

MODULI FOTOVOLTAICI ENECOM

Sottili, Leggeri, Flessibili

Metodi di Installazione consigliati

Luglio 2020

1. Premessa - Sistemi di fissaggio moduli Enecom

I moduli fotovoltaici semi-flessibili possono essere installati nelle seguenti modalità:

- Meccanicamente tramite fori occhiellati
- Utilizzando un opportuno biadesivo

Ogni tipologia di fissaggio è definita in modo da "assorbire" le dilatazioni e contrazioni termiche alle quali è soggetta la parte plastica del modulo fotovoltaico, evitando sollecitazioni eccessive delle celle fotovoltaiche.

Si ricorda che i moduli Enecom **non sono calpestabili**. Dalla produzione di Dicembre 2017 viene apposta un'etichetta dedicata per evidenziare tale caratteristica (Figura 1).



Figura 1

2. Fissaggio meccanico

L'installazione meccanica può essere effettuata:

Caso a. direttamente sulla superficie di appoggio del modulo;

Caso b. su un mezzo intermedio.

Caso a. Il fissaggio viene realizzata con i seguenti passi:

- foratura ed occhiellatura del modulo fotovoltaico (Figura 2). Occhielli Vela 40 hanno un diametro interno di circa 10 mm.



Figura 2

- utilizzo di viti o boccole che lascino spazio tra il bordo interno dell'occhiello e la vite, oppure utilizzando un opportuno distanziatore per le installazioni.

Per consentire la dilatazione termica non vincolata del modulo, devono essere rispettate le seguenti distanze minime:

- 1 mm tra la parte superiore dell'occhiello e il sistema di fissaggio;
- 2 mm tra la parte interna dell'occhiello e la vite.

Nelle seguenti figure viene descritto un esempio di installazione con utilizzo di materiali differenti per il fissaggio meccanico.

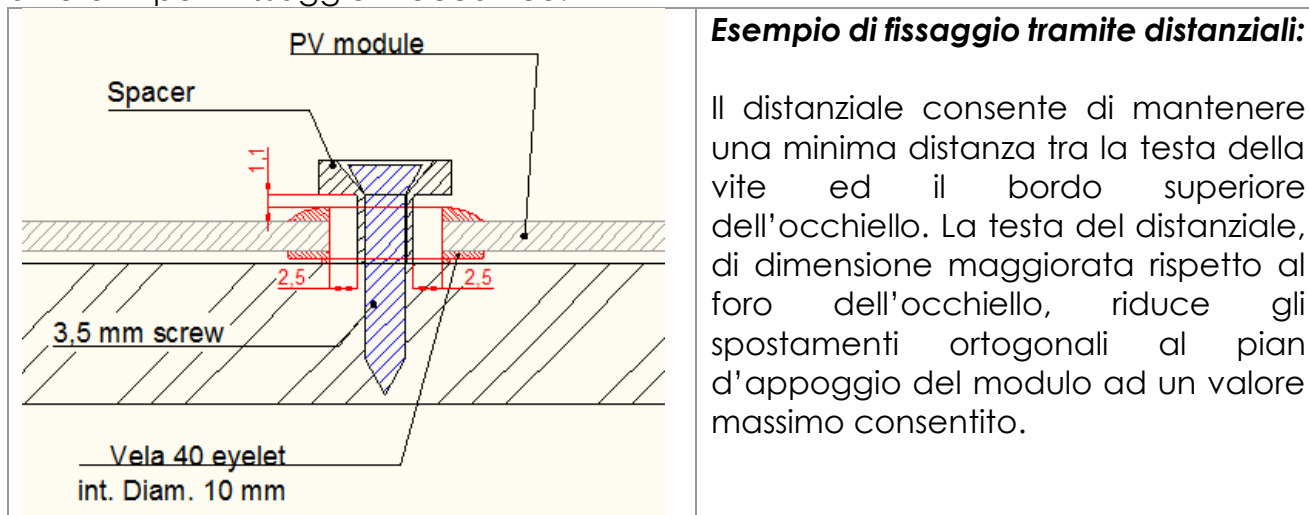


Figura 3

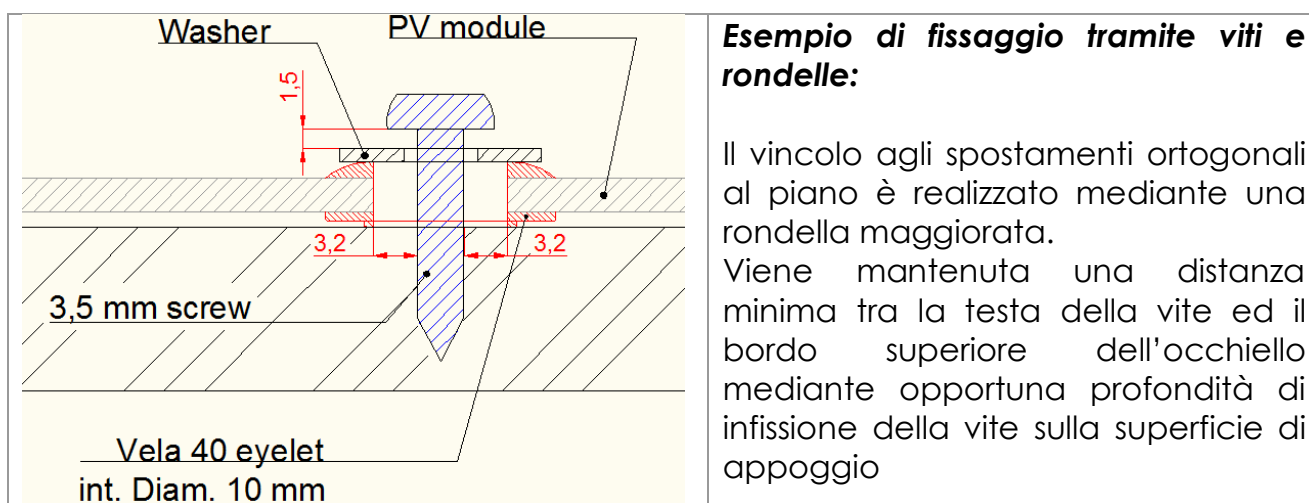


Figura 4

Durante il montaggio, è molto importante evitare di applicare pressione sulle celle o sovraccarico meccanico del pannello.

Caso b. Quando la superficie di fissaggio ha uno spessore limitato, oppure non può essere forata, si può installare il modulo su un mezzo intermedio realizzato da una lastra di materiale plastico (ad esempio PVC semiespanso – Forex oppure Policarbonato) di spessore opportuno (5 mm consigliato).

In questo caso (vedi Figura 5), la vite attraversa la lastra in Forex e viene bloccata su una boccola metallica con filettatura interna, infissa a sua volta dentro la lastra. Le distanze di sicurezza per le dilatazioni termiche sono sempre definite da un distanziale o dal sistema vite-rondella. La lastra in Forex o Policarbonato può essere fissata sulla superficie di installazione mediante utilizzo di nastro biadesivo o mediante incollaggio. L'incollaggio deve comunque essere effettuato in modo uniforme. Eccesive flessioni della lastra di materiale intermedio riducono le dilatazioni termiche consentite dall'installazione mediante distanziali o viti e rondelle, riducendo l'efficacia dell'installazione.

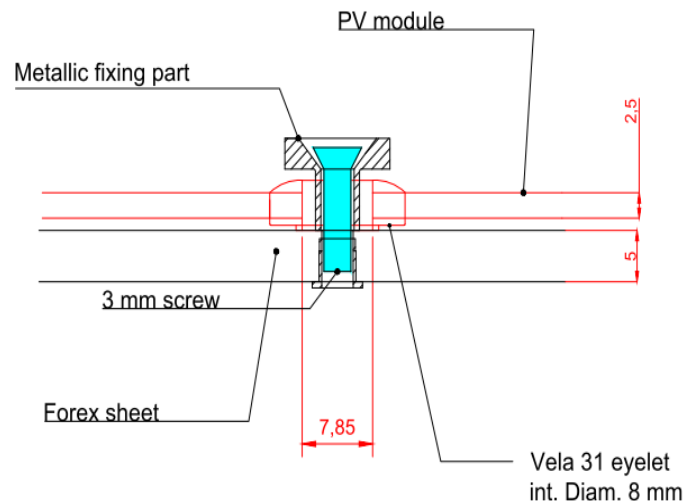
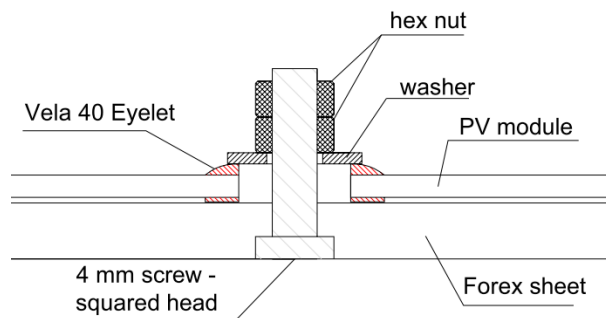


Figura 5

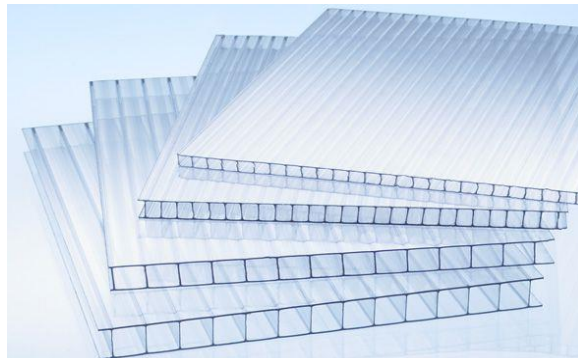
In Figura 6 è mostrato un esempio di installazione su mezzo intermedio realizzato da lastra in PVC semiespanso di 5 mm, incollata con biadesivo su superficie metallica. In questo caso (Figura 7) la testa della **vite è infissa dentro la lastra di PVC**, ed i movimenti del pannello in direzione ortogonale al piano sono limitati grazie all'uso di una **rondella maggiorata**, un **dado ed un controdado**. Sono mantenuti i giochi minimi tra il corpo della vite ed il bordo interno dell'occhiello, così come tra il dado di bloccaggio ed il bordo superiore dell'occhiello.



Figura 6**Figura 7**

3. Possibili alternative per il mezzo intermedio

In caso si debba installare il modulo fotovoltaico su una superficie che presenti bassa conducibilità termica (riducendo quindi la capacità di dissipazione del calore generato dal modulo), o sia necessario ridurre considerevolmente la temperatura instaurata sul retro del modulo fotovoltaico, si può valutare l'installazione su lastre di polycarbonato alveolare. I "canali" presenti all'interno della struttura alveolare generano la presenza di flussi d'aria tra il modulo fotovoltaico e la superficie di installazione, favorendo l'asportazione di calore per via convettiva dal retro del modulo.

**Figura 8**

In alternativa al polycarbonato alveolare si possono utilizzare lastre di Forex, 5mm di spessore.

Svantaggi Polycarbonato alveolare e Forex: difficoltà di fissaggio meccanico a causa del ridotto spessore della lastra su cui vincolare il modulo fotovoltaico. In queste situazioni si consiglia il fissaggio pannello FV/lastra attraverso incollaggio con biadesivo.

4. Lista materiali fissaggio meccanico

Sulla base di quanto descritto nel paragrafo precedente, di seguito, le componenti necessarie alle due tipologie di fissaggio.

A. Fissaggio meccanico realizzato con dadi e viti:

I componenti necessari sono:

Materiale	Descrizione	Q.tà u.m.	
Occhielli + Ranelle	Vela 40	8	un
Dadi	M4	16	un
Viti	M4	8	un
Rondella maggiorata	4 x 12 x 1 mm	8	un
PVC semiespanso	1350 x 660 x 5 mm	1	un

B. Fissaggio meccanico realizzato con viti e distanziali:

I componenti necessari sono:

Materiale	Descrizione	Q.tà u.m.	
Occhielli + Ranelle	Vela 40	8	un
Distanziali	inserto D.11.7x8	8	un
Viti	M4	8	un
Boccole	M4	8	un
PVC semiespanso	1350 x 660 x 5 mm	1	un

5. Stima della maggiorazione di peso dovuta al fissaggio meccanico

Il peso totale della struttura di supporto (lastra PVC semiespanso o Forex di spessore 5 mm) comprensiva degli elementi per il fissaggio è di circa 2.3 kg.

6. Fissaggio mediante biadesivo

Il fissaggio tramite **biadesivo in schiuma acrilica** è indicato quando il materiale del modulo e quello della superficie, sulla quale dovrà essere fissato, hanno coefficienti di dilatazione termica simili.

Il coefficiente di dilatazione del biadesivo deve essere coerente con quello dei 2 materiali collegati.

Lo spessore del biadesivo da utilizzare deve essere definito in base alla tipologia di materiali da accoppiare, in modo da compensarne le diverse dilatazioni termiche.

Se il modulo fotovoltaico è realizzato in poliestere, si hanno dilatazioni di circa 2 mm/m a seguito di incrementi di temperatura del modulo di 60°C.

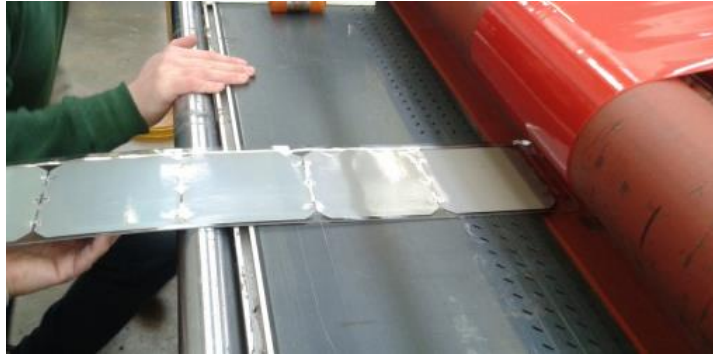
In tal caso, installando il modulo su vetroresina, è necessario un nastro biadesivo in schiuma acrilica di spessore ≥ 1 mm (consigliato 1.5 mm).

Le specifiche tecniche dei biadesivi in schiuma acrilica selezionati dal nostro fornitore per tale applicazione, sono le seguenti:

- Base chimica: schiuma acrilica
- Colore: trasparente
- Densità schiuma: 1000 kg/m³
- Release liner: PE rosso
- Resistenza alla pelatura 180° (ASTM D-3330): 3290 g/25mm
- Resistenza alla trazione (T-Block test) ASTM D-897: 6000 g/cm²
- Resistenza al taglio dinamico ASTM D-1002: 3300 g/cm² (Acciaio Inox temperatura ambiente dopo 20 min)
- Resistenza al taglio dinamico ASTM D-1002: 4000 g/cm² (Acciaio Inox temperatura ambiente dopo 24 ore)
- Resistenza alla temperatura: -40° ÷ +90°C (max +150°C per brevi periodi)
- Resistenza ai raggi UV: Buona

Sono state eseguite prove in camera climatica per la verifica dell'adesione di un modulo fotovoltaico campione ad una porzione di tetto di un camper, a seguito di stress termici. Di seguito vengono descritti i vari passaggi.

1. Accoppiamento tra modulo e biadesivo in schiuma acrilica (spessore 1.5 mm)

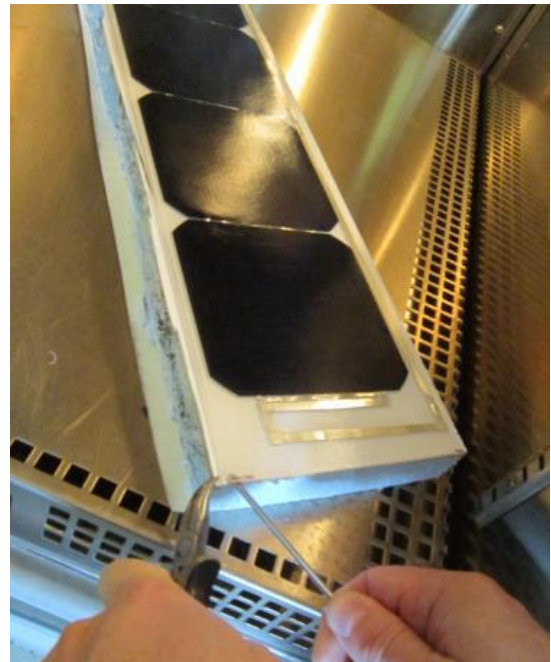


2. Adesione del modulo su campione di vetroresina

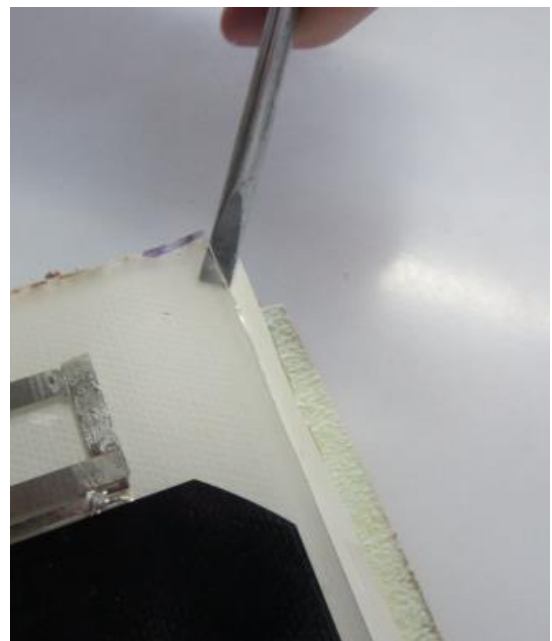


3. **Test 1:** Verifica distacco modulo fotovoltaico dalla parte in vetro resina dopo ciclo di temperatura da -10°C (mantenendo la temperatura per 30') a $+100^{\circ}\text{C}$ (mantenendo la temperatura per 30'). Durante la rampa di salita della temperatura, l'aumento della temperatura era di $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$.

Prova distacco con cacciavite: **Test superato, modulo non distaccato**



4. **Test 2:** Verifica distacco modulo fotovoltaico dalla parte in vetro resina dopo ciclo della durata di 72 h alla temperatura di 70°C e umidità relativa (U.R.) del 90%.
Prova distacco con cacciavite: **Test superato, modulo non distaccato.**



La procedura ideale per l'applicazione del modulo con biadesivo strutturale, definita dal nostro fornitore, risulta la seguente:

- pulire accuratamente la superficie di installazione (indossare guanti in tessuto per non lasciare impronte)
- passare la carta assorbente industriale con una buona dose di alcool isopropilico sulla superficie lungo una direzione (una passata soltanto)
- lasciare asciugare facendo evaporare naturalmente l'alcool residuo sulla superficie. Assicurarsi che le superfici siano completamente asciutte dopo la pulizia.
- applicare il biadesivo sul modulo tenendolo in tensione senza lasciare bolle d'aria.
- pulire in modo analogo la superficie su cui andrà applicato il modulo.
- marcare la zona dove si vorrà applicare il modulo.
- rimuovere il liner protettivo dal biadesivo.
- incollare il modulo partendo da un'estremità e incollandolo man mano fino all'altra.
- applicare leggera pressione a palmo aperto sul modulo per eliminare le bolle d'aria.
- non sottoporre le celle del modulo a pressione localizzata durante il montaggio; questo può causare gravi danni alle celle solari.

E' possibile applicare tramite incollaggio il pannello fotovoltaico alla superficie ospitante anche attraverso nastro biadesivo acrilico.

Enecom, in questo caso, consiglia l'utilizzo di nastro biadesivo:

- 3M™ Acrylic Foam Tape Series PX5000, PX5011 in particolare
- Avery Dennison AFB™ 6311B.

Nastro della larghezza di 5cm applicato sul back del pannello in strisce longitudinali o lungo il perimetro esterno a seconda delle esigenze degli specifici casi, vedi foto:



Svantaggi:

Il fissaggio tramite biadesivo rende *difficoltoso rimuovere il modulo dalla superficie su cui è incollato senza danneggiarlo* a causa della grande forza di adesione che si crea tra le superfici. Si consiglia quindi di utilizzare questo metodo di installazione se non si vuole spostare il modulo in un secondo momento e se l'installazione è definitiva.

7. Stima della maggiorazione di peso dovuta al biadesivo

Ipotesizzando di coprire con biadesivo tutta la superficie retrostante un modulo HF1 40 (0.89 m²) con biadesivo da 1 mm di spessore, il peso aggiuntivo sarebbe di circa 0.89 kg.