



PROMEMORIA Febbraio 2026

Fissaggio di impianti solari su coperture ad aggraffatura verticale

L'installazione di impianti solari su coperture ad aggraffatura verticale è una variante sempre più diffusa e conveniente per lo sfruttamento dell'energia solare. È tuttavia fondamentale considerare i vari aspetti tecnici e pratici di questa soluzione, al fine di evitare danni gravi e spesso irreparabili alla copertura metallica. Questo promemoria fornisce indicazioni e raccomandazioni importanti per garantire la sicurezza e la funzionalità a lungo termine della copertura metallica.



Cause e conseguenze

L'opzione di installare impianti solari su qualsiasi tipo di copertura metallica sembra molto allettante, sia in caso di strutture esistenti che in edifici nuovi. Ciò infatti consentirebbe di sfruttare al massimo e in tempi rapidi tutte le superfici disponibili, ottimizzando i costi. Nella pratica, tuttavia, capita di frequente che le soluzioni scelte si rivelino meno efficienti di quanto ci si aspettasse inizialmente. Spesso emergono problematiche soprattutto in relazione alla stabilità statica. I fabbricanti di morsetti indicano di norma soltanto i carichi che i morsetti possono sostenere fino al cedimento, ossia fino allo strappo dell'aggraffatura verticale. Spesso non si tiene adeguatamente conto della forza esercitata dall'impianto solare, che si propaga attraverso i morsetti, le aggraffature verticali e i ganci di fissaggio fino ad arrivare alla sottostruttura. Pertanto è fondamentale pianificare accuratamente e garantire la corretta trasmissione dei carichi nell'utilizzo dei morsetti per aggraffatura.

Se usata come appoggio per un impianto solare, la copertura metallica assume caratteristiche diverse. Originariamente concepita come strato esterno per il deflusso dell'acqua, la copertura diventa un elemento di raccordo rilevante dal punto di vista statico. Questa funzione aggiuntiva deve essere tenuta in debita considerazione in fase di progettazione.



[FIG. 1] Deformazione dell'aggraffatura verticale doppia a causa dell'aumento dei carichi dovuti agli impianti solari (pressione dinamica del vento, incremento del peso proprio, pressione della neve sulla falda).



[FIG. 2] Crepa in un'aggraffatura verticale a causa delle forze di dilatazione trasversali esercitate linearmente dalla sottostruttura dell'impianto solare.

In molti progetti i limiti di sistema vengono spostati, poiché manca il necessario know-how e, nel tentativo di rispettare le normative edilizie vigenti, si cerca di ottimizzare il concetto costruttivo in termini di efficienza energetica mediante impianti solari di maggiore dimensione.

Importante

È indispensabile un'attenta pianificazione preliminare, che tenga conto dei carichi previsti. In caso contrario la copertura metallica e il tetto nel suo complesso possono subire rapidamente danni irreparabili.

Basi di progettazione

Poiché l'aggiunta di un impianto solare rende la copertura metallica uno strato rilevante dal punto di vista statico e intensifica le sollecitazioni sugli strati sottostanti, questo tipo di installazione deve essere adeguatamente pianificata. È determinante non soltanto il fissaggio della copertura metallica, bensì anche quello dei vari strati sottostanti, inclusi il supporto di posa, la controllstellatura e gli eventuali strati aggiuntivi. I carichi devono essere distribuiti lungo l'intera struttura e scaricati sulla sottostruttura senza provocare danni. Se non è possibile garantire questa condizione strutturale, non è consentito montare impianti solari direttamente sulla copertura metallica.

Calcolo

La resistenza portante di un morsetto usato come supporto per l'impianto solare supera abbondantemente quella dei ganci di ancoraggio fissi e a scorrimento della lastra di lamiera. La quantità di morsetti per un impianto solare disposto sopra la copertura deve essere commisurata alla portata dei singoli elementi, all'area dei ganci di ancoraggio fissi e a scorrimento e alle diverse zone della copertura metallica.



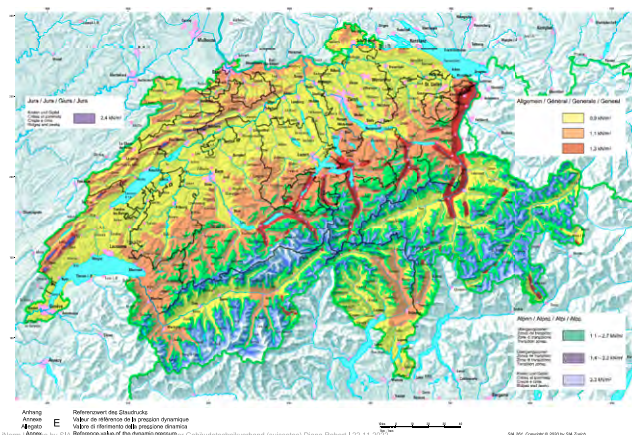
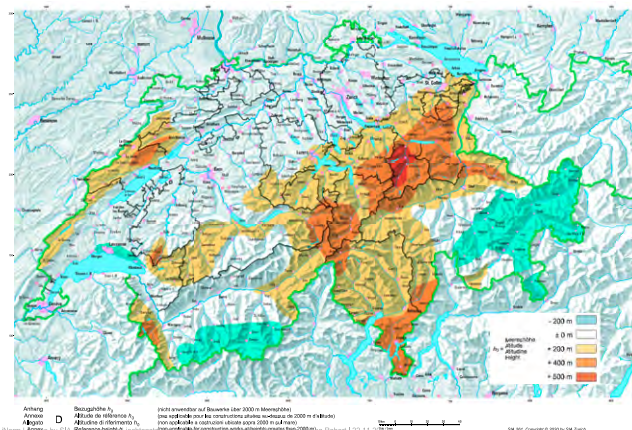
[FIG. 3] Gli impianti sollevati producono carichi superiori rispetto a quelli aderenti al tetto, poiché espongono al vento una superficie maggiore. Inoltre, dietro i moduli possono accumularsi masse di neve che aumentano le sollecitazioni sui ganci di ancoraggio. Tali impianti richiedono un calcolo specifico da parte di un esperto di statica.

Nella pratica, questo significa che in Svizzera il valore di riferimento della pressione dinamica secondo la norma SIA 261 «Azioni sulle strutture portanti» varia, a seconda della località, tra $0,9 \text{ kN/m}^2$ e $3,3 \text{ kN/m}^2$. Il valore di riferimento varia in funzione di posizione geografica, altezza dell'edificio, categoria del terreno e coefficienti locali di pressione in base alla forma dell'edificio. I moduli sollevati presentano coefficienti di vento più elevati rispetto a quelli installati parallelamente al tetto. Inoltre, nel calcolo dei carichi vanno inclusi sia il peso proprio dei collettori sia i carichi dati dalla spinta della neve. I carichi previsti in relazione all'impianto solare da montare sulla copertura devono essere calcolati in conformità alla norma SIA 261.

Importante

«La responsabilità è di chi progetta!»

Il numero esatto di morsetti per l'impianto da montare sulla copertura viene calcolato in base ai carichi dovuti a vento, neve e peso proprio, nonché secondo il valore di resistenza portante per ciascun morsetto, espresso in kN (resistenza ultima del gancio di ancoraggio). A tal fine può essere utilizzata la Web App «Tetti metallici».



[FIG. 4] Mappe tratte dalla norma SIA 261 «Azioni sulle strutture portanti» relative alle altezze di riferimento per i carichi da neve e ai valori di riferimento per la pressione dinamica.

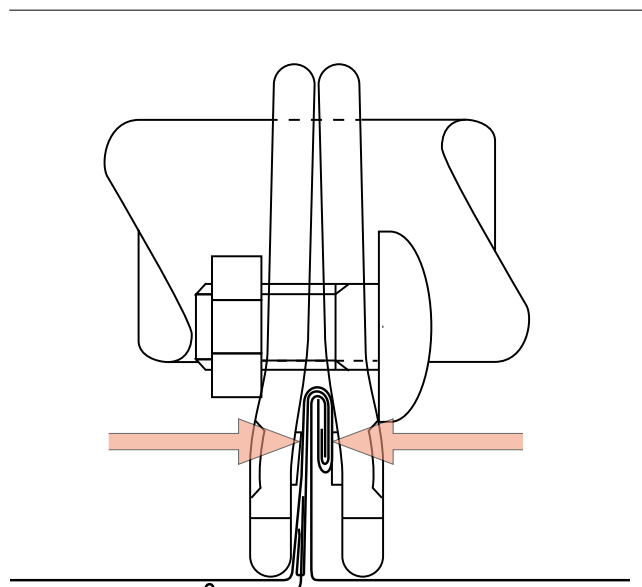
Requisiti per il fissaggio dei moduli

La certificazione della funzionalità statica e dei sistemi di fissaggio impiegati viene solitamente fornita dal fabbricante. È tuttavia di fondamentale importanza che non solo il fissaggio, ma anche gli strati sottostanti siano sottoposti a un'accurata verifica mediante test dedicati. Solo così si può garantire che l'intera struttura rimanga stabile sul lungo periodo e che i mezzi di fissaggio possano correttamente assolvere alla propria funzione una volta sottoposti ai carichi reali. Una valutazione completa deve perciò tenere conto sia dei componenti già testati in fabbrica, sia delle condizioni specifiche della base di posa o degli strati esistenti.

Per poter valutare in modo attendibile la portata dei morsetti, è consigliabile basare la prova sul caso applicativo più critico. Ciò significa considerare un'installazione in cui i ganci di ancoraggio siano posizionati alla distanza massima consentita (ossia a 500 mm gli uni dagli altri) secondo la guida suissetec aggiornata e la Web App «Tetti metallici». Per questa configurazione, il valore minimo ammesso della resistenza ultima dei ganci di ancoraggio è stato fissato a 300 N. Per i ganci di ancoraggio fissi e a scorrimento questo valore può essere inserito direttamente nella Web App. Ciò vale anche in caso di valori di resistenza ultima maggiori. Le prestazioni devono tuttavia essere obbligatoriamente comprovate dal fabbricante dei ganci di ancoraggio.

Deformazione plastica dei ganci di ancoraggio

La resistenza portante dipende non tanto e non solo dalla possibile rottura o cedimento dei ganci di ancoraggio; determinante è piuttosto la stabilità di forma del componente, ossia la deformazione plastica dell'elemento di fissaggio. Il cedimento si manifesta quando il gancio di ancoraggio, deformandosi, non riesce più ad assolvere alla propria funzione. Se ad esempio un gancio di ancoraggio a scorrimento perde la sua stabilità plastica a causa di eccessive sollecitazioni, le lamiera non potranno più dilatarsi liberamente in lunghezza. Di conseguenza, le lastre di lamiera non potranno più scorrere liberamente all'altezza dell'elemento di fissaggio del gancio di ancoraggio a scorrimento. Oltre al cedimento della copertura, nel materiale si sviluppano tensioni che possono generare rumori indesiderati, come schiocchi o crepitii. Tali problemi possono essere risolti di norma solo sostituendo la copertura – un'operazione molto costosa. Fin dalla fase di progettazione è pertanto essenziale assicurare la stabilità dimensionale degli elementi di fissaggio, per garantire il libero movimento dei ganci di ancoraggio a scorrimento e prevenire possibili danni.



[FIG. 5] Il morsetto deve serrare l'aggraffatura verticale doppia e non il gancio di ancoraggio a scorrimento, in modo da consentire la necessaria dilatazione termica.

Importante

In corrispondenza di fermaneve, impianti solari o sistemi di sicurezza non è consentito collocare ganci di ancoraggio a scorrimento nella zona di serraggio dei morsetti. Tra la linguetta scorrevole e la zona di serraggio deve essere osservata una dilatazione minima di ≥ 50 mm per consentire la dilatazione lineare termica delle lastre di lamiera, evitando il rischio di bloccaggio dei ganci. Se il serraggio copre solo la doppia aggraffatura e non i ganci di ancoraggio a scorrimento, il loro posizionamento non è rilevante.

Montaggio su coperture metalliche esistenti

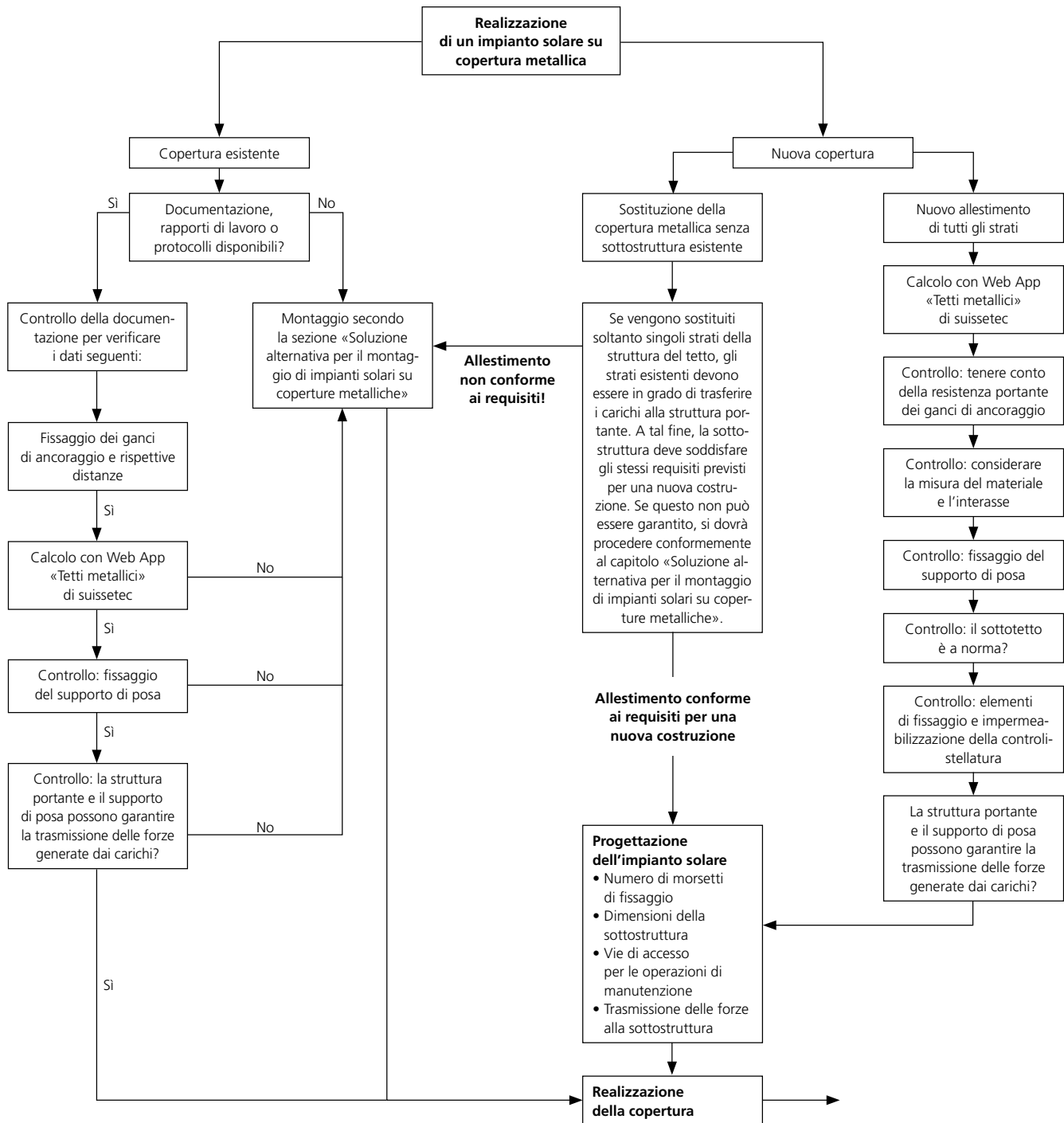
Come regola generale è importante distinguere tra i tetti esistenti in cui i moduli solari vengono aggiunti in un secondo momento e quelli invece di nuova progettazione. Va tuttavia sottolineato che quando si installa un impianto solare su di un tetto esistente è difficile verificare se i fissaggi della copertura metallica presentano una forza di tenuta sufficiente, tale da garantire l'assorbimento continuo e sicuro dei carichi.

Requisiti da rispettare:

- La trasmissione dei carichi dell'impianto solare tramite morsetti deve essere verificata considerando tutte le sollecitazioni, inclusa la distribuzione completa delle forze fino alla sottostruttura.
- È necessario conoscere con precisione il numero di ganci di fissaggio effettivamente montati.
- Il supporto di posa della copertura ad aggraffatura verticale deve garantire una corretta trasmissione delle forze, a livello sia di caratteristiche strutturali che di fissaggio.
- La controlistellatura e i relativi fissaggi devono essere progettati per sostenere i carichi previsti.
- Per la manutenzione deve essere previsto un apposito piano di sicurezza. Occorre definire i punti di accesso, le possibilità di messa in sicurezza e i percorsi di transito.
- È necessario certificare la tipologia di ganci di fissaggio utilizzati per la copertura ad aggraffatura verticale, specificando il fabbricante e indicando la relativa resistenza ultima. In assenza di certificazione, va considerata una resistenza ultima massima di 300 N per gancio di fissaggio.

Importante

Senza una certificazione che attesti in maniera vincolante i punti di cui sopra, l'aggiunta di un impianto solare su di una copertura metallica esistente espone a un rischio considerevole di danni. In tal caso occorre attenersi alla sezione «Soluzione alternativa per il montaggio di impianti solari su coperture metalliche».



[FIG. 6] Processo di progettazione.

Soluzione alternativa per il montaggio di impianti solari su coperture metalliche

In caso di coperture esistenti, occorre convertire un'aggraffatura verticale in un'aggraffatura a listello con rompigoccia capillare. Ciò consentirà un fissaggio parziale dell'impianto solare. Il vantaggio di questo metodo di fissaggio è che il carico viene trasmesso direttamente alla sottostruttura, senza passare attraverso l'aggraffatura verticale.

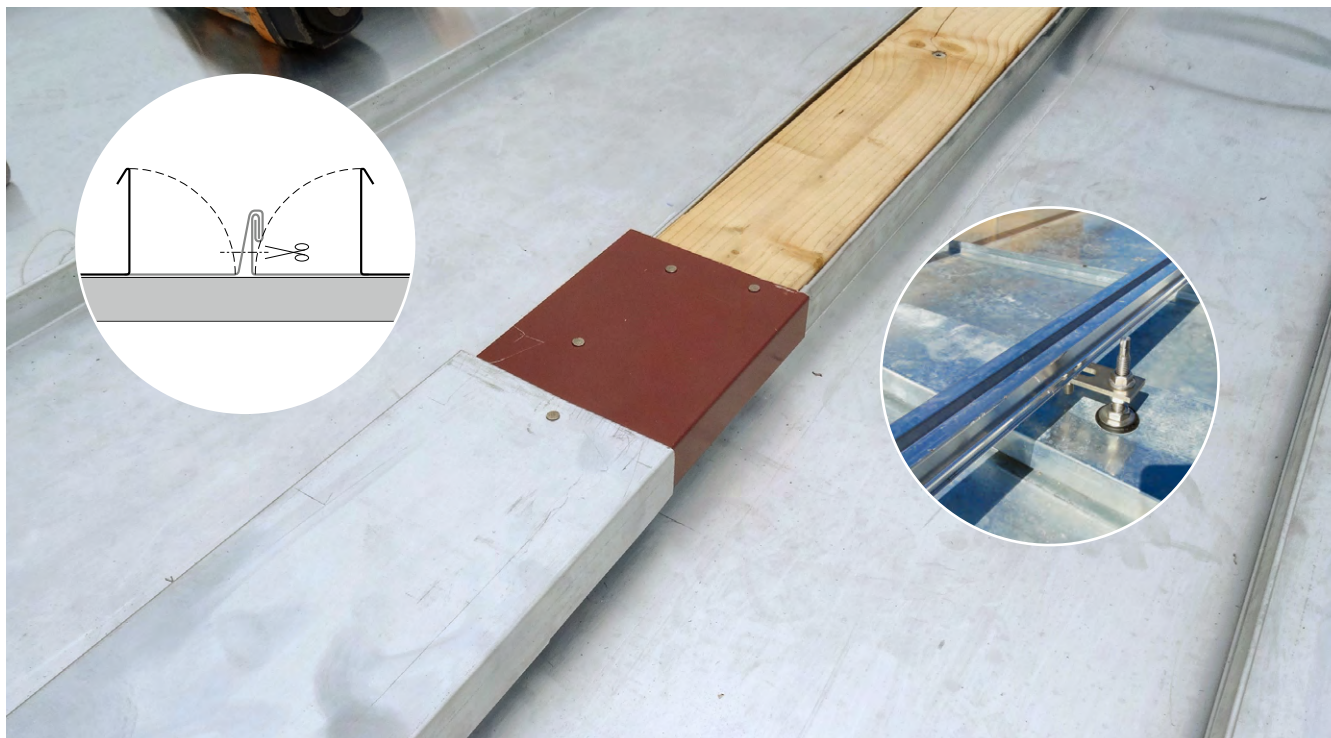
Esecuzione

1. L'aggraffatura verticale esistente e i ganci di fissaggio vengono separati per tutta la lunghezza al di sotto dell'aggraffatura verticale doppia, ad es. con i rulli di taglio dell'aggraffatrice.
2. Dall'aggraffatura verticale tagliata viene ricavata un'aggraffatura a listello, preferibilmente con una piegatrice.
3. Un travetto, dimensionato in modo da corrispondere all'altezza del rialzo, viene avvitato saldamente al supporto di posa, per garantire una tenuta stabile.
4. Sulla copertura può quindi essere fissata una vite prigioniera con funzione di tenuta, che servirà come base per il fissaggio di una sottostruttura dell'impianto solare.

Le distanze tra i listelli devono essere conformi alle distanze massime tra gli elementi consentite dal fabbricante del sistema di guide per impianti solari. Questa soluzione «a listello» consente la dilatazione libera delle lastre di lamiera adiacenti e assicura che il fissaggio risponda ai requisiti di resistenza ai carichi di vento, pressione e spinta, oltre a sostenere il peso dell'impianto solare e della sua sottostruttura.

Importante

Occorre cautela anche con l'uso di viti prigioniere. Forti dilatazioni termiche delle coperture dei listelli possono generare tensioni e causare infiltrazioni in corrispondenza delle viti prigioniere. Per questo motivo, tali coperture devono avere una lunghezza massima di 3 m.



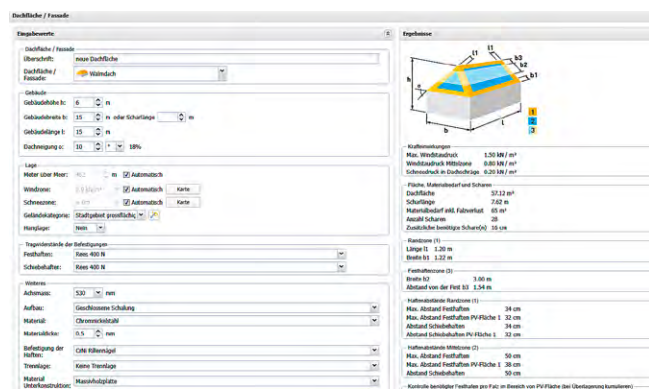
[FIG. 7] Il travetto costituisce la base di fissaggio e attraverso il supporto di posa trasferisce i carichi alla struttura portante.

Procedura per la progettazione di una nuova copertura metallica

Quando si pianificano coperture metalliche con impianti solari al di sopra di esse, occorre prestare grande attenzione al modello di carico. Solo i sistemi in cui i mezzi di fissaggio sono compatibili con i rispettivi strati possono garantire la necessaria funzionalità. Il numero di morsetti richiesti dipende dai carichi previsti. Questi vengono determinati in base alla spinta e alla pressione dinamica previste, calcolate secondo la guida suissetec aggiornata e la Web App «Tetti metallici».

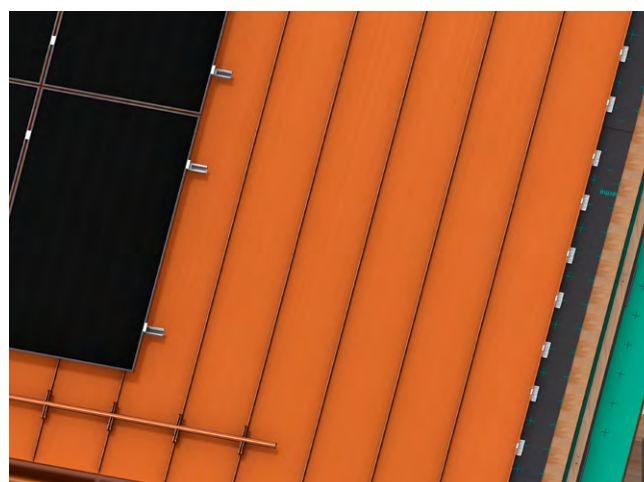
Le nuove coperture devono essere realizzate con un interasse massimo di 530 mm risp. con una larghezza massima delle lastre di 600 mm. Più si riduce l'interasse delle lastre di lamiera, più aumenterà il numero di punti di fissaggio disponibili per i morsetti. In molti casi, un aumento dello spessore del materiale ottimizza la stabilità dimensionale della lastra di lamiera e dell'aggraffatura verticale, il che è utile per il fissaggio con morsetti.

Le forze non sono convogliate principalmente nella copertura metallica, bensì trasmesse attraverso di essa nella struttura portante sottostante. Gli strati successivi, come il supporto di posa, la controlistellatura e i supporti di posa dei sottotetti, devono essere fissati e avvitati in modo tale da garantire il trasferimento delle forze senza danni alla struttura portante, mostrando un'adeguata resistenza alla compressione.



[FIG. 8] Basi di calcolo con la Web App «Tetti metallici».

Affinché i carichi possano essere trasmessi attraverso gli strati sottostanti, tutti gli strati devono essere fissati dinamicamente tra loro. Un fissaggio dinamico si ottiene mediante l'impiego di viti, che non fuoriescono quando esposte a sollecitazioni (ad es. per il vento). Nel caso di supporti di posa inchiodati, i chiodi tendono a fuoriuscire e possono premere sul retro delle lastre di lamiera fino a perforarle, compromettendone così la portata e la vita utile. La trasmissione dei carichi alla struttura è fondamentale anche per tutte le altre attrezzature, tra cui ad es. i sistemi di protezione anticaduta. Anche in questo caso, le forze di trazione che agiscono sul dispositivo di ancoraggio devono essere trasmesse alla sottostruttura attraverso gli strati sottostanti.



[FIG. 9] Possibile conformazione degli strati.



[FIG. 10] Impianto solare con sistema di trattenuta della neve.

Sistemi di trattenuta della neve e impianti solari - criticità tecniche

I sistemi di trattenuta della neve efficaci riducono la resa degli impianti solari. Si tratta pertanto di decidere se massimizzare la resa energetica oppure la sicurezza. In determinate aree geografiche, il calo di rendimento può essere considerevole. Nelle regioni alpine ad esempio la resa può essere di fatto azzerata per diversi mesi. Nell'altopiano invece il calo di rendimento rapportato alla resa annuale è di pochi punti percentuali. Si tratta ciononostante di un calo spesso fastidioso, che si verifica proprio nel periodo dell'anno in cui il fabbisogno di corrente è maggiore. Ne consegue quindi la tentazione di adottare, per i dispositivi di trattenuta della neve, una soluzione più basilare possibile.

A questo proposito va sottolineato con chiarezza che la riduzione al minimo del rischio di danni alle cose e soprattutto alle persone ha la priorità sulla massimizzazione del rendimento di un impianto solare.

Il sistema di trattenuta della neve deve essere progettato e installato in modo che la neve si distribuisca il più possibile sull'intera superficie del tetto, al fine di garantire lo scioglimento controllato del manto nevoso accumulatosi. L'uso di più file di fermaneve è vantaggioso perché consente una migliore distribuzione dei carichi e riduce il rischio che la neve possa passare al di sopra di un fermaneve singolo. Se i fermaneve sono montati sotto i pannelli solari, occorre prestare particolare attenzione alle forze che agiscono su di essi. Poiché di norma sui moduli solari la neve tende a scivolare più facilmente, le forze esercitate sul sistema di trattenuta della neve aumenteranno di conseguenza. I sistemi fermaneve bitubo con morsetti possono essere utilizzati solo in combinazione con file aggiuntive di fermaneve montate sopra, per evitare un eccessivo effetto leva sul ferma-

neve risp. sull'aggraffatura verticale. Il numero richiesto di file di fermaneve dipende dal carico di neve determinante, dalla lunghezza dei travetti e dall'inclinazione del tetto. Il calcolo va eseguito secondo la guida *suissetec* e con l'aiuto della Web App «Tetti metallici».

Importante

Occorre tassativamente garantire il numero di file di fermaneve specificato nella Web App «Tetti metallici». In caso contrario, il carico di neve provocherebbe sollecitazioni eccessive sulla copertura metallica. Il dimensionamento delle file di fermaneve secondo la Web App «Tetti metallici» è utilizzabile sia per le coperture con impianti solari, sia per quelle che ne sono sprovviste.

Sistemi di trattenuta della neve obbligatori per legge

Le norme di legge impongono quasi sempre l'impiego di sistemi di trattenuta della neve. In linea di massima, gli aspetti legati alla sicurezza sul lavoro e alla sicurezza in generale sono sempre connessi alla tutela della vita. Di regola quindi non è possibile rinunciare alle misure di protezione, né concordare soluzioni alternative. Non è consentito nemmeno ricorrere a una segnalazione mediante diffida. In ambito giuridico viene attribuito enorme peso ai pericoli per l'incolumità e la vita. Per questo motivo, sono rarissimi i casi in cui è consentito rinunciare a un dispositivo di trattenuta della neve. Nella guida «Sistemi di trattenuta della neve» sono riportate maggiori informazioni in merito.

Limiti di dimensione per le sottostrutture

I profili portanti delle sottostrutture si dilatano fortemente a causa dell'apporto di calore. Questa dilatazione influisce sul fissaggio della sottostruttura all'aggraffatura verticale. La dilatazione termica agisce attraverso il morsetto e può sollecitare fortemente l'aggraffatura verticale. Ciò può provocare deformazioni evidenti nelle lastre di lamiera, compromettendo sia l'aspetto estetico sia l'efficienza tecnica della copertura. Le sollecitazioni possono addirittura causare la formazione di crepe, e dunque la perdita di tenuta della copertura metallica. Per evitare queste criticità, la sottostruttura deve assicurare una sufficiente dilatazione termica.

Anche le viti prigioniere possono subire deformazioni e perdere di tenuta. Ciò avviene quando la guarnizione in neoprene viene compressa solo parzialmente o comunque non correttamente.

Importante

I profili per la sottostruttura devono avere una lunghezza massima di 3,0 m se in alluminio e di 4,5 m se in acciaio zincato o acciaio inossidabile.



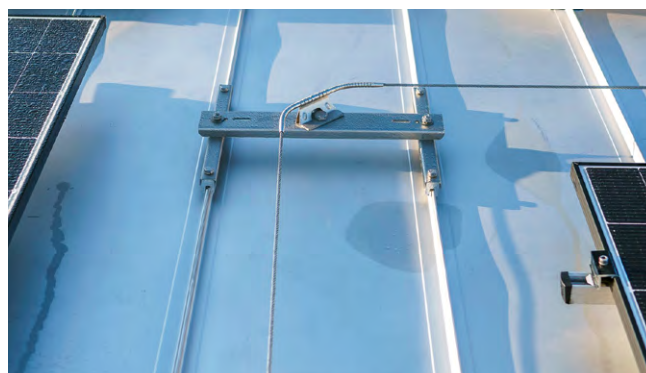
[FIG. 11] Sottostruttura con evidenti interruzioni dei profili.

Controllo e manutenzione di coperture metalliche con impianti solari

Diversamente dai tetti piani, i tetti inclinati sono considerati zone particolarmente pericolose su tutte le superfici poste a più di 3 metri di altezza. Non esistono pertanto aree in cui sia consentito trattenersi senza dispositivi di sicurezza. In collaborazione con le associazioni partner, tra cui in primo luogo la SUVA, sono stati redatti appositi promemoria per il lavoro in sicurezza sui tetti. Dal momento che le specifiche tecniche vengono continuamente aggiornate, nel presente documento non sono riportati dati dettagliati. I requisiti specifici possono essere consultati sui siti web della SUVA e di suissetec.

Sistemi di sicurezza per impianti solari

Ogni impianto solare deve necessariamente essere progettato in combinazione con i dispositivi di sicurezza. La protezione delle persone ha priorità assoluta rispetto alla produzione di energia solare. Spesso i tetti vengono dotati di impianti solari in un secondo momento. In tal caso, è consigliabile verificare con precisione lo stato della copertura e la vita residua della superficie del tetto prima di procedere con il montaggio dell'impianto. Un impianto solare modifica le modalità di accesso al tetto. Le operazioni di manutenzione, sia lungo i bordi sia sulla superficie del tetto, devono poter essere eseguite senza impedimenti. Ciò riguarda, ad esempio, l'accesso agli scarichi, ai punti di penetrazione nel tetto e agli elementi costruttivi. I percorsi di accesso devono essere sufficientemente larghi.



[FIG. 12] Anche in caso di coperture con impianti solari è obbligatorio prevedere i necessari dispositivi di sicurezza.

Importante

- I nuovi impianti solari su tetti esistenti non devono compromettere la funzionalità e l'efficacia dei dispositivi di ancoraggio già presenti, né ostruire i percorsi di transito esistenti.
- Secondo la SUVA, gli impianti solari rientrano nella classe di allestimento 2 e devono essere dotati di un sistema di sicurezza con funi o binari.
- Gli impianti solari su coperture ad aggraffatura verticale dovrebbero sempre essere progettati e realizzati in collaborazione con un lattoniere.

Una buona documentazione dei lavori svolti funge da garanzia di qualità e aiuta a chiarire eventuali dubbi progettuali in caso di montaggi successivi. Se ad es. si prende in considerazione l'installazione di un impianto solare a distanza di anni, è molto utile poter consultare le valutazioni effettuate in sede di progettazione, in particolare per:

- I ganci di ancoraggio scelti e le rispettive distanze
- La modalità di fissaggio e il valore di resistenza portante
- Qualità dei supporti di posa e rispettivi collegamenti a vite

Conclusione

L'installazione di impianti solari su coperture ad aggraffatura verticale richiede particolare cura e competenza. La funzionalità sul lungo periodo della struttura è garantita soltanto quando i carichi sono trasferiti in maniera adeguata e in sicurezza alla sottostruttura del tetto. Una prova statica è indispensabile, specialmente quando l'impianto viene aggiunto in un secondo momento. Il primo obiettivo non deve essere massimizzare il rendimento ad ogni costo, bensì ottenere una soluzione affidabile e durevole, strutturalmente solida ed economicamente conveniente.

Ulteriori informazioni

- SIA, norma 261 «Azioni sulle strutture portanti»
- SIA, norma 232/1 «Tetti inclinati»
- Direttiva di applicazione norma SIA 232 «Tetti inclinati»
- Direttiva tecnica «Opere da lattoniere»
- Applicazione Web «Tetti metallici»
- Guida «Tetti metallici»
- Guida «Sistemi di trattenuta della neve»

Nota

L'utilizzo di questo promemoria presuppone competenze professionali e va adattato alle concrete circostanze di lavoro. Si declina qualsiasi responsabilità.

Informazioni

Per eventuali domande o richieste di informazioni ulteriori è possibile rivolgersi al caposettore Opere da lattoniere | involucro edilizio di suissetec:
+41 43 244 73 32, info@suissetec.ch

Autori

Questo promemoria (testi ed elementi grafici) è stato elaborato dalla Commissione tecnica di suissetec.

Questo promemoria è stato offerto da: