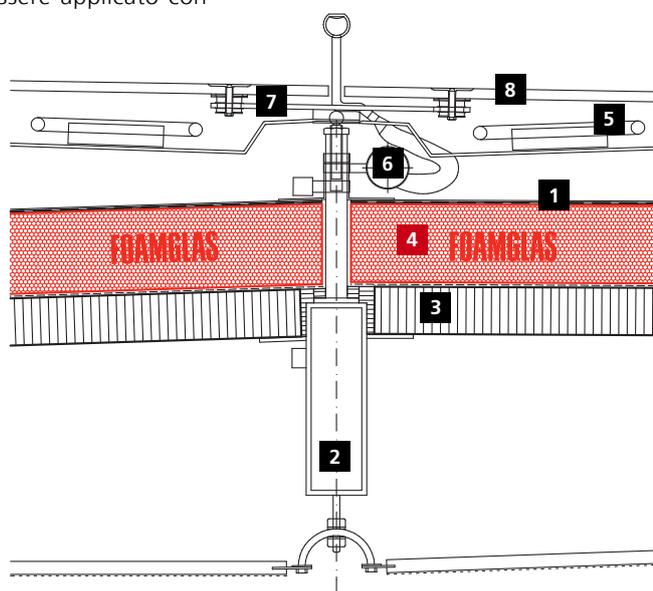
**Copertura** Pannelli in vetro acrilico colorato, fissaggio per punti dei singoli elementi di rivestimento

Gli involucri di edifici organici e biomorfi sono costruzioni impegnative e complesse. Per l'isolamento termico si è perciò tra l'altro optato per un materiale la cui lavorazione fosse il più possibile facile: l'isolante FOAMGLAS®. Indipendentemente dal fatto che il supporto sia piano o curvo, l'isolante FOAMGLAS® può essere applicato con

un'aderenza ottimale. La superficie può inoltre essere adattata alla forma desiderata mediante levigatura. FOAMGLAS® non pone alcun limite alla libertà di configurazione.

**Libertà di configurazione grazie a una lavorazione facile**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)  
[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)



#### Stratigrafia

- 1 manto impermeabilizzante
- 2 struttura portante in acciaio
- 3 pannello portante
- 4 FOAMGLAS® T4+
- 5 illuminazione BIX
- 6 ugelli Sprinkler
- 7 fissaggio del rivestimento
- 8 rivestimento in vetro acrilico





## Sistemi per tetti speciali

### Nido d'infanzia, Bienne

**Architetto** Leimer+Tschanz, architetti HTL, Bienne

**Anno di esecuzione** 1998

**Applicazioni FOAMGLAS®** Isolamento del tetto, ca. 180 m<sup>2</sup> FOAMGLAS® T4+, spessore 40 mm, incollato

**Copertura** Copertura in eternit ondulato

Quando si tratta dell'involucro di un edificio e del suo isolamento termico, e in particolare dei punti non più accessibili, non bisogna mai pensare a breve termine. Troppo spesso si incontrano infatti degli edifici destinati a diventare rapidamente candidati a costosi interventi di risanamento. Ma del senno di poi, come si sa, ... Anche in questo caso, dopo due interventi infruttuosi, si è infine optato per la qualità: un isolamento in vetro cellulare. L'isolante di

sicurezza FOAMGLAS®, insensibile all'umidità, imputrescibile e indeformabile, permette ora di mantenere la piena protezione termica e contro l'umidità per tutta la durata dell'edificio. E permette inoltre di evitare nuovi danni all'edificio.

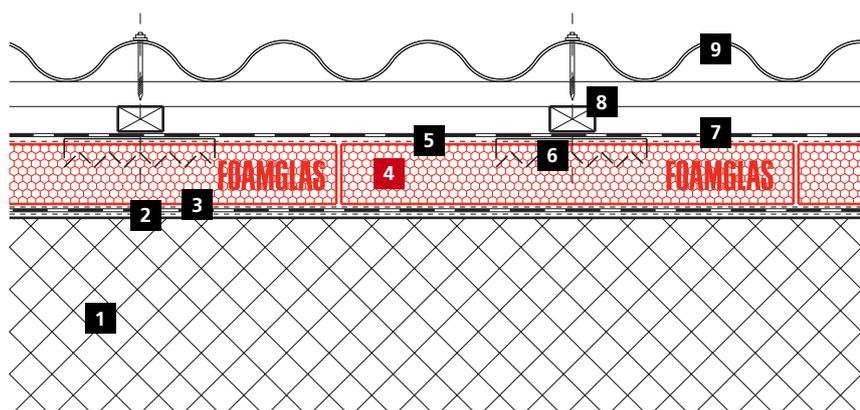
**Chi sa prevedere non dovrà provvedere ...**

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)

#### Stratigrafia

- 1 calcestruzzo, inclinato
- 2 imprimitura, bituminosa
- 3 impermeabilizzazione provvisoria
- 4 FOAMGLAS® T4+, posato con bitume caldo
- 5 rasata di bitume caldo
- 6 placchette di fissaggio PC (lamiera dentellata)
- 7 impermeabilizzazione monostrato, bituminosa
- 8 listonatura in legno
- 9 copertura in eternit ondulato





## Fisica della costruzione e tecnica

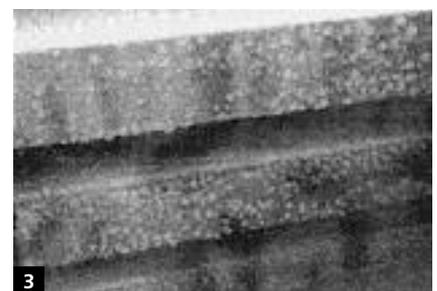
In passato, si riteneva che il problema dell'acqua di condensazione nei tetti in metallo potesse essere risolto semplicemente staccando la copertura metallica dalla sottostruttura portante e isolante. Con FOAMGLAS®, questi problemi possono essere eliminati in modo sicuro e duraturo.

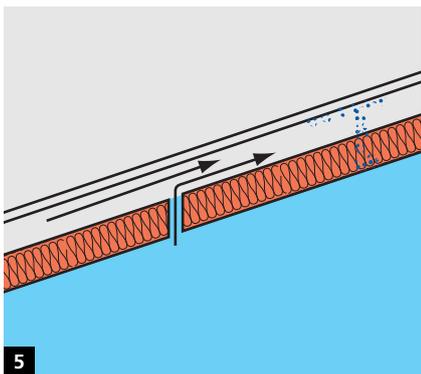
**In linea di principio, una costruzione è esente da condensazione quando:**

- il coefficiente di isolamento termico degli strati dell'elemento di costruzione aumentano dall'interno verso l'esterno, cioè il valore  $\lambda$  diminuisce
- la resistenza alla diffusione del vapore acqueo degli strati dell'elemento di costruzione diminuisce dall'interno verso l'esterno, cioè il valore  $S_d$  si riduce.

Osservando una costruzione con copertura metallica, si constata immediata-

- 1 Casa plurifamiliare, San Gallo. Copertura in lamiera Uginox FTE con giunti verticali.
- 2 Considerevoli quantità di acqua di condensazione gocciolano dalla parte inferiore della copertura metallica, esponendo in modo permanente la struttura del tetto a sollecitazioni dovute all'umidità. Gli elementi di congiunzione attraversano la pellicola sintetica del sottotetto.
- 3 Cospicua formazione di acqua di condensazione sotto la copertura metallica, dovute a correnti d'aria cariche di umidità che condensano nei punti «freddi».
- 4 «Ruggine bianca» dovuta alla formazione di acqua di condensazione sotto la copertura in zinco.





mente che questo principio risulta rovesciato, in quanto lo strato metallico, che presenta il coefficiente di isolamento termico peggiore e la maggiore resistenza alla diffusione del vapore acqueo, è situato all'esterno. Ma è così solo in apparenza, poiché questo approccio poggia su un'impermeabilità alla diffusione della copertura metallica che, in realtà, non esiste.

### Tetti ventilati in lamiera sottile

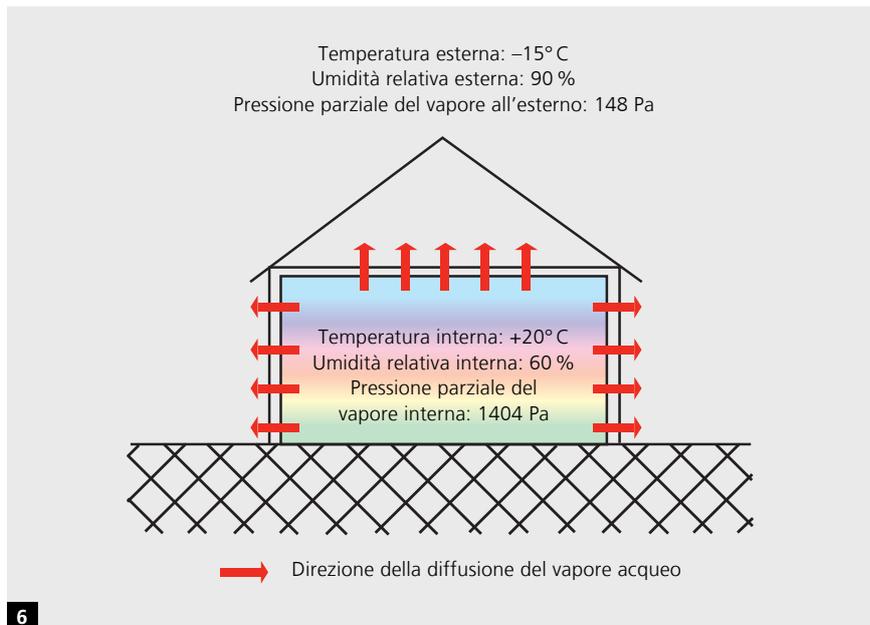
Uno strato d'aria tra la pelle del tetto e la sottostuttura permette di evacuare l'umidità che si diffonde dagli elementi della costruzione interni, disposti nel «giusto» ordine dal punto di vista della fisica della costruzione.

Fondamentalmente, questo principio della separazione delle funzioni rimane vero. Vi sono tuttavia anche qui dei limiti di utilizzo, determinati da obblighi costruttivi o influenze esterne, che potrebbero far sì che una simile struttura non fosse in ogni caso protetta contro la formazione di acqua di condensazione.

E, ad ogni modo, una costruzione a doppio strato ventilata non perdona alcun errore di esecuzione. In nessun caso potrebbe sopportare meglio un'impermeabilità difettosa nella sottostuttura o addirittura l'assenza di una barriera contro il vapore.

### Fattori che influenzano l'evacuazione dell'umidità

Diversi sono i fattori che entrano in gioco affinché una copertura metallica



ventilata possa evacuare efficacemente l'umidità diffusa dall'interno.

■ **Anche in presenza di una ventilazione efficace, la quantità di umidità diffusa dall'interno deve essere limitata mediante adeguate misure costruttive.**

■ **L'adduzione d'aria nella costruzione deve essere concepita in modo tale da garantire una corrente d'aria il più possibile costante e continua.**

Al fine di ridurre le quantità di umidità che si diffondono nella costruzione, la struttura stratificata al di sotto dello strato d'aria deve essere realizzata in modo tale da opporre alla pressione di diffusione una resistenza sufficiente. Per questo, nelle cosiddette «costruzioni leggere», sotto l'isolante viene posata una cosiddetta barriera antivapore, solitamente sottoforma di una pellicola sintetica. A livello di superfici piane, questo non pone alcun problema.

### La retroventilazione non è esente da problemi

I problemi nascono tuttavia spesso nei punti di sovrapposizione delle bande e in modo particolare nei raccordi con le pareti, i punti di attraversamento del tetto, ecc. In seguito alla differenza di pressione, l'aria proveniente dall'edifi-

- 5 L'effetto aspirante della retroventilazione in presenza di giunti aperti nella barriera contro il vapore.
- 6 **Il fenomeno della diffusione del vapore**  
Direzione del flusso di diffusione del vapore acqueo in caso di differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno: l'impermeabilità alla diffusione è effettiva?

cio fluisce attraverso i giunti non sufficientemente stagni, e la quantità di vapore acqueo infiltrata è di gran lunga superiore a quella dovuta alla diffusione. Questa grande quantità di vapore non può più essere evacuata con sufficiente rapidità, dà luogo a una saturazione del flusso d'aria e, conseguentemente, a condensazione e alla penetrazione di umidità nell'isolante. Ne risultano perdite sul piano energetico dovute alle fuoriuscite di aria ambiente e alla riduzione del potere isolante dovuta alla formazione di acqua di condensazione – per non parlare poi dei molto probabili danni alla costruzione.

**Alla tenuta stagna in relazione all'aria e al vento va quindi prestata la massima attenzione, in special modo in caso di costruzioni ventilate.**

### Il flusso d'aria

Ai fini dell'evacuazione di una debole umidità diffusa all'interno dello spazio di ventilazione è necessario un flusso d'aria il più possibile continuo. La velocità di tale flusso dipende in primo luogo da due fattori:

- il percorso di ventilazione
- l'altezza di ventilazione (pendenza)

La migliore ascendenza termica si ottiene idealmente con uno strato d'aria il più

possibile inclinato, poiché in tal caso il rapporto tra altezza e lunghezza della ventilazione è maggiormente favorevole.

### Aperture di adduzione e di deflusso

Anche la posizione e la forma delle aperture di adduzione e di deflusso meritano grande attenzione: dovrebbero infatti essere praticate come intagli continui e adeguatamente dimensionati.

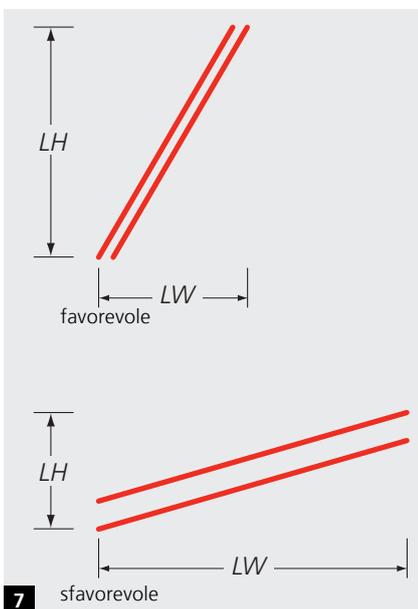
La corrente termica ascendente è determinata dalla differenza di temperatura rispetto all'aria esterna.

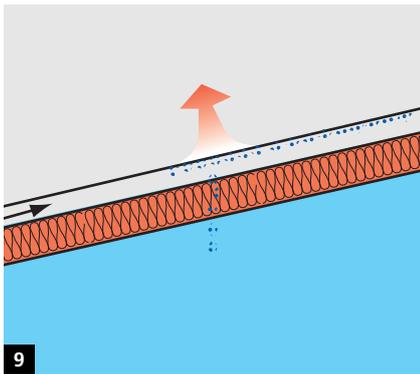
I coefficienti di isolamento oggi richiesti dall'ordinanza sulla protezione termica riducono i passaggi di calore a un punto tale che, a partire dal calore proveniente dall'interno dell'edificio, non è più possibile riscaldare lo strato d'aria in modo tale da generare una corrente termica.

### Il problema della condensazione secondaria

Inversamente, in determinate circostanze sussiste persino il rischio che, in presenza di temperature basse e di elevata umidità dell'aria (brina), l'aria esterna che penetra nello spazio di ventilazione dia luogo alla formazione di acqua o

- 7 Percorso e altezza di ventilazione
- 8 Case plurifamigliari a Zurigo. Tetto compatto con copertura in lamiera: una pendenza insufficiente per una ventilazione efficace





brina sulla superficie inferiore del tetto. Questa potrebbe quindi essere assorbita dalla costruzione sottoforma di condensazione secondaria.

Già solo questi aspetti mostrano chiaramente come anche una costruzione retroventilata non sia necessariamente esente da rischi. Se nella realizzazione dello strato di ventilazione si verificassero imperfezioni o errori, nell'elemento interessato si potrebbe formare dell'acqua di condensazione con i conseguenti danni alla sottostruttura.

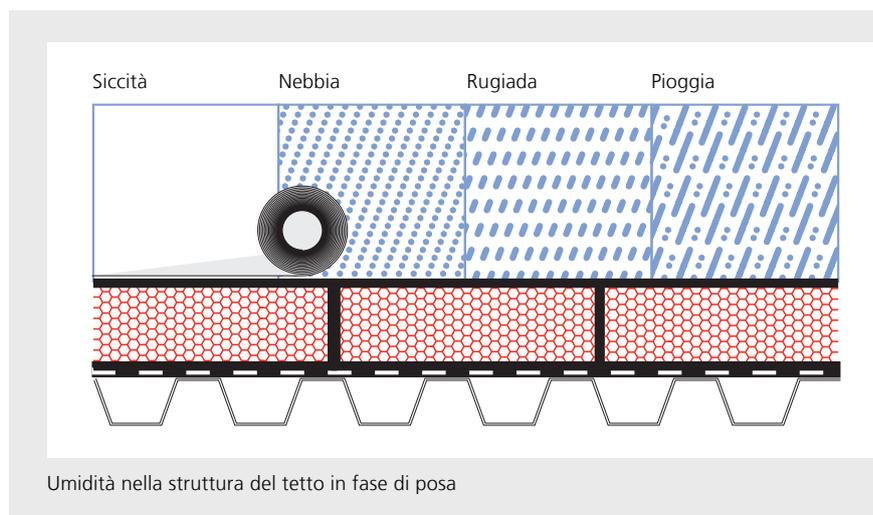
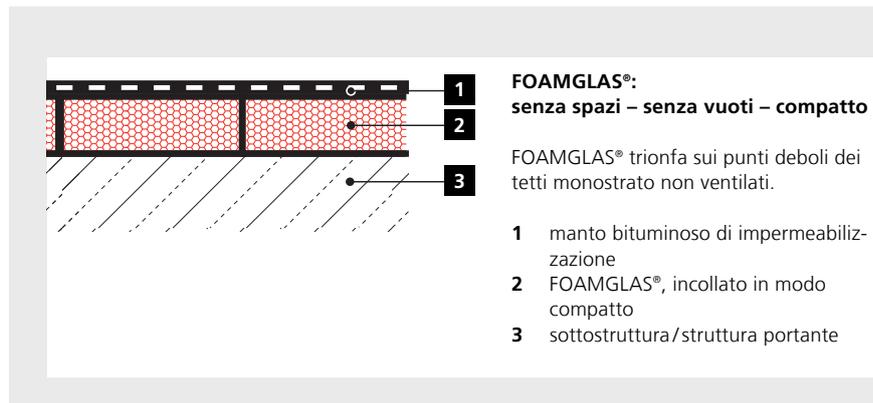
### Tetti non ventilati in lamiera sottile

In realtà, quando ciò sia dettato da motivi di carattere estetico oppure se le condizioni non permettono una ventilazione efficace, come nel caso di grandi tetti piani inclinati, i tetti metallici monostrato sono costruiti ormai da tempo.

**Se bene eseguito, questo principio costruttivo reca con sé numerosi vantaggi, ed è perciò destinato ad affermarsi ulteriormente anche in futuro.**

### Nuove, vantaggiose opportunità

Le geometrie differenziate dei tetti dell'architettura moderna, le elevate esigenze in materia di isolamento termico e gli sviluppi di nuovi sistemi di tetti in metallo, come ad esempio il tetto compatto FOAMGLAS® con copertura in lamiera, lasciano presagire un'ulteriore evoluzione del tetto non ventilato. Oltre a questo, un numero sempre crescente di utilizzatori si familiarizza con questa tecnica, non da ultimo confortati in questo dalle regole dell'arte concernenti le coperture metalliche monostrato non ventilate. Se la diffusione del vapore nel-



la costruzione viene poi esclusa grazie all'integrazione di una barriera contro il vapore o di un isolante ad esso impermeabile, come il vetro cellulare, nella superficie interna della struttura, la ventilazione continua della copertura metallica diventa obsoleta. **Dove non c'è umidità, non occorre asciugare.** L'altezza della sovrastruttura ne risulta ridotta, è possibile rinunciare a bocchette di aerazione costose e complicate, e al progettista rimane una maggiore libertà configurativa. Non da ultimo, anche il carpentiere si vede il lavoro facilitato, e i rischi di penetrazione di pioggia o neve attraverso le aperture di ventilazione sono esclusi.

L'efficienza di un sistema di tetto monostrato dipende essenzialmente dalla totale assenza di apporto di umidità nella struttura del tetto. In linea di principio, l'umidità può penetrare nel tetto attraverso tre vie:

1. permeabilità alla pioggia della copertura esterna;
2. umidità dei materiali durante la fase di posa;

9 Acqua di condensazione secondaria. L'aria esterna che affluisce condensa sulla superficie inferiore della pelle del tetto.

**3.** condensazione dovuta alla diffusione di vapore acqueo/condensa in seguito al trasporto di umidità da parte di flussi d'aria attraverso punti permeabili della struttura del tetto.

**In merito ai punti 1 e 2:** Una condizione importante al fine di ottenere un tetto caldo esente da danni è che nessuna umidità si depositi tra lo strato impermeabile all'aria e il sottotetto e che l'isolante non assorba umidità durante la posa. In caso di presenza involontaria di umidità tra i due strati isolanti (barriera antivapore e sottotetto) sussiste il rischio di danni alla costruzione dovuti alla lentezza dell'essiccazione. L'umidità imprigionata nei materiali da costruzione accresce inoltre il carico del sottotetto ai sensi della fisica della costruzione, e può provocare la formazione di condensazione o la proliferazione di microrganismi sulla sua superficie inferiore.

**In merito al punto 3:** Come nel caso delle strutture retroventilate, l'esecuzione di una barriera contro il vapore impermeabile al vento, all'aria e all'acqua è essenziale ai fini dell'efficienza della struttura monostrato. Con i sistemi convenzionali, una barriera contro il vapore è sempre necessaria, anche nel caso di sottostrutture con elevata resistenza alla diffusione, come il calcestruzzo.

Anche qui, l'esecuzione assolutamente impermeabile al vento e all'acqua di giunti e raccordi assume un'importanza decisiva. Occorre prestare la massima attenzione all'esecuzioni dei bordi dei tetti, delle grondaie, delle travi e dei punti di penetrazione del tetto. Gli effetti di giunti e raccordi aperti presentano problemi analoghi a quelli riscontrati nelle esecuzioni retroventilate a due strati.

### **FOAMGLAS®: una garanzia di sicurezza**

Quale isolante resistente alla compressione e impermeabile all'acqua e al vapore, FOAMGLAS® offre vantaggi specifici legati al prodotto e risposte univoche alle domande critiche in relazione ai tetti metallici non ventilati.

### **Isolamento termico e barriera contro il vapore**

La struttura cellulare ermetica impedisce ogni ristagno d'acqua. FOAMGLAS® è al tempo stesso strato isolante, barriera contro il vapore e sottofondo portante del tetto metallico. Grazie al procedimento compatto di posa, lo strato isolante blocca flussi d'aria e di diffusione in ogni direzione, e non come una barriera contro il vapore costituita da un sottile strato. L'incollaggio pieno dei raccordi tra i pannelli di FOAMGLAS® rende lo strato isolante impermeabile alla diffusione del vapore e all'aria.

Nel caso di strutture di tetti realizzate con FOAMGLAS®, la domanda se l'umidità immagazzinata possa essere eliminata – ad esempio mediante costosi strati intermedi di ventilazione o respiranti – non si pone semplicemente. Né ci si deve chiedere se, grazie alla complessa realizzazione di una barriera contro il vapore e l'aria, il principio del tetto caldo funzioni poi realmente.

FOAMGLAS® impedisce la penetrazione dell'umidità sottoforma di acqua o vapore acqueo. Il punto di rugiada si situa al livello dello strato isolante a cellule chiuse. Per queste ragioni, lo strato isolante FOAMGLAS® non risulta critico e rimane inalterabile dal punto di vista della fisica della costruzione.

### **Per le esigenze più elevate**

Con FOAMGLAS®, l'eventualità di uno spostamento del punto di rugiada a causa del ristagno d'acqua nell'isolante o di un peggioramento delle proprietà dell'isolamento termico può essere esclusa. Inoltre, l'elevata resistenza alla compressione fornisce un argomento specifico per il fatto che il fissaggio della coper-

- 10** Quanto sicuro potrà essere il raccordo tra le barriere anti aria e antivapore al margine del tetto?
- 11** Netta formazione di pieghe nella barriera contro l'aria e il vapore. La conseguenza: i flussi d'aria apportano umidità nello strato isolante.



tura metallica non si fa sulla base portante, bensì mediante incollaggio nello stesso strato isolante, e quindi senza ponti termici.

Per contro, in altre strutture di tetti con barriera contro il vapore separata, quest'ultimo strato viene interrotto e/o perforato. La formazione di condensa nello strato isolante e la corrosione degli ancoraggi è quindi da temere come i ponti termici.

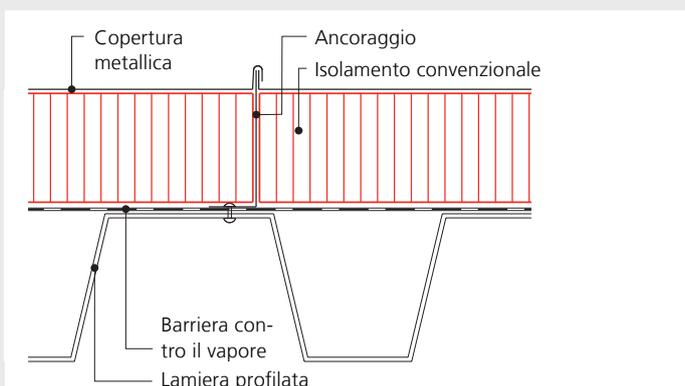
L'uso di FOAMGLAS® permette la realizzazione di un tetto caldo conforme alle più elevate esigenze in materia di tecnica termica e fisica della costruzione, messo per di più in opera secondo una precisa lavorazione artigianale.

### FOAMGLAS®. combatte i ponti termici e le dispersioni di calore

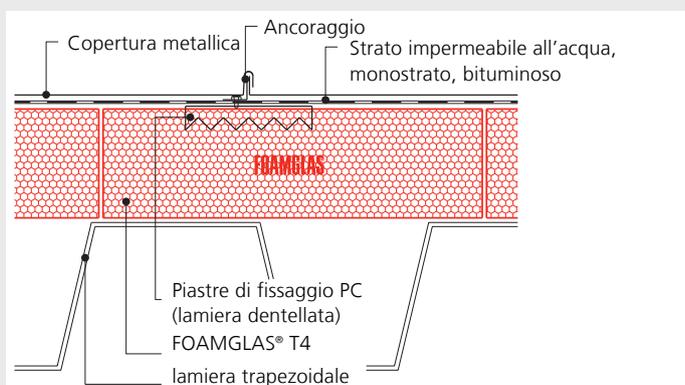
In un tetto caldo convenzionale, realizzato ad esempio con fibre minerali o schiume sintetiche, è necessario far penetrare gli ancoraggi meccanici attraverso l'isolante e fissarli al supporto portante. In funzione del tipo di utilizzo e dell'umidità dell'aria sussistono rischi di corrosione e di formazione d'acqua di condensazione, in particolare quando la temperatura esterna è bassa.

Se si confrontano ad esempio un tetto convenzionale in lamiera con lastre isolanti in lana minerale resistenti alla compressione e i tipici ancoraggi passanti a un tetto compatto FOAMGLAS® con

copertura in lamiera, si osserva subito un ridotto spessore dell'isolante a favore di FOAMGLAS®. Il motivo risiede nel fatto che, per sostenere la copertura, le strutture isolanti FOAMGLAS® non necessitano di alcun ancoraggio passante. E analogamente ridotte si rivelano le dispersioni di calore e i ponti termici.



In un tetto caldo, ad esempio realizzato con fibre minerali o schiume sintetiche, il fissaggio ha luogo in modo meccanico tra la copertura metallica e il guscio portante. La conseguenza è la creazione di ponti termici, ci si affianca la domanda: quanto è sicura la barriera contro l'aria/il vapore?



Per la posa della copertura, le strutture isolanti con FOAMGLAS® non richiedono alcun ancoraggio meccanico passante. La copertura in lamiera viene montata sulle piastre dentate.



## Protezione antincendio preventiva

Dopo un incendio, spesso si accendono infiammate discussioni riguardo alle responsabilità e alla protezione antincendio. In quest'ambito assume spesso un ruolo centrale anche la questione dei materiali isolanti. Gli studi scientifici lo dimostrano chiaramente: FOAMGLAS® può contribuire in modo decisivo alla protezione preventiva contro gli incendi. L'isolante di sicurezza non è soltanto assolutamente incombustibile, ma non sviluppa neppure alcun fumo o gas tossico.

- 1 La propagazione del fuoco attraverso le facciate e il tetto è spesso causa di danni catastrofici.
- 2 In caso di incendio, i tetti in lamiera pongono problemi particolari.

### La prevenzione inizia con la scelta dei materiali

«Incendio catastrofico», «Vi sono indizi che suggeriscono infrazioni alle prescrizioni antincendio», «Il rapido propagarsi delle fiamme è stato favorito da...», «Un inferno di fiamme». I titoli di questo genere lo dicono chiaramente: gli incendi di molti edifici – forse anche nonostante il rispetto delle disposizioni legali in materia – risultano particolarmente difficili da combattere proprio nel tetto.



Una ragione in più per prestare la massima attenzione alla prevenzione. Grazie alla scelta di materiali di costruzione e sistemi per tetti adeguati è possibile ridurre notevolmente i rischi di un incendio e in particolar modo della sua diffusione attraverso spazi vuoti e materiali infiammabili. L'isolante di sicurezza in vetro cellulare FOAMGLAS® e i sistemi per tetti compatti ed esenti da spazi vuoti lo hanno già dimostrato in molti casi.

### **Pericoli particolari della combustione in difetto di ossigeno e senza fiamma**

Gli incendi di questo tipo di sviluppano soprattutto all'interno di elementi della costruzione e passano perciò spesso a lungo inosservati. Tra l'inizio nascosto

di un incendio e il fuoco visibile possono talvolta trascorrere ore.

Le caratteristiche fisiche e chimiche degli isolanti a base di fibre celano il pericolo di simili combustioni senza fiamma: un fitto strato di fibre tenute assieme da un legante reattivo offre un'ampia superficie reattiva. E, pure se non del tutto liberamente, l'aria (ossigeno) può fluire attraverso il materiale. **Non è così per FOAMGLAS®: a impedirlo è la struttura cellulare chiusa dell'isolante in vetro cellulare.**

**I prodotti a base di fibre celano un rischio da non sottovalutare:** con l'accrescersi delle esigenze in materia di protezione termica e i maggiori spessori degli isolanti, il problema degli incendi covati si fa sentire sempre più. Anche

### **Estratti da rapporti di intervento dei pompieri**

«... I tetti in lamiera rendono più difficile l'intervento di spegnimento dalla scala girevole. Risulta quasi impossibile far cadere l'acqua dall'alto all'interno dell'edificio poiché il tetto, quando non vi precipita, rimane intero anche con temperature molto elevate. In tali casi occorre praticare con urgenza delle aperture, ma questo è possibile solo mediante pesanti macchine da cantiere. Attraverso la struttura del tetto (spazi vuoti), le fiamme potrebbero propagarsi all'intero capannone ...»

«... Poiché lo spegnimento mirato con acqua attraverso il tetto in lamiera non era possibile, si è proceduto ad allarmare la scuola nazionale dei pompieri per utilizzare una telecamera termografica e un generatore di schiuma leggera. Grazie all'individuazione del focolaio di incendio, consentita dalla telecamera, è stato possibile attuare uno spegnimento mirato e impedire ogni ripresa inondando la zona del tetto mediante il generatore di schiuma ...»



gli isolanti in fibre minerali (lana di roccia) presentano delle lacune in relazione alle combustioni in difetto di ossigeno e senza fiamma. Solo FOAMGLAS® è del tutto esente da problemi anche sotto questo aspetto.

**Elementi isolanti prefabbricati per tetti metallici in schiuma rigida con traverse in legno:** che dire di questi elementi in relazione alla struttura di un tetto caldo?

Gli isolanti in schiuma rigida, quali ad esempio il polistirolo e il poliuretano, sono combustibili. Durante la combustione, i residui di materiale liquefatto cadono in gocce pure infiammabili. Il ricorso a materiali infiammabili va assolutamente evitato in particolare negli edifici pubblici, in relazione a spazi destinati a riunioni, nei complessi amministrativi e negli edifici dell'industria alberghiera e della ristorazione.

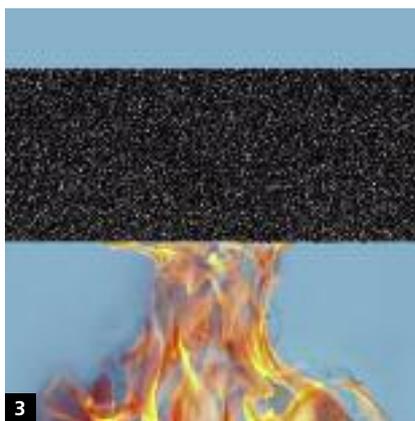
**FOAMGLAS®:  
né fumi, né gas tossici**

Quando si parla di incendi catastrofici, non si deve immaginare esclusivamente «le fiamme dell'inferno». Basterà ricordare quelli dell'aeroporto di Düsseldorf (1996), con 17 vittime, e del tunnel del Monte Bianco (1999), nel quale persero la vita 39 persone. In entrambi i casi, i gas tossici liberati da materiali isolanti problematici ai sensi dei requisiti antincendio (Düsseldorf: polistirolo; Monte Bianco: poliuretano) hanno svolto un ruolo fatale.

FOAMGLAS®, invece, non sviluppa né fumi, né gas tossici. In materia di protezione antincendio, FOAMGLAS® non è paragonabile a nessun altro isolante cosiddetto «incombustibile»: la differenza risiede nel fatto che, in caso di incendio, FOAMGLAS® non cova alcun focolaio, né brucia senza fiamma, e non contribuisce quindi in alcun modo alla propagazione del fuoco.

## FOAMGLAS® offre una vera protezione antincendio preventiva

- L'isolante di sicurezza FOAMGLAS® si compone di puro vetro cellulare ed è assolutamente incombustibile (classe di combustibilità A1, indice di incendio 6.3, incombustibile; omologato dall'AEAI, direttiva tecnica no. 5273).
- La struttura cellulare chiusa di FOAMGLAS® non permette all'ossigeno di raggiungere il focolaio d'incendio.
- FOAMGLAS® è impermeabile ai gas. Il passaggio di gas incandescenti o la loro conduzione attraverso l'isolante sono da escludere. L'isolante di sicurezza impedisce la propagazione dell'incendio.



- 3 Nessuna propagazione del fuoco in caso di incendio: FOAMGLAS® è assolutamente incombustibile.



## Bilancio ecologico positivo

I sistemi di isolamento termico FOAMGLAS® non solo evitano al committente spiacevoli sorprese, quali degli elevati costi di riscaldamento o dei risanamenti dovuti al deterioramento dell'isolante, ma proteggono anche l'ambiente sotto numerosi punti di vista. Da un canto permettono di conseguire considerevoli risparmi energetici; dall'altro, FOAMGLAS® non ha alcun impatto di carattere ambientale e risulta neutro per quanto concerne la biologia della costruzione. Il vetro cellulare è esente da ogni sostanza tossica per l'ambiente e l'habitat. E garantisce pure un riciclaggio ecologicamente corretto in caso di demolizione dell'edificio.

- 1 Fonti energetiche rinnovabili sono sempre più utilizzate per la produzione del FOAMGLAS®
- 2 FOAMGLAS®: milioni di cellule di vetro cellulare ermeticamente chiuse

nerofumo. Durante il processo di fabbricazione, in seguito alla generazione di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), si formano nel vetro fuso milioni di minuscole cellule di vetro, nelle quali il gas rimane chiuso ermeticamente. Questa struttura garantisce la perfetta impermeabilità al vapore di FOAMGLAS® (resistenza alla diffusione del vapore:  $\mu = \infty$ ).

### Produzione e composizione

Il processo di produzione consta di due fasi distinte. In una prima fase, parte delle materie prime viene fusa e successivamente mescolata alle materie prime rimanenti. Nella seconda fase, questa miscela di materie prime si dilata grazie al calore – un po' come la lievitazione del pane – e diventa l'isolante termico FOAMGLAS®.

Come materia prima si utilizza oggi il 60% di vetro riciclato. A conferire all'isolante la sua caratteristica colorazione antracite è un residuo trascurabile di

### Produzione nel rispetto dell'ambiente

La materie prime utilizzate per la produzione del FOAMGLAS® sono esclusivamente di natura minerale e quindi del



tutto innocuo per l'ambiente. La materia prima principale è oggi il vetro riciclato, ottenuto da finestrini di automobili e vetri di finestre smaltiti. Altre componenti sono il feldspato, il carbonato di sodio, l'ossido di ferro, l'ossido di manganese, il nerofumo, il solfato di sodio e il nitrato di sodio. Attraverso il riutilizzo di rifiuti di vetro, FOAMGLAS® fornisce un significativo contributo ecologico.

### Un impatto ambientale minimo

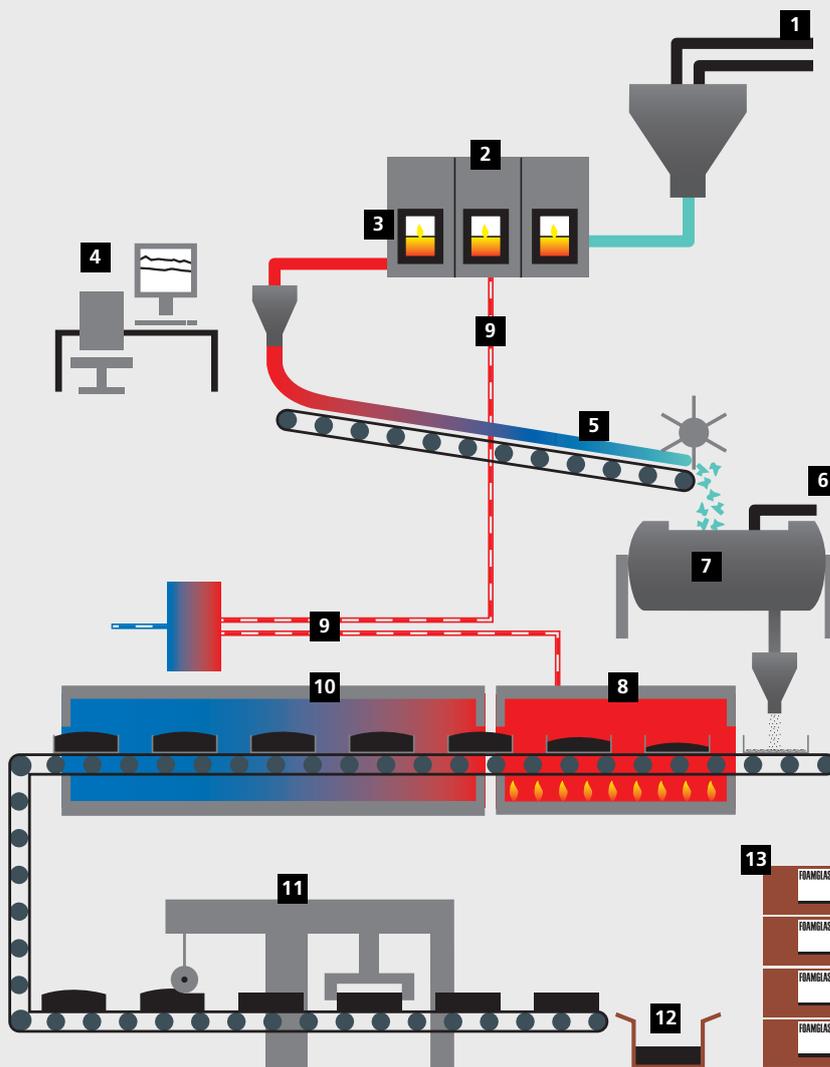
Grazie all'ottimizzazione dei processi, in relazione alla produzione e al ricorso all'energia prodotta dall'acqua e dal vento, negli ultimi anni si è assistito a miglioramenti significativi di tutti gli indicatori ecologici determinanti, e in particolare per quanto concerne le emissioni, i gas a effetto serra e l'uso di energia e risorse.

- Il fabbisogno di energie non rinnovabili è stato ridotto da 48.15 a 19.7 MJ/kg.
- Le emissioni di gas a effetto serra sono state dimezzate.
- La quota di vetro riciclato è aumentata dallo 0% al 60%.
- I punti di impatto ecologico (UBP97) sono scesi da 1619 a 903.
- Il numero di punti dell'ecoindicatore (EI99, H, A) è passato da 0.13 a 0.09.

Alla riduzione del consumo energetico si accompagna anche la durata dell'ammortamento energetico, che rappresenta un elemento importante per i materiali isolanti.

### Il processo di produzione del FOAMGLAS®

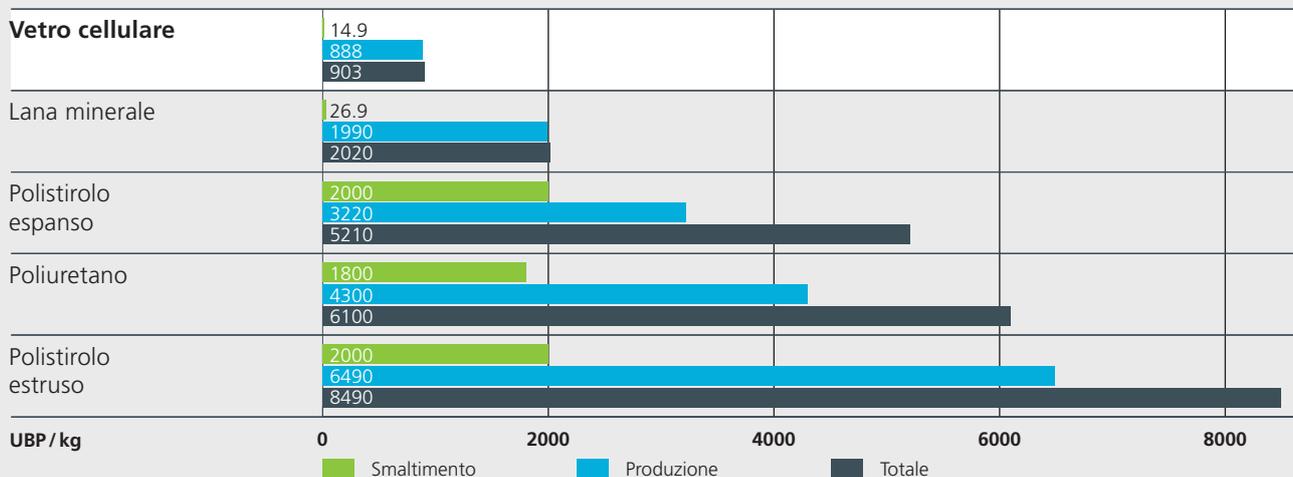
(impianto di Tessenderlo, Belgio)



- 1 Aggiunta e dosaggio delle materie prime: vetro riciclato, feldspato, carbonato di sodio, ossido di ferro, ossido di manganese, solfato di sodio, nitrato di sodio.
- 2 Nel forno di fusione regna una temperatura costante di 1250° C.
- 3 La massa di vetro fuso lascia il forno.
- 4 Sala di controllo per la sorveglianza del processo.
- 5 Il vetro puro raggiunge il miscelatore attraverso un dispositivo di alimentazione.
- 6 Aggiunta di nerofumo.
- 7 Il vetro riciclato (vetri di automobili e finestre) è macinato da un mulino e introdotto nella fase di miscelazione.
- 8 La massa grezza viene immessa in «teglie» nel forno di espansione, a una temperatura di 850° C, dove assume la tipica struttura a bolle.
- 9 Ricupero dell'energia in eccesso.
- 10 Il prodotto grezzo passa nella fornace di raffreddamento.
- 11 L'impianto di taglio conferisce al prodotto la sua forma definitiva. Il materiale residuo viene reimmesso nel processo produttivo.
- 12 I pannelli di FOAMGLAS® vengono confezionati e imballati.
- 13 Il prodotto finito FOAMGLAS® è immagazzinato per la spedizione.

### FOAMGLAS® non teme confronti

I valori di impatto ambientale (UBP 2006 \*\*) per la produzione e lo smaltimento del FOAMGLAS® sono ora di 903 punti per ogni chilogrammo di materiale isolante. FOAMGLAS® si trova così agli apici ecologici. Altri isolanti termici hanno valori fra i 2020 (lana di roccia) e gli 8490 punti (polistirene estruso).



Anche nel confronto di un rendimento termico degli isolanti con un valore di 0,2 W/m<sup>2</sup>K, FOAMGLAS® si situa molto bene. La quantità di punti di impatto ambientale per FOAMGLAS® sono ~17 157, rispettivamente. 21 807 punti per metro quadrato. Per gli altri prodotti di isolamento termico calcolati con lo stesso valore U (vedi tabella) sono 23790 punti (PU), 26 571 punti (Polistirene Espanso), 46 056 punti (lana di roccia) e 53 232 punti (polistirene estruso)



Isolante	ρ	λ <sub>D</sub> *	d	Peso per m <sup>2</sup>	UBP* per kg	UBP per m <sup>2</sup>
	kg/m <sup>3</sup>	W/mK	m	kg/m <sup>2</sup>	UBP/kg	UBP/m <sup>2</sup>
FOAMGLAS® T4+	115	0.041	0.21	24.15	903	~ 21 807
FOAMGLAS® W+F	100	0.038	0.19	19.00	903	~ 17 157
Swisspor PUR Vlies	30	0.026	0.13	3.90	6100	~ 23 790
Pannello isolante Flumroc PRIMA	120	0.038	0.19	22.80	2020	~ 46 056
Swisspor EPS 30 tetto	30	0.034	0.17	5.10	5210	~ 26 571
Roofmate SL-A (XPS)	33	0.038	0.19	6.27	8490	~ 53 232

\* I dati sono stati ricavati dalla banca dati per materiali da costruzione KBOB/EMPA, situazione giugno 2009

\*\* UBP 2006 quantifica l'impatto ambientale dell'uso delle risorse energetiche, terra e acqua dolce, con le emissioni in aria, acqua e suolo, e con l'eliminazione dei rifiuti  
L'impatto ambientale derivante dall'energia grigia e il riscaldamento globale sono incluse nel totale UBP

## Disponibilità di materia prima

La principale materia prima per la produzione di FOAMGLAS® è oggi il vetro riciclato (precedentemente sabbia di quarzo) ottenuto da parabrezza di automobili e vetri difettosi per finestre. I rifiuti di vetro sono disponibili in quantità pressoché illimitate, poiché sia nell'edilizia, sia nell'industria dell'automobile, la loro massa non fa che aumentare. Per contro, gli isolanti sintetici devono essere prodotti a partire dal petrolio, una risorsa ormai incontestabilmente destinata a farsi sempre più rara.

## Longevità

Grazie alle caratteristiche tipiche del materiale (minerale, impermeabile all'acqua e al vapore, resistente agli acidi, incombustibile, resistente al calore), il vetro cellulare risulta estremamente longevo. Questa spiccata longevità si riflette positivamente sui profili ecologico ed economico degli elementi costruttivi, e quindi dell'intero edificio. Mediante un impiego mirato di materiali da costruzione durevoli è possibile ottimizzare considerevolmente i cicli di manutenzione e rinnovamento.

## Emissioni e immissioni durante la lavorazione e l'utilizzo

Il vetro cellulare non contiene alcuna componente ecologicamente pregiudizievole o tossicologicamente rilevante, cioè nessun propellente a effetto serra o nocivo per lo strato d'ozono, nessuna sostanza ignifuga, tossica o cancerogena, e nessuna fibra minerale. Premessa una corretta lavorazione, la sua preparazione, la sua posa in cantiere e l'intera durata del suo utilizzo non producono alcuna emissione significativa, nociva per l'ambiente o la salute.

## Emissioni in caso di incendio

A causa del suo importante carico inquinante, l'incenerimento incontrollato (smaltimento selvaggio) risulta estremamente problematico anche in piccole quantità. Nel caso di una combustione

all'aria aperta, nell'ambiente possono riversarsi quantità di sostanze nocive anche di migliaia di volte superiori alla combustione presso un centro di incenerimento. Gli isolanti in schiuma sintetica sono in tal senso classificati come altamente problematici. Delle indagini specifiche condotte in Germania hanno mostrato come la decomposizione termica dell'isolante polistirolo produce dei gas considerati altamente tossici. Ma neppure la combustione dei rifiuti negli appositi impianti non è esente da conseguenze per l'ambiente: basti considerare le migliaia di tonnellate di scorie e residui di filtraggio che vengono smaltiti in discariche speciali. In relazione alla tossicità dei suoi gas di combustione e considerata la sua incombustibilità, il vetro cellulare è ritenuto innocuo.

### Valutazione ecologica di diversi materiali isolanti.

	Energia di produzione	Disponibilità di materie prime	Immissioni artigiani	Sostanze nocive dovute alla produzione	Emissioni in caso di incendio	Comportamento a lungo termine	Smaltimento/riciclaggio
Lana di vetro	buono	ottimo	problematico	buono	buono	buono	buono
Lana di roccia	buono	ottimo	buono	buono	buono	buono	buono
Isolante alla cellulosa	buono	ottimo	buono	buono	buono	molto problematico	buono
Sughero puro espanso	buono	problematico	buono	buono	buono	buono	buono
Polistirolo espanso	problematico	problematico	buono	buono	problematico	buono	problematico
Polistirolo estruso	problematico	problematico	buono	buono	problematico	buono	molto problematico
Poliuretano (PUR)	problematico	problematico	buono	buono	problematico	buono	molto problematico
FOAMGLAS®	buono	ottimo	buono	buono	buono	buono	buono

ottimo
buono
problematico
molto problematico



Bilancio ecologico positivo per FOAMGLAS®. Fonte: L'isolante in vetro cellulare: isolamento economico e rispettoso dell'ambiente. Markus Welter, Lucerna

## Smaltimento

Un importante aspetto parziale nella valutazione degli isolanti risiede nell'impatto ecologico del loro futuro smaltimento. Per quanto concerne gli isolanti termici, in quest'ambito si riscontrano differenze a volte notevoli. Le valutazioni globali secondo il metodo della scarsità ecologica, riferite ad esempio ai dati di bilanci ecologici pubblicati nel settore dell'edilizia, mostrano come in particolare gli isolanti in schiume sintetiche presentino valori elevati a livello di punti di impatto ecologico.

## Riciclaggio

Considerata l'incombustibilità del vetro, la combustione non entra neppure in linea di conto. Una possibilità molto sensata risiede nel riutilizzo del vetro cellulare, ad esempio come pietrisco nella costruzione di strade o materiale di riempimento per protezioni foniche. Stabile nelle dimensioni, neutro per l'ambiente, inorganico, imputrescibile ed esente da rischi per l'acqua di falda (test ELUAT superato), FOAMGLAS® è perfettamente adatto a questo genere di impieghi. E se non venisse utilizzato nella costruzione di strade o materiale di ripiena, FOAMGLAS® può senz'altro essere smaltito in una discarica per inerti, al pari del calcestruzzo e dei mattoni.

## FOAMGLAS® – un importante contributo alla protezione dell'ambiente.

- FOAMGLAS® contiene già oggi – e la tendenza è in crescita – il **60% di vetro riciclato**. Il concetto di ecologia è già presente nel prodotto.
- L'energia elettrica utilizzata per la produzione di FOAMGLAS® proviene esclusivamente a fonti rinnovabili.
- Rispetto al 1995, il carico ambientale dei processi di produzione è stato ridotto di circa la metà.
- L'isolante FOAMGLAS® è esente da qualsiasi sostanza tossica per l'ambiente o l'abitazione.
- Un successivo smaltimento dell'isolante è esente da rischi. L'isolante può ad esempio essere riciclato come materiale di riempimento.
- FOAMGLAS® è estremamente longevo: un aspetto ecologico di primaria importanza.
- In conclusione, FOAMGLAS® è un sistema isolante rispondente alle esigenze ecologiche dei nostri giorni. Un sistema che riunisce in sé sicurezza funzionale, longevità, compatibilità ecologica e durata.



- 1 La quota di vetro riciclato contenuta nel prodotto FOAMGLAS® ammonta già oggi al 60%
- 2 FOAMGLAS® frantumato come materiale di riempimento

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)  
[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)

**FOAMGLAS®**  
Building

**Pittsburgh Corning (Svizzera) SA**

Schöngrund 26, CH-6343 Rotkreuz  
Telefono 041 798 07 07, Fax 041 798 07 97  
direzione@foamglas.ch, [www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

**Pittsburgh Corning G.m.b.H. / Srl**

Amministrativo Italia  
Via Altmann 4, I-39100 Bolzano (BZ)  
Telefono +39 0471 30 77 05, Fax +39 0471 30 77 55  
direzione@foamglas.it, [www.foamglas.it](http://www.foamglas.it)  
Partita IVA IT 02311300210

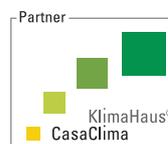
**Pittsburgh Corning Europe N.V./S.A.**

Headquarter Europe, Middle East and Africa (EMEA)  
Albertkade 1, B-3980 Tessenderlo  
Telefon +32 13 661721, Fax +32 13 667854  
[www.foamglas.com](http://www.foamglas.com)

**Test ELUAT superato.** FOAMGLAS® soddisfa le condizioni del test ELUAT (rapporto d'esame EMPA no. 123544 A, basato sul superamento dell'esame con campioni di FOAMGLAS® rivestiti in bitume). Ai sensi del modello di dichiarazione dell'Ordinanza tecnica sui rifiuti (OTR), FOAMGLAS® è adatto alle discariche per inerti.

**Situazione gennaio 2010.** Pittsburgh Corning si riserva espressamente il diritto di modificare in qualsiasi momento i dati tecnici dei prodotti. I valori validi attualmente sono indicati nel assortimento dei prodotti sul nostro sito internet:

[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch) → italiano → documentazione → Assortimento prodotti  
[www.foamglas.it](http://www.foamglas.it) → documentazione → Assortimento prodotti



**MINERGIE®**