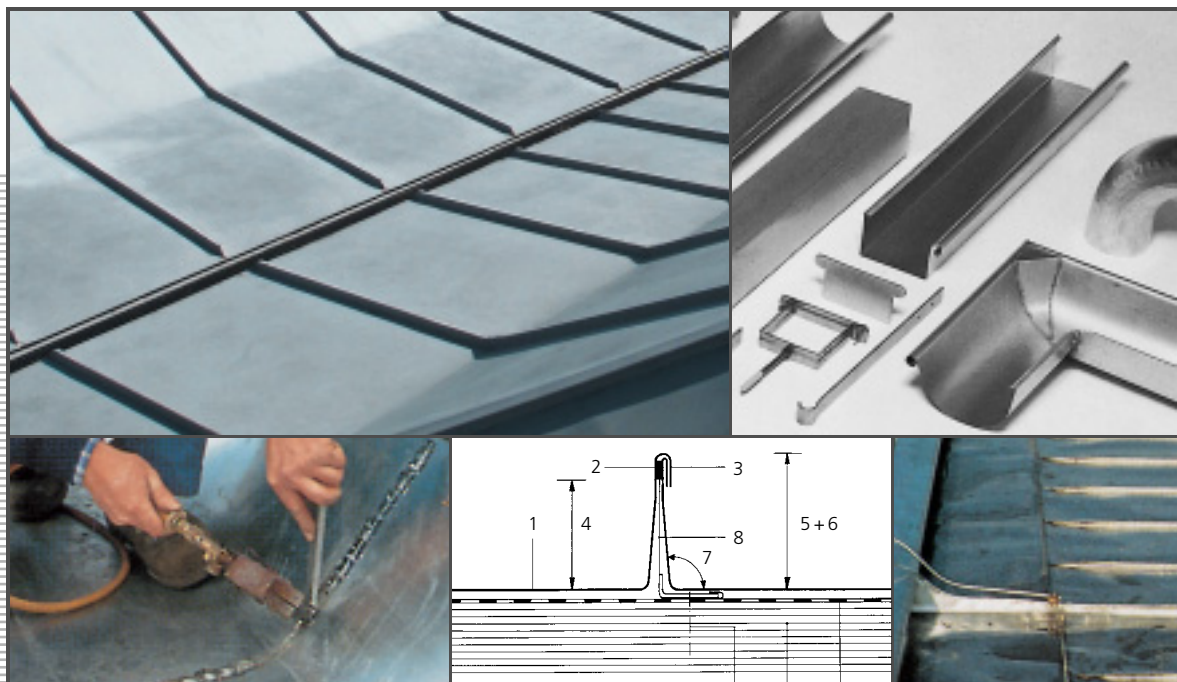


## L'acciaio inossidabile per le coperture Guida tecnica



## Euro Inox

Euro Inox è l'associazione europea per lo sviluppo del mercato dell'acciaio inossidabile.

I suoi soci sono:

- produttori europei di acciaio inossidabile
- associazioni nazionali di sviluppo degli acciai inossidabili
- associazioni di sviluppo delle industrie produttrici degli elementi di lega.

Scopi primari di Euro Inox sono quelli di creare una conoscenza delle caratteristiche peculiari degli acciai inossidabili, di promuovere il loro uso nelle applicazioni già esistenti e in nuovi mercati.

Per raggiungere questi obiettivi, Euro Inox organizza conferenze e seminari e pubblica guide tecniche, sia stampate che in formato elettronico, per permettere ad architetti, progettisti, responsabili dei materiali, trasformatori e utilizzatori finali di accrescere la propria familiarità con il materiale. Inoltre, Euro Inox promuove e sostiene ricerche tecniche e di mercato.

## Edizione

L'acciaio inossidabile per le coperture – Guida tecnica

Prima edizione 2004 (Serie "Edilizia", Vol. 5)

ISBN 2-87997-090-3

© Euro Inox 2004

## Editore

Euro Inox

Sede dell'associazione:

241 route d'Arlon

1150 Lussemburgo, Granducato del Lussemburgo

Tel. +352 26 10 30 50 Fax +352 26 10 30 51

Ufficio operativo:

Diamant Building, Bd. A. Reyers 80,

1030 Bruxelles, Belgio

Tel. +32 2 706 82 67 Fax +32 2 706 82 69

E-mail [info@euro-inox.org](mailto:info@euro-inox.org)

Internet [www.euro-inox.org](http://www.euro-inox.org)

## Autori

Willem De Roover, Gent, Belgio (Contenuti, testo)

circa drei, Monaco, Germania (Impaginazione, progetto grafico)

Centro Inox, Milano, Italia (Traduzione)

---

### Membri regolari

#### Acerinox

[www.acerinox.es](http://www.acerinox.es)

#### Outokumpu Stainless

[www.outokumpu.com/stainless](http://www.outokumpu.com/stainless)

#### ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni

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

#### ThyssenKrupp Nirosta

[www.nirosta.de](http://www.nirosta.de)

#### UGINE & ALZ Belgium

#### UGINE & ALZ France

#### Groupe Arcelor

[www.ugine-alz.com](http://www.ugine-alz.com)

### Membri associati

#### British Stainless Steel Association (BSSA)

[www.bssa.org.uk](http://www.bssa.org.uk)

#### Cedinox

[www.cedinox.es](http://www.cedinox.es)

#### Centro Inox

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

#### Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

[www.edelstahl-rostfrei.de](http://www.edelstahl-rostfrei.de)

#### Informationsstelle für nichtrostende Stähle

#### SWISS INOX

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

## Indice

1	Perché usare l'acciaio inossidabile nelle coperture	2	3.3 Le operazioni di aggraffatura	19
1.1	Il meccanismo di autoprotezione dell'acciaio inossidabile	3	3.4 Le forme di tetto più adatte	21
1.2	Convenienza economica delle coperture di acciaio inossidabile	3	4 La giunzione mediante saldatura continua	22
1.3	Caratteristiche fisiche	5	4.1 Tecnologia della saldatura	22
1.4	Caratteristiche meccaniche	5	4.2 Tecnica di piegatura	23
1.5	Ecocompatibilità	6	4.3 Impermeabilizzazione all'acqua	24
1.6	Requisiti architettonici	7	4.4 Tetti "a verde"	25
2	Criteri generali di scelta	8	4.5 Messa in sicurezza dei tetti saldati in continuo	26
2.1	Tipi di acciai inossidabili	8	4.6 Scelta del tipo di acciaio e delle finiture	27
2.2	Finiture superficiali	8	4.7 Accessori specifici per i tetti saldati	28
2.3	Resistenza alla corrosione e protezione superficiale	12	4.8 Perché scegliere le giunzioni saldate	29
2.4	Compatibilità con altri materiali	12	5 Altri sistemi	30
2.5	Attrezzi per le lavorazioni	14	6 Le norme europee	32
2.6	Accessori per coperture	15		
2.7	La brasatura dell'acciaio inossidabile	16		
3	Il sistema tradizionale di giunzione per aggraffatura	17		
3.1	Progettare il tetto	17		
3.2	Sistemi di fissaggio meccanico	18		

### Responsabilità

I contenuti tecnici, qui presentati, sono stati attentamente curati da Euro Inox per assicurarne la correttezza. Tuttavia si informa che il materiale contenuto in questo fascicolo è ad uso informativo generale del lettore. In modo particolare, Euro Inox, i suoi soci, il personale e i consulenti, declinano qualsiasi responsabilità per perdite, costi o danni risultanti dall'uso delle informazioni contenute in questa pubblicazione.

### Institut de Développement de l'Inox (I.D.-Inox)

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

### International Chromium Development Association (ICDA)

[www.chromium-asoc.com](http://www.chromium-asoc.com)

### International Molybdenum Association (IMOA)

[www.imoa.info](http://www.imoa.info)

### Nickel Institute

[www.nickelinstitute.org](http://www.nickelinstitute.org)

### Polska Unia Dystrybutorów Stali (PUDS)

[www.puds.com.pl](http://www.puds.com.pl)

## 1 Perché usare l'acciaio inossidabile nelle coperture

In architettura, l'acciaio inossidabile è spesso usato con funzione decorativa: facciate, rivestimenti interni, ascensori e scale mobili, corrimano e parapetti sono le sue applicazioni più comuni. Ma la famiglia degli acciai inossidabili ha molto più da offrire del semplice aspetto estetico. Le loro caratteristiche tecniche, infatti, fanno di questi materiali la scelta ideale per molte altre applicazioni in edilizia, per le quali la durabilità sia un requisito essenziale.

Per il proprietario dell'immobile i vantaggi derivanti dall'uso dell'acciaio inox per la copertura sono soprattutto ricollegabili ai seguenti tre aspetti:

### Massima aspettativa di durata

La presenza di inquinanti nell'aria rende necessario l'uso di materiali resistenti alla corrosione. Il Chrysler Building di New York è la prova più evidente di come l'acciaio inox sia la risposta giusta a questa esigenza. Costruito tra il 1929 e il 1932, questo grattacielo costituisce la più evidente testimonianza delle prestazioni dell'acciaio inox nelle coperture e nei rivestimenti delle facciate. L'inox utilizzato era di un tipo simile all'attuale EN 1.4301.

*Sebbene sia stato pulito una sola volta, il tetto inox del Chrysler Building è tuttora in eccellenti condizioni dopo più di 70 anni.*

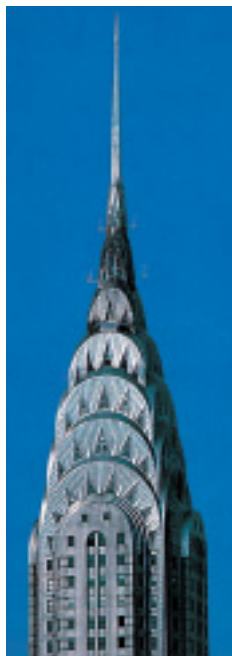


Foto: Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, dalla brochure "Höchste Zeit für Edelstahl"

### Minima manutenzione

Considerato che i costi di manutenzione vanno sempre aumentando, appare chiaro quanto sia importante tenere in considerazione questo aspetto già nella fase progettuale di un edificio. Grazie alla loro resistenza alla corrosione prolungata nel tempo e alla loro superficie liscia, la maggior parte dei tetti in acciaio inox, correttamente progettati e installati, richiede una manutenzione veramente minima.

### Peso ridotto

Grazie alle sue alte prestazioni meccaniche, l'acciaio inossidabile è solitamente impiegato con spessori più bassi rispetto a quelli di altri materiali metallici per coperture. Questo può così portare a un peso inferiore finale del tetto e, conseguentemente, all'impiego di una struttura di sostegno più leggera e quindi più economica.

I tetti inox possono essere realizzati con diverse tecniche, da quella tradizionale dell'aggraffatura, a quella delle saldature speciali. In ogni caso, più di trent'anni di esperienza hanno dimostrato l'alto profilo della soluzione inox in termini di durabilità.



## 1.1 Il meccanismo di autoprotezione dell'acciaio inossidabile

L'acciaio inossidabile è una lega contenente almeno il 10,5% di cromo<sup>1)</sup>, cosa che conferisce all'acciaio un'insita possibilità di autoprotettersi dalla corrosione. Quando la superficie dell'acciaio inox è esposta all'aria e/o all'acqua, il cromo reagisce a contatto dell'ossigeno in esse presente e forma una pellicola invisibile e protettiva di ossido di cromo. Se questa pellicola viene danneggiata, chimicamente o meccanicamente, si ricostituisce spontaneamente, in presenza di ossigeno. La resistenza alla corrosione può essere aumentata elevando il tenore di cromo e, ulteriormente, aggiungendo del molibdeno alla lega.

La presenza di nichel migliora la formabilità e la saldabilità. Gli acciai inossidabili contenenti nichel incrudiscono durante la deformazione a freddo, conferendo così all'elemento fabbricato un'aggiuntiva funzione strutturale.



*L'acciaio inossidabile si costruisce uno strato invisibile protettivo che, se danneggiato, si riforma spontaneamente con la presenza dell'ossigeno presente nell'aria o nell'acqua.*

Gli acciai inossidabili più comunemente usati hanno un contenuto di cromo di 17-18% e un contenuto di nichel di 8-10,5%. Per questo motivo sono conosciuti come "18/8" o "18/10". Questi tipi di acciai al cromo-nichel sono chiamati "acciai inossidabili austenitici".

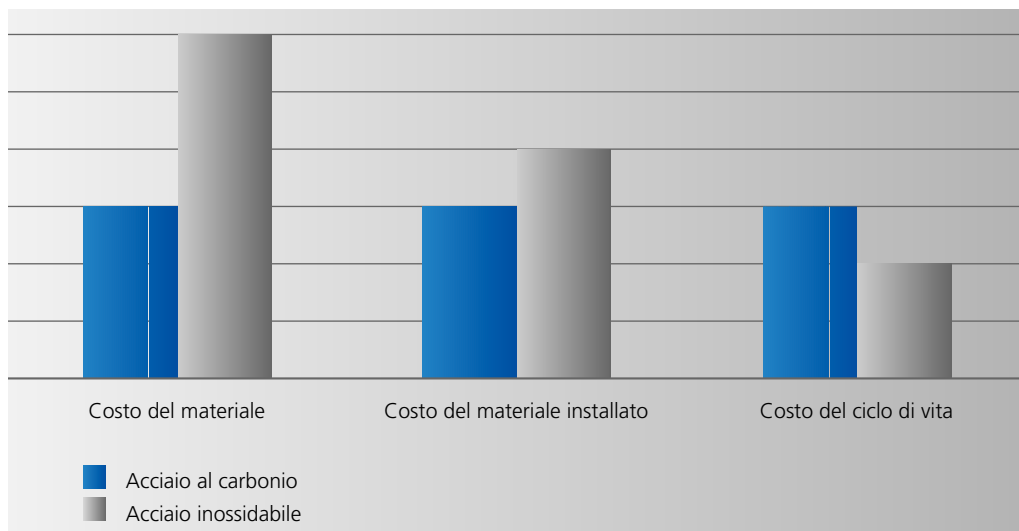
Esiste un'altra famiglia di acciai inossidabili che contengono in lega soprattutto cromo e, eventualmente, altri elementi come il titanio. Questi sono chiamati "ferritici". Nelle coperture, possono essere utilizzati tipi contenenti cromo dal 12 al 17%, con rivestimento organico o metallico.

## 1.2 Convenienza economica delle coperture di acciaio inossidabile

Il calcolo del costo del ciclo di vita di un tetto, costituito con un dato materiale, prende in considerazione sia i costi iniziali, sia quelli previsti durante l'intera vita utile desiderata per il tetto. L'insieme dei costi è relativo ai materiali, alla costruzione, all'installazione, al funzionamento, alla manutenzione, ai tempi di non utilizzo, alle sostituzioni di parti usurate e al valore residuo. Un programma per PC, in grado di calcolare il costo del ciclo di vita, è disponibile presso Euro Inox.

Benché il costo iniziale del materiale inox può risultare più elevato di quello degli altri materiali metallici, il costo del materiale installato (materiale + installazione) è solo leggermente diverso. Tuttavia, il costo dell'intero ciclo di vita per l'opzione inossidabile può essere significativamente più basso di quello dell'acciaio galvanizzato o dell'acciaio al carbonio con rivestimento organico.

<sup>1)</sup> Vedere la norma europea EN 10088-1: gli acciai inossidabili sono caratterizzati da un contenuto minimo di cromo di 10,5% e da un contenuto massimo di carbonio di 1,2%.



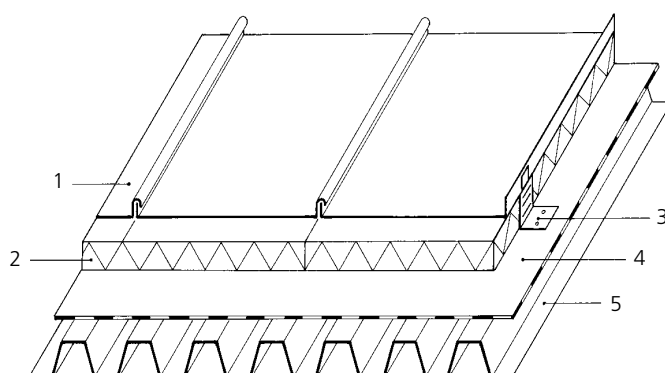
Comparazione dei costi di un acciaio al carbonio zincato, di spessore 0,6 mm e un acciaio inossidabile, del tipo 1.4401, di spessore 0,4 mm: grazie alle proprietà meccaniche degli acciai inossidabili, lo spessore del materiale può essere ridotto fino a 0,5 o 0,4 mm, alleggerendo il peso (3,2 kg/m<sup>2</sup> per 0,4 mm di acciaio inox contro 4,7 kg/m<sup>2</sup> per 0,7 mm di acciaio al carbonio rivestito). Mentre l'acciaio al carbonio rivestito ha un'aspettativa di vita di 15/20 anni, la vita in servizio di un tetto inox è generalmente pari a quella dell'edificio.

### Minor costo delle strutture portanti

Dato che l'acciaio inossidabile è normalmente resistente all'aggressione corrosiva dell'umidità che si forma sotto il rivestimento, può non essere necessario installare una struttura portante ventilata. Ciò consente di scegliere un tetto caldo compatto,

che è spesso più economico e che – se montato correttamente – offre una migliore “fisica” della costruzione. Comunque, in questo caso, una barriera al vapore, perfettamente installata, diventa una necessità.

*Nel caso di un tetto inox, sarà indispensabile installare una struttura portante ventilata.*



Sezione trasversale di un tetto caldo compatto  
 1 Acciaio inossidabile  
 2 Isolamento  
 3 Morsetto scorrevole  
 4 Barriera al vapore  
 5 Struttura di supporto

### 1.3 Caratteristiche fisiche

Oltre che per l'aspetto estetico e per la sua durabilità, gli architetti, i proprietari e gli operatori edili possono scegliere l'acciaio inossidabile anche per le sue caratteristiche fisiche.

#### Riflessione del calore

Grazie alla sua superficie liscia e lucida, l'acciaio inossidabile offre ottime proprietà di riflessione del calore.



Foto: Outokumpu Stainless, Espoo

#### Conducibilità elettrica

La membrana senza interruzioni, formata da un tetto inox saldato in continuo, può rendere inutile l'installazione aggiuntiva di un parafulmine. Spesso è sufficiente realizzare una buona messa a terra, collegandovi l'intero tetto.

I tetti inox possono anche contribuire a formare lo scudo elettromagnetico necessario a quegli edifici che accolgono apparecchiature elettroniche sensibili ai campi magnetici.

#### Resistenza al fuoco

Studi ed esperienze hanno dimostrato che l'acciaio inossidabile possiede ottime caratteristiche quando sottoposto a carico d'incendio.

*L'acciaio inossidabile può riflettere il calore, agire come uno scudo contro le onde elettromagnetiche e aumentare la sicurezza di un edificio contro gli incendi.*

### 1.4 Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche meccaniche dell'acciaio inossidabile sono particolarmente importanti per l'appaltatore che deve realizzare un tetto. La facilità di costruzione è strettamente legata al tempo necessario per la posa in opera e, quindi, al suo costo.

*Gli acciai inossidabili sono facili da lavorare – anche alle basse temperature.*



Foto: Willem De Roover, Gent

**Lavorabilità alle basse temperature**

Gli acciai inossidabili comunemente usati per le coperture sono facili da sagomare e da unire. Non risentono delle temperature esterne molto basse, quindi la costruzione e il montaggio possono avvenire senza problemi, indipendentemente dalle condizioni atmosferiche.

**Caratteristiche meccaniche**

L'acciaio inossidabile mantiene eccellenti doti di resistenza, duttilità e tenacità in un ampio intervallo di temperature. La sua resistenza meccanica è così alta che è spesso possibile ridurre lo spessore del rivestimento o del componente edile. Inoltre, con la lavorazione a freddo, aumenta la sua rigidità.

Dati tecnici	Tipi				
	EN 1.4510	EN 1.4301	EN 1.4404	EN 1.4436	EN 1.4432
Carico di snervamento $R_{p0,2}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Min. 230	Min. 230	Min. 240	Min. 240	Min. 240
Resistenza a trazione N/mm <sup>2</sup>	da 420 a 600	da 540 a 750	da 530 a 680	da 550 a 700	da 550 a 700
Allungamento dopo rottura (%)	Min. 23	Min. 45	Min. 40	Min. 40	Min. 40
Durezza (Vickers)	Max. 220	Max. 220	Max. 220	Max. 220	Max. 220
Coefficiente di dilatazione termica lineare (m/m/°C) $10 \times 10^{-6}$		$16 \times 10^{-6}$	$16 \times 10^{-6}$	$16 \times 10^{-6}$	$16 \times 10^{-6}$
Densità (kg/dm <sup>3</sup> )	7,7	7,9	7,9	7,9	7,9

**1.5 Ecocompatibilità**

Oggi giorno la scelta dei materiali è largamente influenzata dal fattore sostenibilità:

- i materiali da costruzione devono essere sicuri per i lavoratori;
- durante tutto il ciclo di vita in servizio, i materiali da costruzione devono essere neutri nei confronti dell'ambiente e non devono rilasciare sostanze nocive nell'aria o nell'acqua piovana;
- alla fine della loro vita utile, i prodotti edili non devono creare problemi di smaltimento e devono essere completamente riciclabili.

**Contenuto riciclato e riciclabilità**

L'acciaio inossidabile è prodotto utilizzando fino al 60% di materiale riciclato e può, in seguito, essere di nuovo riciclato al 100% per un numero infinito di volte. Mentre alcuni altri materiali per i tetti devono essere smaltiti come rifiuti pericolosi, l'acciaio inossidabile può persino avere un valore di rottamazione alla fine della vita utile dell'edificio.

**Neutralità alla pioggia**

L'acciaio inossidabile, ricoperto da una speciale pellicola passiva omogenea, non influenza in alcun modo l'acqua piovana, che può scorrere via tornando alla falda freatica.



## 1.6 Requisiti architettonici

Pochi altri elementi dominano l'aspetto di un edificio come la forma del suo tetto. L'acciaio inossidabile è adatto per ogni tipo di geometria di tetto: piana, spiovente o curva.

*Ci sono pochi limiti di progettazione in termini di forma e inclinazione.*



Foto: Akibadai Cultural Gymnasium, Fujisawa

### Possibilità di progettazione

I prodotti inox sono disponibili con varie finiture superficiali, la cui gamma va dal grigio tenue fino a quella lucida a specchio. Tutte mutano il loro aspetto a ogni minimo cambiamento delle condizioni di luce.

### Tetti a verde

Essendo resistenti all'azione delle radici e delle alghe, i tetti inox piani costituiscono un'eccellente base per i tetti "a verde". La scelta corretta del tipo di acciaio inossidabile e un appropriato strato drenante, posto tra l'inox e il materiale organico, permetteranno di avere un giardino per tutte le stagioni.



Foto:  
Binder und Sohn GmbH,  
Ingolstadt

*I tetti a verde permanente fanno parte della filosofia dell'edilizia sostenibile.*

## 2 Criteri generali di scelta

L'architetto e l'installatore hanno ampie possibilità di decisione nelle scelte legate all'effetto visivo richiesto, alla tecnica di copertura e all'ambiente.

### 2.1 Tipi di acciai inossidabili

Leghe diverse sono impiegate in ambienti diversi:

	Tipo Secondo EN 10088-1	Cr	Ni	Mo	Aggressività atmosferica
Ferritico (tipicamente stagnato)	1.4510	16,0-18,0	–	–	bassa
Austenitico	1.4301	17,0-19,5	8,0-10,5	–	bassa
Austenitico	1.4401	16,5-18,5	10,0-13,0	2,0-2,5	media
Austenitico	1.4404	16,5-18,5	10,0-13,0	2,0-2,5	media
Austenitico	1.4436	16,5-18,5	10,5-13,0	2,5-3,0	media
Austenitico	1.4432	16,5-18,5	10,5-13,0	2,5-3,0	media
Austenitico	1.4439	16,5-18,5	12,5-14,5	4,0-5,0	alta

In generale, i progetti dei tetti piani dovrebbero prevedere, come minimo, l'impiego di acciai inossidabili contenenti molibdeno.

Classe di aggressività	Descrizione ambientale	Tipo di acciaio inox
Bassa	Aree rurali con frequenti piogge e/o alte temperature. Aree urbane con bassa attività industriale e senza inquinamento significativo.	1.4510 (tipicamente stagnato), 1.4301
Media	Aree urbane inquinate, industriali e costiere con piogge più frequenti.	1.4401, 1.4404, 1.4435, 1.4436, 1.4432
Alta	Aree a più alto rischio con possibili emissioni di cloruri, anidride solforosa, fluoruri. Aree industriali o costiere con alte temperature. Particolare cura deve essere posta per evitare interstizi che possano permettere l'accumulo di sostanze corrosive.	1.4439, 1.4539, 1.4547 1.4462 (Duplex)

Finitura	Tetto aggraffato	Tetto saldato in continuo
2B	X	X
Opaca (sabbata, laminata)	X	X
Decorata	X	–
Rivestita di piombo	X	–
Rivestita con PVDF	X	X
		Solo la parte verniciata del prodotto
Colorata elettroliticamente	X	X
		Colore danneggiato dalla saldatura

### 2.2 Finiture superficiali

Certamente, quando lo scopo del tetto è puramente quello funzionale, la scelta è facile: la finitura più comune è la 2B, che presenta una superficie abbastanza riflettente, liscia e piana.

Come regola generale, si può affermare che più una superficie è lucida e liscia, più

elevata sarà la sua resistenza alla corrosione e più facile la manutenzione.

Sono però disponibili anche diverse finiture opache e colorate. La scelta è legata all'ambiente, agli edifici circostanti e al progetto. Ulteriori dettagli si possono trovare nella brochure “Guida alle finiture dell'acciaio inossidabile”, edita da Euro Inox.

Per i tetti tradizionali, sono spesso preferiti i laminati opachi o i materiali poco riflettenti. Possono essere anche scelte finiture di acciaieria, come la 2B o la 2R (ricotta), quando sia consentito o richiesto un più elevato grado di riflettività.



*Tetti con finitura  
riflettente 2B.*

Foto: Willem De Roover, Gent (sopra)  
EDILTECOS, Mottalciata VC (al centro)

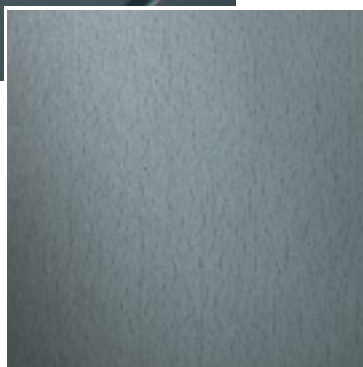
*Finiture di acciaieria 2B (sinistra)  
e 2R (destra)*





Foto: UGINE & ALZ/RCC GmbH, Sersheim

Rivestimento elettrolitico, su entrambe le facce, costituito da un sottile strato di stagno al 100%. I vantaggi di questa soluzione non sono solo dati dall'aspetto grigio opaco, ma anche dal fatto che ciò semplifica l'operazione di brasatura.



*Superficie rivestita di stagno.*

Una gamma di materiali a bassa riflessività viene prodotta in diversi modi:



*Superfici opache prodotte per laminazione a freddo*

Una finitura opaca può essere ottenuta con un procedimento di laminazione a freddo. Molti produttori offrono una vasta gamma di finiture diverse.

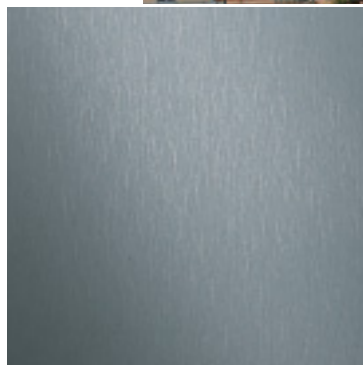
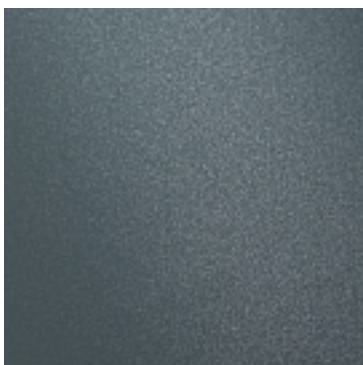
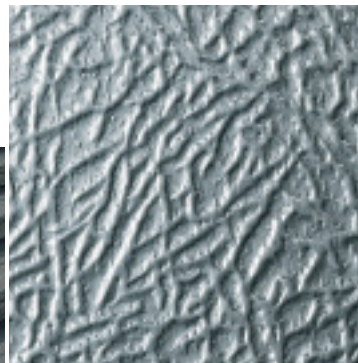


Foto: Rudolf Maierhofer, Neuötting

Anche lamiere decorate con speciali disegni sono disponibili per realizzare tetti.



*Superficie decorata*

Foto: Martina Helzel, Monaco

Un altro sistema per ottenere la finitura opaca è quello di sabbare il materiale con una griglia di materiale neutro, non ferroso. Questo sistema è comunemente chiamato pallinatura. Variando il procedimento, si ottengono superfici poco riflettenti od opache simili a un tessuto, durevoli e con un ottimo effetto estetico. La lavorazione, però, può comportare la distorsione della lamiera, soprattutto se è stata pallinata su un solo lato.

L'uso dell'acciaio inox colorato è molto comune in alcuni paesi. Alcuni produttori offrono un rivestimento in PVDF con uno spessore tipico di 35 µm. Sono sul mercato anche rivestimenti acrilici con una gamma di colori ampia quanto quella degli acciai al carbonio verniciati.

Altri producono invece acciai inox colorati mediante procedimento elettrochimico che inspessisce lo strato superficiale di ossido in modo che l'aspetto metallico assuma i colori oro, blu, bronzo, verde, nero e rosso.

*Superficie pallinata*

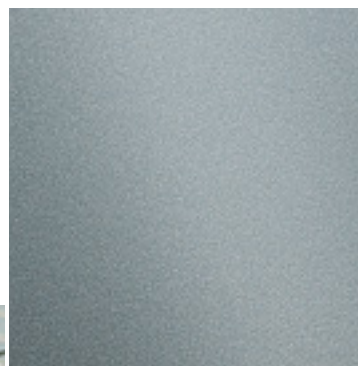


Foto:  
Rudolf Maierhofer, Neuötting



### 2.3 Resistenza alla corrosione e protezione superficiale

Di norma, la resistenza alla corrosione dell'acciaio inossidabile non è alterata dai processi di finitura, ma bisogna ricordare che più è liscia la finitura superficiale migliore è la resistenza alla corrosione per quel particolare tipo di acciaio.

Più specificatamente, nelle aree fortemente inquinate, le superfici più rugose favoriscono i depositi di sporco e di umidità che possono macchiare o danneggiare l'acciaio inossidabile. È importante che il tetto sia progettato in modo che l'acqua piovana scorra via facilmente dilavando la superficie.

Molti dei prodotti descritti possono essere forniti con una pellicola protettiva, removibile per evitare graffi, macchie e danni durante la lavorazione e il montaggio.

### 2.4 Compatibilità con altri materiali

L'acciaio inossidabile viene spesso a contatto con altri materiali. Quando si tratta di applicazioni nei tetti, ciò avviene soprattutto nei confronti degli strati isolanti bituminosi. Ma, mentre altri metalli o materiali da costruzione possono incorrere in severi fenomeni corrosivi a causa del contatto con gli strati bituminosi e lasciar colare acqua da tali superfici, l'inox è altamente resistente.

Questa è una delle ragioni per cui l'acciaio inossidabile è spesso la soluzione più economica nei progetti di restauro: gli strati bituminosi danneggiati, che altrimenti avrebbero dovuto essere rimossi e smaltiti come rifiuti pericolosi, possono essere lasciati sul tetto e venir ricoperti da una lamina di acciaio inox.

Occasionalmente, sono stati registrati casi in cui legno e cemento avevano rilasciato umidità contenente resine e conservanti,

causando corrosione nei metalli da costruzione. L'esperienza indica che l'acciaio inossidabile è resistente a queste sostanze. Bisogna poi porre attenzione in caso di combinazione tra materiali metallici diversi che possono essere soggetti a corrosione galvanica. È questo un fenomeno che riproduce il principio delle pile: due metalli – di cui uno relativamente “nobile” e l'altro molto meno “nobile” – entrano elettricamente in contatto attraverso un elettrolito. In questi casi, quando la corrente passa dal metallo meno nobile a quello più nobile, il primo si consuma.

L'acciaio inossidabile ha un potenziale elettrico simile a quello dell'argento ed è, generalmente, il polo più nobile.

La pioggia e persino l'umidità dell'aria possono fungere da elettrolito. Se non adeguatamente protetto, il materiale in contatto

può corrodersi mentre l'acciaio inossidabile rimarrà intatto.

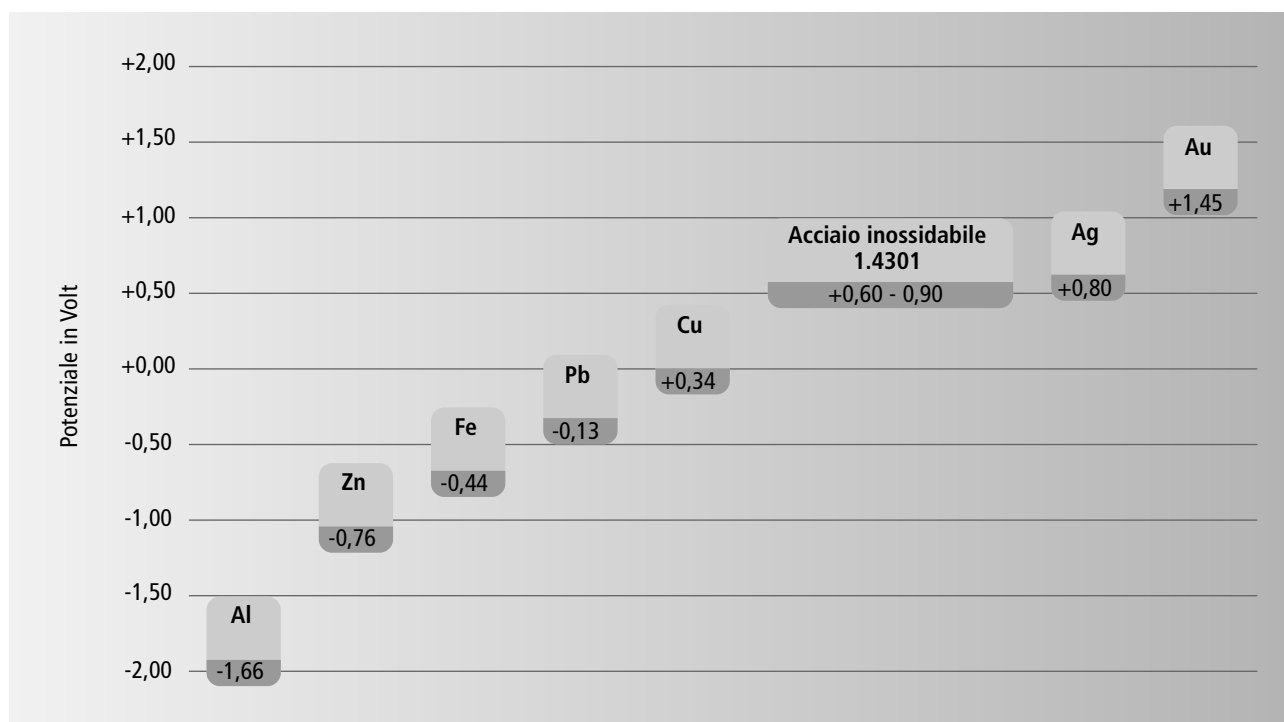
Più estesa è in proporzione la superficie del metallo più nobile e maggiore è la differenza dei due metalli in termini di potenziale (vedere il grafico alla pagina seguente), più elevato è il rischio.

Uno degli errori più diffusi è quello di usare fissaggi non inox (es. viti zincate, rivetti di alluminio, ecc.) su componenti di acciaio inossidabile. Poiché la superficie inox di un tetto è molto ampia e quella dei fissaggi è piccola, la corrosione galvanica consumerà questi ultimi molto in fretta. L'uso di fissaggi inox è dunque fortemente raccomandato.

Abbastanza spesso, il contatto tra l'acciaio inossidabile e altri materiali metallici è

inevitabile o persino voluto dal progettista per creare speciali effetti visivi. In questi casi, l'effetto galvanico può essere ridotto se l'elemento di acciaio inossidabile è molto più piccolo dell'altro componente metallico (es. acciaio al carbonio verniciato o zincato). Per questa ragione i fissaggi di acciaio inossidabile su tetti in acciaio, alluminio, zinco o rame non dovrebbero creare problemi.

Tuttavia, se il componente inox è discretamente largo (cioè, all'incirca, più del 10% della superficie dell'altro metallo), è importante isolare elettricamente un metallo dall'altro per mezzo di rivestimenti, strati isolanti, e/o guarnizioni, ecc. onde evitare che si creino coppie galvaniche.

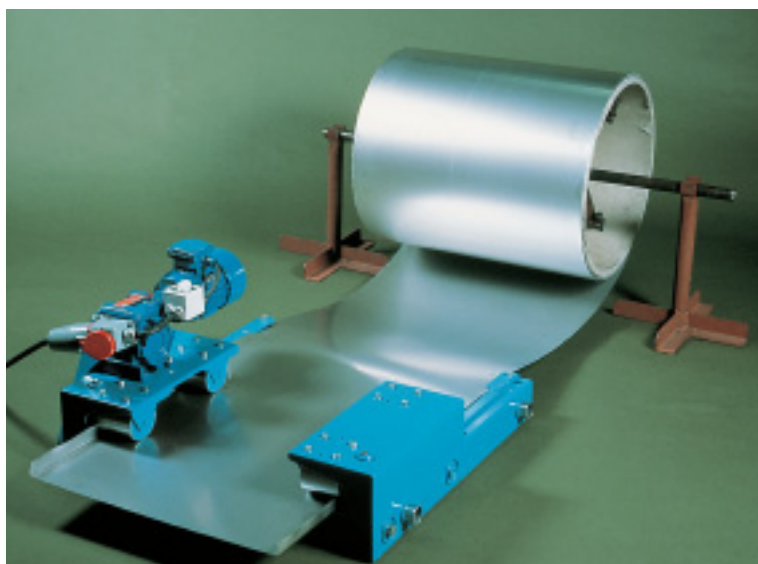


Normali potenziali dei metalli usati in edilizia e di alcuni metalli nobili paragonati a un elettrodo all'idrogeno.

## 2.5 Attrezzi per le lavorazioni

Generalmente, possono essere utilizzati i normali macchinari per profilare, piegare e curvare o gli attrezzi manuali per i lattonieri ma, per evitare il formarsi di macchie di ruggine o graffi, si raccomanda l'uso di utensili e parti di macchine in acciaio inossidabile, in plastica o cromati. Si raccomanda la pulizia

delle macchine prima dell'uso per prevenire uno scambio di residui di particelle contaminanti.



*Macchina per profilatura semplice, usata soprattutto per i sistemi di saldatura*



*I tetti di acciaio inossidabile possono essere costruiti con i normali attrezzi, a patto di evitare la contaminazione con particelle di acciaio al carbonio.*

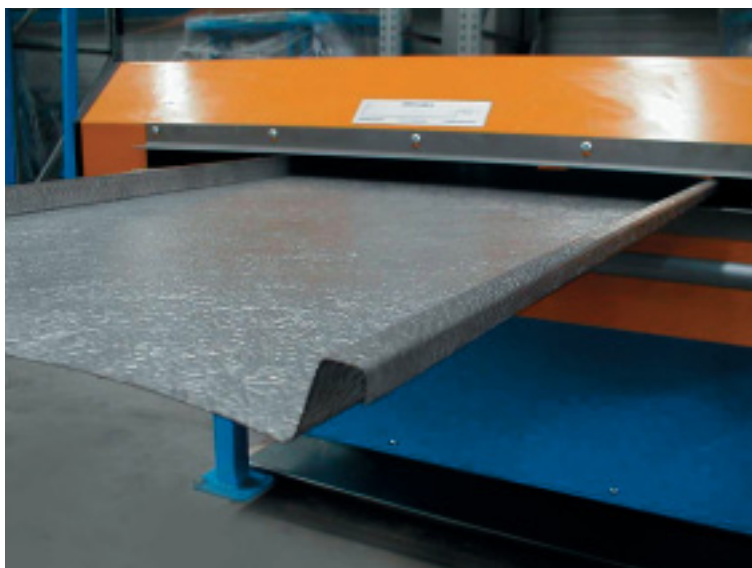


Foto:  
Rostfria Tak AB, Fagersta  
(in alto a sinistra),  
Willem De Roover, Gent  
(in alto a destra)  
Battisti GmbH, Sulz  
(in basso)

*Macchina profilatrice per tetti con aggraffatura semplice e doppia.*



## 2.6 Accessori per coperture

Come regola, anche morsetti scorrevoli, fissaggi, tubi di evacuazione, canali di scolo, tubi di ventilazione, ecc. dovrebbero essere fatti di acciaio inossidabile. Se nel rivestimento di un tetto sono presenti anche altri metalli, è importante controllare la loro posizione nella scala galvanica. L'isolamento dei materiali, se correttamente eseguito, aiuterà a evitare la corrosione galvanica.



*Camino*

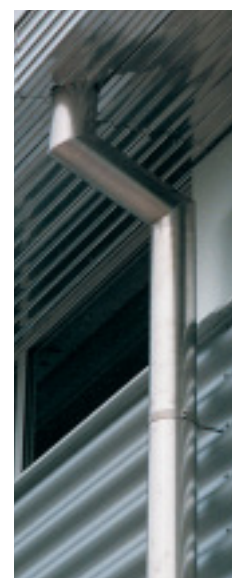


*Morsetto scorrevole*



*Viti di acciaio inossidabile*

Foto:  
Willem De Roover, Gent  
Brandt Edeldach GmbH,  
Colonia (sotto)



*Grondaia e pluviale*



*Gli accessori sono disponibili in una gamma completa.*

*L'acciaio inossidabile è facile da brasare se vengono utilizzati opportuni flussi e leghe per brasatura.*



Foto:  
Brandt Edelstahldach GmbH,  
Colonia



Foto:  
Informationsstelle Edelstahl  
Rostfrei, Düsseldorf  
(in basso, al centro)



## 2.7 La brasatura dell'acciaio inossidabile

I lattonieri, abituati a lavorare con altri materiali metallici, a volte esitano a utilizzare l'acciaio inossidabile perché non ne conoscono le caratteristiche in relazione alla brasatura. Ma se è vero che la brasatura dell'inox richiede un po' più "know-how", è anche vero che non è difficile apprenderne le tecniche e diventare degli esperti.

La chiave per ottenere buoni risultati sta nell'uso di flussi adatti. Quelli a base di acido ortofosforico danno ottimi risultati ed evitano tutti i rischi connessi con i cloruri.

Comunque, le superfici inox devono essere scrupolosamente pulite e asciugate, dopo la brasatura, per rimuovere ogni traccia di flusso. I flussi utilizzati per altri metalli, es. rame e zinco, non sono adatti per l'acciaio inossidabile. Gli attrezzi per brasatura possono essere puliti con flussi di acciaio inossidabile, ma si devono evitare le pietre per affilare a umido.

Si possono utilizzare diversi tipi di leghe per brasatura dolce

- stagno di elevata purezza, con un punto di fusione di circa 230°C
- leghe di stagno-argento e stagno-piombo con un intervallo di fusione di 215-250°C.

Quando è possibile che le parti da unire mediante brasatura siano soggette a maggiori stress meccanici, queste devono essere preventivamente fissate con rivetti o con punti di saldatura, per poi procedere con la brasatura nel modo consueto.

## 3 Il sistema tradizionale di giunzione per aggraffatura

I nastri di acciaio inossidabile, generalmente dello spessore di 0,4 o 0,5 mm, possono essere reperiti in rotoli con larghezze comprese tra i 350 e i 1.250 mm. Questi spessori consentono la profilatura direttamente in cantiere, ma più spesso questa lavorazione avviene in officina, usando macchine speciali.



Sezione tipica di una lamiera profilata per un tetto aggraffato

### 3.1 Progettare il tetto

Un tetto prefabbricato necessita di un substrato isolante continuo.

Nel caso di un tetto freddo tradizionale con struttura ventilata, il supporto è generalmente costituito da travi in legno, fissate con un'intercapedine di circa 3 mm. Possono essere utilizzate anche pannellature, purché adeguatamente ventilate.

Le tavole in legno devono avere uno spessore minimo di 22 mm<sup>1)</sup> per garantire un fissaggio sicuro per le viti e i chiodi inox. Generalmente, viene fornita una membrana tra l'acciaio e il legno, che servirà come isolamento acustico o come protezione. Questi tetti, con struttura tradizionale, sono spesso più costosi di quelli con struttura calda o compatta, a causa

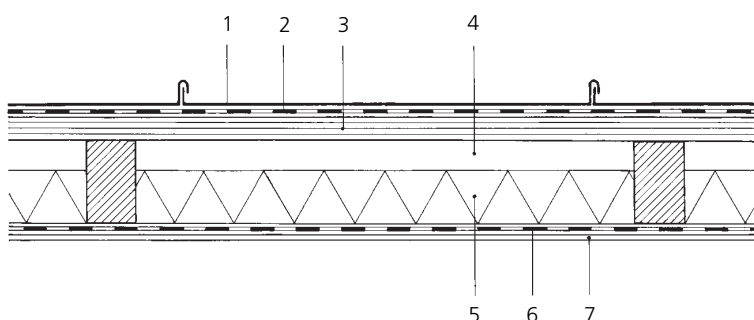
della doppia costruzione di cui necessitano. D'altro canto, consentono però l'uso di morsetti semplici e più economici.

Un tetto caldo, con struttura compatta, è raccomandato per una miglior "fisica" della costruzione. In questo caso, l'isolamento continuo può essere costituito da una struttura in legno posta immediatamente al di sopra dello strato isolante. E' tuttavia più comune, oggi, l'uso di un isolante compatto, costituito, ad esempio, da lana minerale o schiuma di vetro.

Molto importante è anche la corretta installazione di una buona barriera al vapore, tra la struttura portante e l'isolamento termico.

Struttura tipica di un tetto freddo ventilato

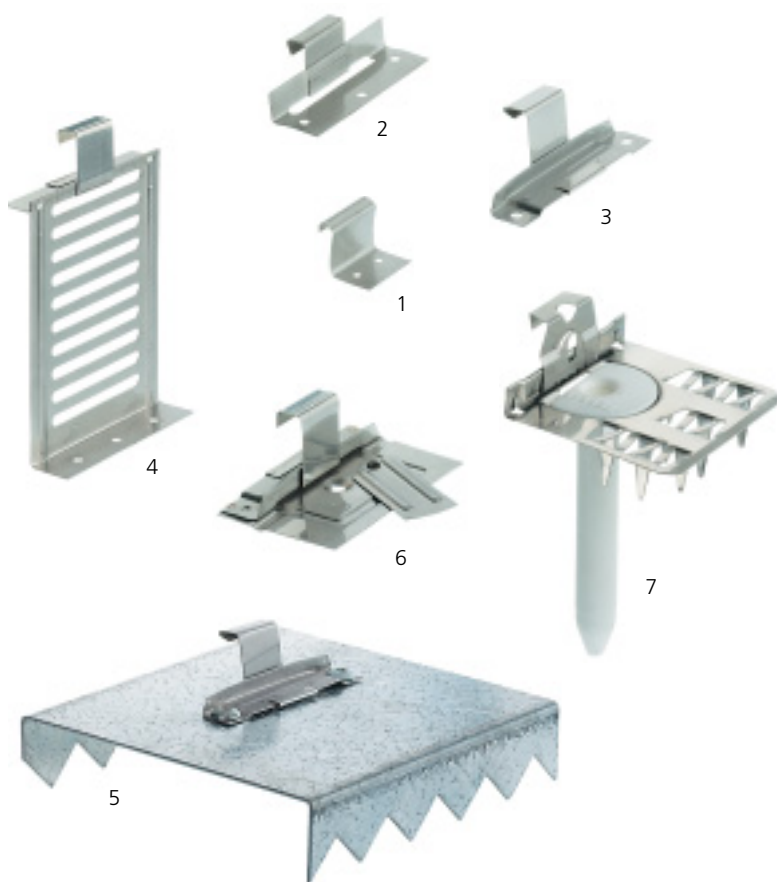
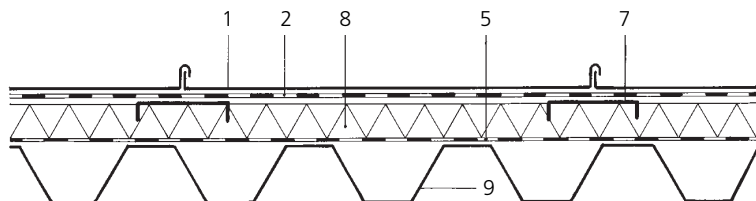
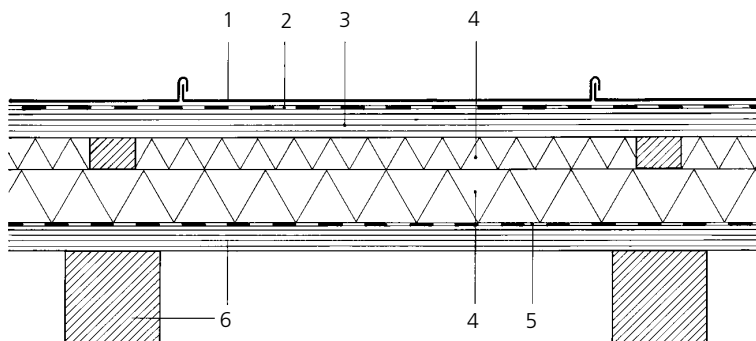
- 1 Lamiera di acciaio inossidabile
- 2 Membrana acustica/protettiva
- 3 Supporto in legno
- 4 Spazio ventilato di 4-6 cm
- 5 Isolamento
- 6 Barriera al vapore
- 7 Spessore interno



<sup>1)</sup> Può variare da nazione a nazione

Strutture tipiche di un tetto caldo compatto

- 1 Lamiera di acciaio inossidabile
- 2 Membrana acustica/protettiva
- 3 Supporto in legno
- 4 Isolamento
- 5 Barriera al vapore
- 6 Struttura di supporto in legno
- 7 Piastra o profilo di fissaggio in acciaio inox o zincato
- 8 Isolamento solido
- 9 Impalcato in acciaio



### 3.2 Sistemi di fissaggio meccanico

Gli elementi di lamiera inox che formano il tetto vengono fissati allo strato isolante sottostante per mezzo di morsetti di vario tipo:

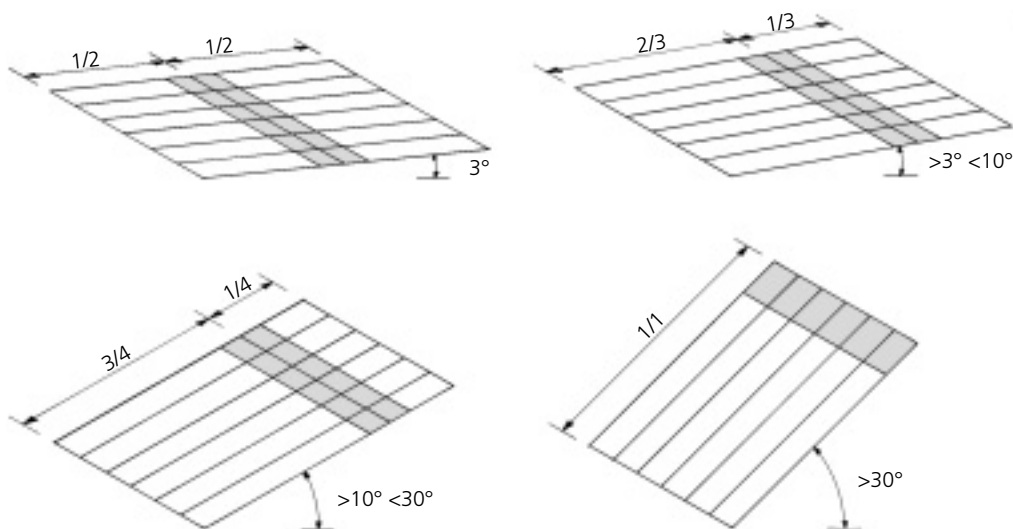
- morsetti scorrevoli o fissi
- morsetti per fissaggio diretto su legno, per i tetti freddi, o per fissaggio su piastre o profili metallici
- per il fissaggio tra pannelli isolanti, o direttamente su blocchi solidi isolanti, esistono morsetti con disegni speciali, esempio con profili a Z o del tipo “GP” o “Krabban”.

Tipi differenti di morsetti:

- 1 Fixed cleat
- 2, 3, 5 Morsetto fisso
- 4 Con profilo a Z
- 6 Morsetto tipo “GP”
- 7 Morsetto tipo “Krabban”

Per calcolare il numero di morsetti necessari in un metro quadro di tetto, è necessario riferirsi alle norme nazionali prima di fare una valutazione specifica per la singola costruzione, che deve tener conto dell'altezza,

dell'inclinazione, del bordo, dell'esposizione, dei carichi del vento e della neve e della regione geografica.

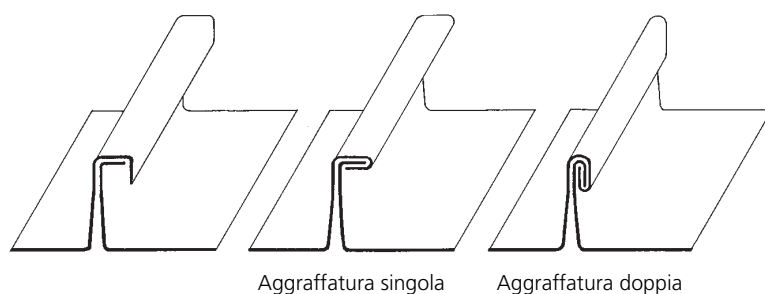


*Il numero e la posizione dei morsetti dipendono dalla pendenza del tetto. I morsetti fissi sono posizionati nelle aree grigie.*

### 3.3 Le operazioni di aggraffatura

Dopo aver montato il primo elemento del tetto, il secondo viene fissato al primo e la giunzione è bloccata da una aggraffatura singola o doppia della giunzione. Le aggraffature singole sono accettabili solo per pen-

denze con un'inclinazione superiore ai 75°. Le piegature doppie sono raccomandate per tetti con una pendenza minima definita dalle norme nazionali.



*Sequenza delle fasi di piegatura nei tetti aggraffati tradizionali.*



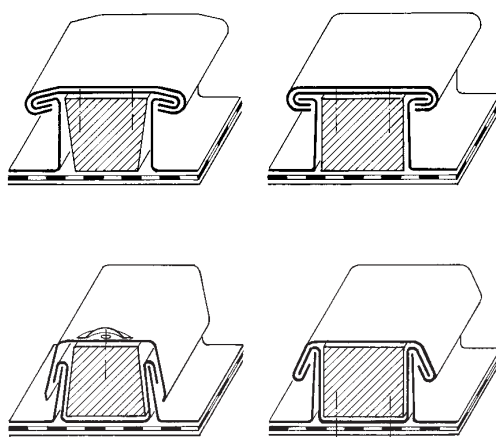
*Macchina e attrezzi manuali usati per l'aggraffatura*

L'aggraffatura può essere eseguita con utensili manuali, ma è più comune l'uso di speciali macchine piegatrici. La parte della macchina che viene a contatto con l'acciaio inossidabile deve essere anch'essa inox, oppure di acciaio speciale temprabile o di una lega che non lasci residui sul nastro inossidabile.

Foto:  
Willem De Roover,  
Gent



Foto: Martina Helzel, Monaco



Un altro metodo tradizionale di costruzione dei tetti è quello dell'aggraffatura su tassello o del coprigiunto su tassello. Ne esistono di diversi tipi, alcuni dei quali sono qui illustrati. Entrambi i sistemi, che utilizzano tasselli in legno, sono oggi meno comuni.

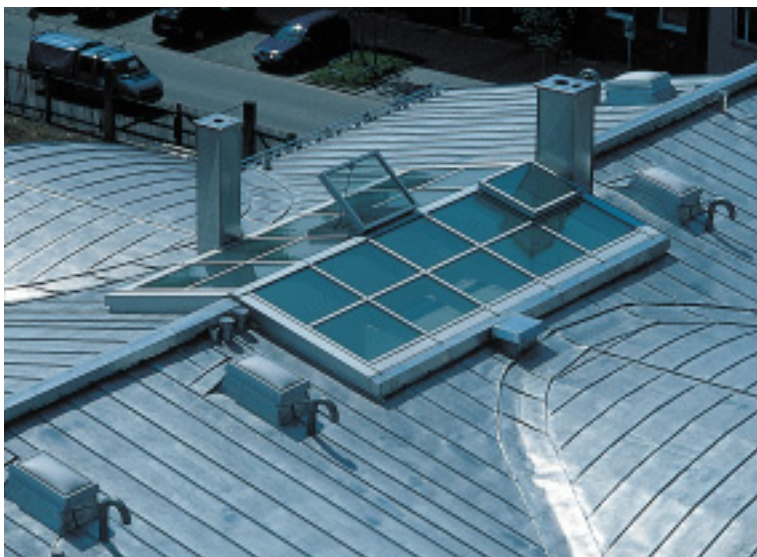
*L'acciaio inossidabile è adatto anche per il metodo del tassello in legno con coprigiunto che, comunque, sta diventando meno comune.*

*Vari tipi di tasselli con coprigiunto*

### 3.4 Le forme di tetto più adatte

I tradizionali metodi di aggraffatura possono essere utilizzati per tetti con forme diverse:

- Tetti con normale pendenza, aventi un'inclinazione minima, (come definito nelle norme nazionali)
- Tetti curvi, cilindrici, sferici.



*La tecnica dell'aggraffatura è valida anche per i tetti spioventi e curvi.*



Foto:  
UGINE & ALZ, La Défense

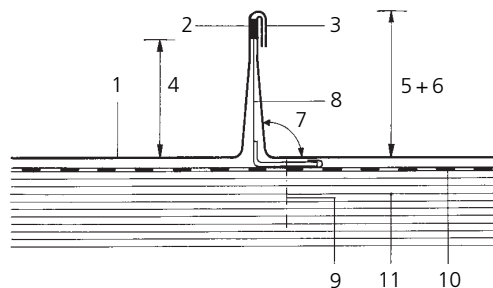
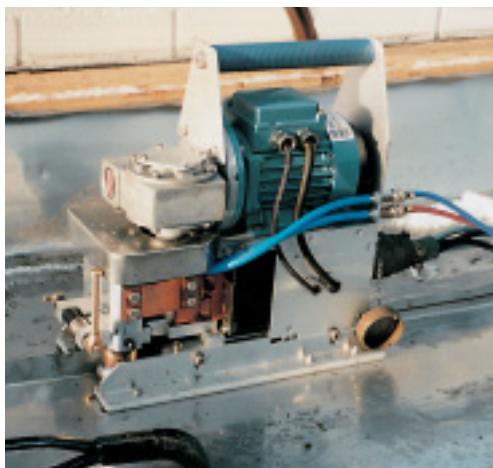
## 4 La giunzione mediante saldatura continua

Questo sistema è stato sviluppato circa 40 anni fa in Svezia ed è stato quindi adattato per l'uso in tutto il mondo. Milioni di metri quadri di tetti sono stati coperti con questo metodo.

Il nastro di acciaio inossidabile usato è sempre di tipo austenitico, saldabile, esempio EN 1.4404. Normalmente, è utilizzato materiale sia in rotoli sia in lamiera con spessore 0,4 o 0,5 mm e varie larghezze.

### 4.1 Tecnologia della saldatura

I nastri per tetti con un'unica aggraffatura (~30 mm) vengono saldati in continuo l'uno all'altro con una speciale macchinatrice. Si tratta di saldatura a resistenza in continuo senza materiale d'apporto. In questo procedimento continuo, la saldatura avviene per mezzo di elettrodi a rulli, che ruotano su entrambi i lati del giunto mentre la macchina avanza lungo il bordo da unire ad una velocità di ~ 3,5 m/minuto.



- 1 Nastro di acciaio inossidabile
- 2 Saldatura in continuo
- 3 Sommità ripiegata del giunto
- 4 Altezza del giunto saldato: circa 16 mm
- 5 Altezza del giunto prima della piegatura: circa 30 mm
- 6 Altezza del giunto dopo la piegatura: circa 20 mm
- 7 Angolo di piega: circa 92°
- 8 Morsetto scorrevole
- 9 Fissaggio inox
- 10 Membrana acustica/protettiva
- 11 Soletta d'appoggio



*Macchina saldatrice in continuo per lattoneria. Gli elettrodi di saldatura e il trasformatore sono raffreddati ad acqua.*

Foto:  
Willem De Roover,  
Gent (sinistra)  
Rostfria Tak AB,  
Fagersta (sopra)



Le alterazioni della microstruttura, create dalla saldatura nelle zone termicamente alterate, sono minime come pure è minima l'ossidazione superficiale. La saldatura si raffredda in fretta, grazie all'elevata velocità del processo, al sottile spessore del materiale (due volte 0,4 o 0,5 mm) e ai rulli raffreddati ad acqua.

Per i tetti con giunzione meccanica, la parte mobile molto sottile (0,15 mm) del morsetto scorrevole è saldata tra i due giunti aggirati.

Sui giunti non raggiungibili con le normali attrezzature, si utilizzano piccole saldatrici o macchine portatili per saldatura a punti.



*Attrezzatura portatile per saldatura a punti*

*Piccola saldatrice*



*Anche se non sarebbe necessario ai fini della tenuta all'acqua, la saldatura è ripiegata per rinforzare il profilo e per rimuovere i bordi acuminati.*

## 4.2 Tecnica di piegatura

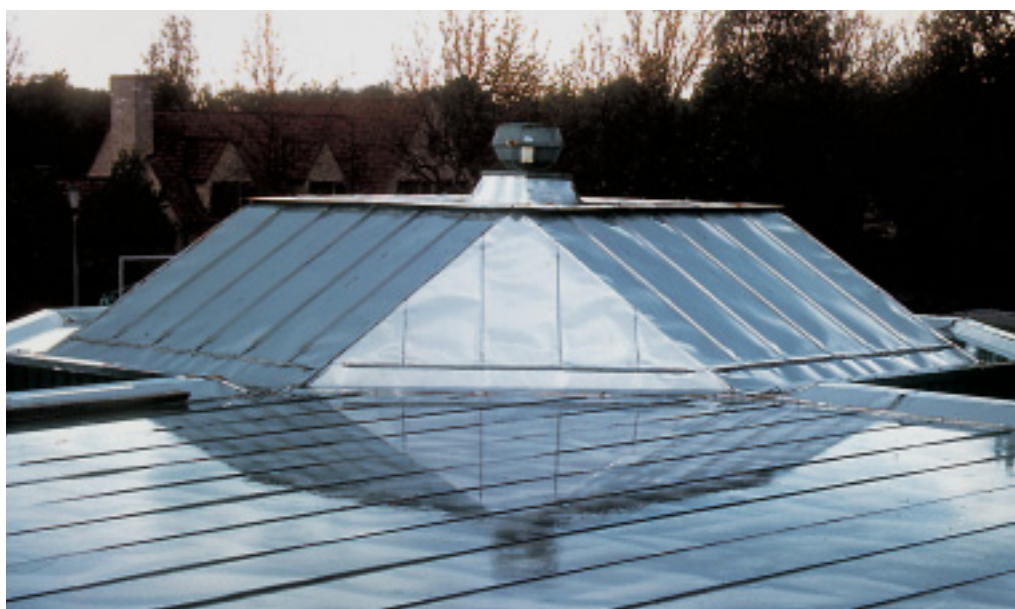
Dopo la saldatura, una seconda macchina ripiega i giunti, proprio sopra la linea saldata. Ciò rinforza e raddrizza il giunto saldato.



Foto: Willem De Roover, Gent

### 4.3 Impermeabilizzazione all'acqua

Le giunzioni aggraffate con questo metodo sono a tenuta d'acqua, anche se sommerse. L'applicazione più comune di questo metodo si ha sui tetti completamente piani o leggermente inclinati sui quali potrebbero formarsi ristagni d'acqua spesso causati da feltri per isolamento o materiali simili deterioratisi col



*La tecnica di saldatura per i tetti è simile a quella utilizzata nei rivestimenti dei serbatoi per acqua.*

Foto:  
Outokumpu Stainless, Espoo (in alto),  
Willem De Roover, Gent (a sinistra)

*Le saldature in continuo assicurano l'impermeabilità anche dei tetti completamente piani che possono venire sommersi.*

tempo. Il metodo della saldatura è idoneo tanto per tetti piccoli e costruzioni abitative che per progetti più grandi quali scuole, cliniche e musei, dove la garanzia di sicurezza per tutta la vita dell'edificio è prioritaria.

Il sistema è particolarmente indicato per le nuove costruzioni, nelle quali l'aspettativa di durata del tetto è quella dell'edificio stesso. La ristrutturazione di tetti esistenti, dove altri materiali hanno avuto scarsa durata, è un settore applicativo in costante crescita e

l'acciaio inossidabile, essendo resistente all'azione aggressiva dei materiali bituminosi, consente di evitare la rimozione dei vecchi feltri per isolamento. Le coperture inox saldate sono anche un ottimo sistema per la pavimentazione di terrazzi e torrette belvedere.



Foto: Willem De Roover, Gent



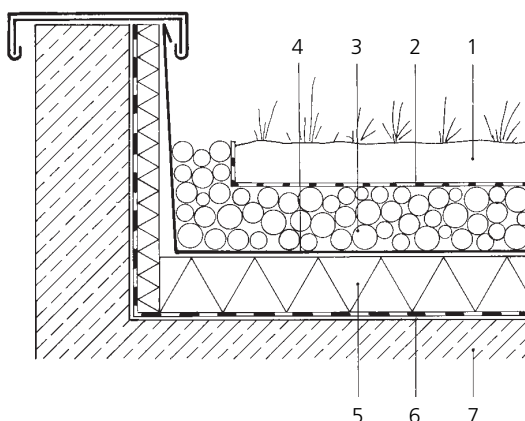
*I nastri saldati di acciaio inossidabile sono tipicamente utilizzati sui tetti piani, con inclinazione minima o del tutto assente, per i quali nessun altro metallo fornirebbe la soluzione appropriata.*

#### 4.4 Tetti “a verde”

I nastri saldati di acciaio inossidabile sono ideali per i tetti “a verde”, per via della loro resistenza alla corrosione, allo stress meccanico, all’azione delle radici e delle alghe. Solo i tipi al molibdeno, però, dovrebbero essere impiegati per questo scopo.

*L'acciaio inossidabile resiste all'azione delle radici e delle alghe sui tetti a verde.*

Foto: Binder und Sohn GmbH, Ingolstadt



- 1 Piante e fiori su un substrato di terra spesso da 5 a 8 cm
- 2 Membrana filtrante
- 3 Strato drenante, con spessore da 5 a 8 cm
- 4 Tetto inox saldato, spesso 0,4 mm
- 5 Isolamento termico
- 6 Barriera al vapore
- 7 Soletta d'appoggio in cemento, legno o acciaio



#### 4.5 Messa in sicurezza dei tetti saldati in continuo

I tetti piani possono essere fissati meccanicamente usando morsetti scorrevoli appositamente messi a punto per permettere la dilatazione termica. Oppure possono essere anche assicurati mediante pesi – uno strato di ghiaia, magnetite speciale, mattonelle, fasciame in legno o composto speciale per tetti a verde.



*La messa in sicurezza può essere ottenuta sia mediante morsetti sia applicando dei pesi.*

*Uno strato di ghiaia è pompato sopra il tetto*



Foto:  
Rudolf Schmid GmbH,  
Großkarolinenfeld  
(in alto al centro)  
Willem De Roover, Gent  
(destra)



*Tipi diversi di morsetti scorrevoli per i sistemi saldati.*

## 4.6 Scelta del tipo di acciaio e delle finiture

Per i tetti piani, l'acciaio inox consigliato è sempre quello al molibdeno, ad esempio nei tipi 1.4404 o 1.4436. La larghezza tipica dei nastri è di 625 o 650 mm per i tetti ancorati meccanicamente e di 800 - 1.250 mm per tetti zavorrati. Per aree con carichi di vento elevati o allo scopo di armonizzarsi con progetti già esistenti, la larghezza del nastro può

essere specificata in 400 - 600 mm.

La finitura più comunemente usata è la 2B per tetti piani e zavorrati ma, dove l'aspetto estetico è predominante, può anche essere di tipo opaco, non riflettente, ottenuta con sabbiatura o laminazione a freddo.



*La finitura standard di acciaieria 2B offre una soluzione particolarmente economica per i tetti piani.*

*Sono disponibili anche finiture opache ottenute per pallinatura o per laminazione.*



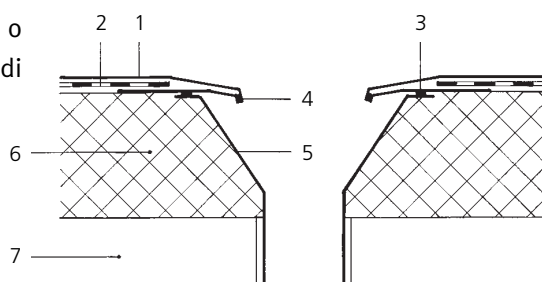
Foto:  
Willem De Roover, Gent (in alto)  
Lotharmaria Keiner, Fürstentfeldbruck/Florian Staufer, Monaco (in basso)

#### 4.7 Accessori specifici per i tetti saldati

Il sistema dei tetti saldati richiede un insieme specifico di accessori inox. Oltre alla gamma dei morsetti, ci sono componenti fatti su misura, come ad esempio i chiusini, con o senza griglie, per i tetti piani e i camini di ventilazione.



*Chiusino eseguito su misura (in alto), chiusino installato completo di griglia (sotto).*



Sezione trasversale di un chiusino installato

- 1 Tetto piano di acciaio inox saldato in continuo
- 2 Eventuale strato separatore
- 3 Saldatura a punti in continuo (in officina)
- 4 Saldatura a punti in continuo (durante l'installazione del tetto)
- 5 Chiusino
- 6 Isolante termico rigido
- 7 Struttura di supporto

Foto: Willem De Roover, Gent



*Ventilazione*

#### 4.8 Perché scegliere le giunzioni saldate

- Difficilmente la pendenza o la planarità costituiscono un limite; curve, profilati scoscesi o piani possono essere combinati tra loro
- Il rischio con le zone piane circostanti, sui tetti con sommità cilindrica o sferica, è ridotto
- I tetti saldati sono impermeabili
- I nastri profilati possono essere montati perpendicolarmente alla forma generale del tetto
- L'intero tetto forma un'unica pelle in grado di offrire una protezione migliore contro i fulmini e le radiazioni elettromagnetiche (effetto gabbia di Faraday)
- I tetti saldati sono difficili da penetrare senza un'attrezzatura speciale, quindi forniscono la massima sicurezza contro le intrusioni o le fughe.



Foto:  
Willem De Roover,  
Gent



*Le coperture saldate sono adatte alla maggior parte delle geometrie dei tetti.*

## 5 Altri sistemi

### Lamiere grecate

Le lamiere grecate, con profili trapezoidali o sinusoidali, sono utilizzate per garantire l'impermeabilità dei tetti inclinati e sono normalmente fissate con ancoraggi inox a vista. Queste lamiere non necessitano di strutture di supporto continue. Sono sufficienti travi in

legno o in acciaio, montate a distanza regolare, per sorreggerle e assicurarle. Con questo metodo sono spesso rivestiti tetti e pareti degli edifici industriali.

*Le lamiere grecate di acciaio inossidabile sono adatte a ricoprire l'intero edificio.*



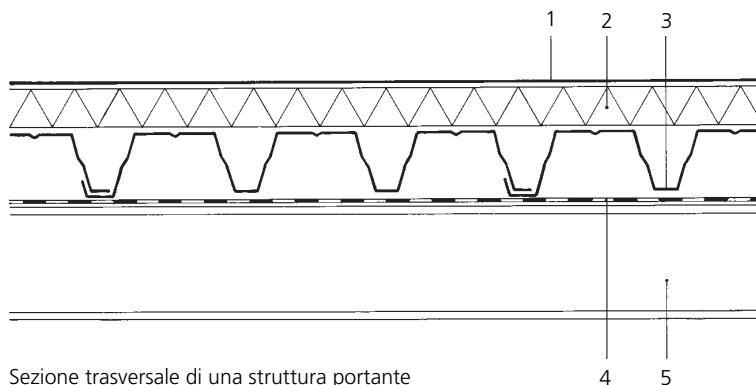
*Lamiere grecate di acciaio inossidabile con differenti profili.*



Foto:  
Outokumpu Stainless, Espoo  
(in alto a sinistra)  
©2003, Samyn and Partner,  
Bastin & Evrard, Sofam,  
Bruxelles, Belgio (a destra)



Lamiere grecate di acciaio inossidabile, con sezioni più profonde, sono impiegate come struttura di supporto per diversi tipi di tetti, sia piani che inclinati, per quegli edifici in cui l'atmosfera risulta corrosiva, a causa delle lavorazioni che vi si svolgono, come ad esempio nelle cartiere, negli impianti di depurazione, nei birrifici o nelle industrie di concimi organici.



Sezione trasversale di una struttura portante in acciaio inossidabile

- 1 Membrana impermeabile di copertura, in acciaio inox o di altro tipo
- 2 Isolamento termico
- 3 Soletta portante in acciaio inossidabile
- 4 Strato protettivo
- 5 Trave di sostegno

### Giunti aggraffati

Questi nastri preformati hanno normalmente una larghezza tra i 300 e i 600 mm e i bordi aggraffati alti fino a 65 mm.

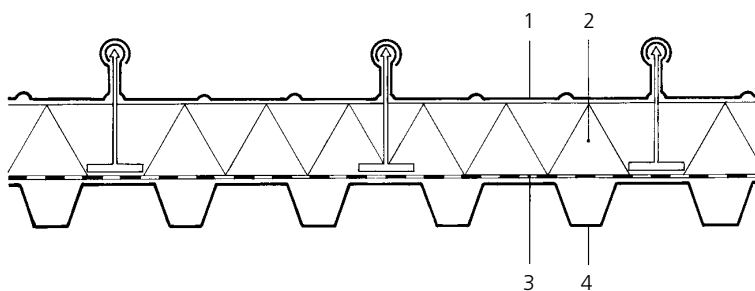
I nastri, sospesi con i bordi sovrapposti sopra appositi supporti, fissati a ogni trave, vengono poi serrati insieme sopra la testa dei supporti, con una speciale macchina piegatrice.



Foto:  
Corus Bausysteme GmbH, Koblenz

Sezione trasversale di un tetto a giunti aggraffati

- 1 Insieme dei supporti e giunti ripiegati della copertura
- 2 Isolamento termico
- 3 Barriera al vapore
- 4 Sostegno in acciaio



## 6 *Le norme europee*

- EN 502 Elementi per coperture di lamiera metallica – Specifica per elementi per coperture di lamiera di acciaio inossidabile non autoportante
- EN 508-3 Prodotti di lastre metalliche per coperture – Specifiche per prodotti autoportanti in lastre di acciaio, alluminio o acciaio inossidabile - Parte 3: Acciaio inossidabile
- EN 10088-1 Acciai inossidabili. Lista degli acciai inossidabili
- EN 10088-2 Acciai inossidabili. Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali
- EN 10088-3 Acciai inossidabili. Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella e profilati per impieghi generali
- EN 612 Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica - Definizioni, classificazioni e requisiti



ISBN 2-87997-090-3