

APPENDICE B
CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO DEI SUPPORTI TIPO HILTI

| | | | |
|----------------|--------------------|--------|--|
| Data Date | Pag. Page | 1 di 4 | Fax |
| Da From | Ing. Mariano Bruno | | T +39-335.78.05.028 F E mariano.bruno@hilti.com |
| A To | | | F |
| Att. att. of | | | E |
| C.C Copy to | | | F |

CODICE IDENTIFICATIVO PROGETTO 11_MB_029

Egregio ,
facendo seguito al nostro incontro avvenuto presso i suoi uffici in data 14/10/2011 sono ad inviarLe il dimensionamento dei supporti per l'installazione di dieci stringhe da 16 pannelli fotovoltaici.

Tali moduli fotovoltaici, di dimensioni 1663 mm x 998 mm x 45 mm e peso 22,0 kg, verranno montati su tetto piano nel comune di Savona.

La tipologia studiata prevede tali caratteristiche:

- Una fila composta da 16 pannelli orizzontali e inclinati di 30° rispetto al piano della copertura, come rappresentato nella documentazione ricevuta, da realizzare con supporti MQ e bulloneria in acciaio zincato a caldo.

Definizione dei carichi

Per il dimensionamento delle strutture di sostegno è stata considerata, oltre al peso proprio, un'azione sollecitante accidentale dovuta alla pressione del vento/carico da neve pari a 1,05 kPa agente in direzione normale al pannello fotovoltaico.

Spetterà alla committenza verificare che tale carico accidentale sia applicabile al caso in esame in relazione alla zona di installazione dell'impianto.

| Azione di Neve/Vento calcolata con le "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" DM 14 gennaio 2008 | | | | | |
|---|--------------|---|------------------|--------------|--|
| DATI | | | | | |
| tempo di ritorno | 50 | anni | Provincia | SAVONA | |
| quota: | 4 | mslm | Neve: | Zona II | |
| distanza dalla costa: | 0 | km | Vento: | Zona 7 | |
| altezza dal suolo: | 10 | m | | | |
| angolo della falda: | 30 | ° | | | |
| NEVE | | | | | |
| Zonazione | Zona II | | | | |
| Esposizione | Normale | | | | |
| VENTO | | | | | |
| Zonazione | Zona 7 | | | | |
| Rugosità | Aree Urbane | | | | |
| qsk | 1.00 [kN/mq] | carico neve al suolo (T _R =50anni) | v ₀ | 28.0 [m/s] | velocità di riferimento (T _R =50anni) |
| α _{R,N} | 1.00 | coeff. tempo di ritorno | α _{R,v} | 1.00 | coeff. tempo di ritorno |
| CE | 1.00 | coeff. di esposizione | q ₀ | 0.49 [kN/mq] | pressione cinetica di riferimento |
| C _t | 1.00 | coeff. Topografico | c _e | 1.78 | coeff. di esposizione |
| μ _i | 0.80 | coeff. di forma | c _p | 0.80 | coeff. di forma |
| qs | 0.69 [kN/mq] | carico neve sulla copertura | cd | 1.00 | coeff. dinamico |
| | | | cf | 0.01 | coeff. d'attrito (superficie liscia) |
| Q | 1.05 [kN/mq] | carico combinato | p | 0.70 [kN/mq] | pressione del vento |
| | | | pf | 0.01 [kN/mq] | azione tangenziale del vento |

Verifica supporto tipo

Nei disegni allegati viene proposta la soluzione per la struttura descritta come supporto TIPO: per i supporti dei pannelli FV viene effettuata la verifica della resistenza alle sollecitazioni per i binari longitudinali MQ-41-HDG plus e definito l'interasse di posa delle staffe trasversali.

Per le verifiche dei binari longitudinali e trasversali fare riferimento alle relazioni di calcolo allegate.

Ancoraggio delle strutture

Si è ipotizzato l'ancoraggio con ancorante meccanico HSA M10x90 su un cordolo in c.a. da realizzare sulla struttura di copertura in modo da non forare l'impermeabilizzazione e garantire una zavorra alla struttura. Si rimette alla committenza la verifica che tale scelta sia opportuna.

Soluzione proposta

Si allegano le relazioni di calcolo ed i disegni.

Si precisa che i calcoli effettuati si riferiscono alle configurazioni indicate nei disegni allegati.

Ogni variazione rispetto a tale geometria deve essere rivalutata.

Le quote e le misure riportate nei disegni allegati andranno verificate in cantiere prima di procedere con il taglio dei vari elementi.

La lunghezza massima delle verghe è di 6 m; per i binari longitudinali ogni qual volta si richieda una lunghezza maggiore di 6 m, sarà necessario unire i binari tramite la piastra di collegamento MSP-MQ-C-F + 4 Viti MSP MQ-S-F da posizionarsi tra L/4 e L/3 dove L è la luce della campata ovvero nella zona dove le sollecitazioni flessionali sono minime (possibilmente non posizionare la piastra di collegamento nelle campate di estremità).

DISTINTA MATERIALI per il sostegno dei moduli fotovoltaici

La distinta di materiale sotto riportata si riferisce ad una singola fila di pannelli che consente l'installazione di 16 moduli. I moduli sono installati in verticale.

La struttura è lunga complessivamente 27,50 m

Interasse di posa dei binari trasversali = 2,20 m.

Di seguito si riportano le liste dei materiali necessarie alla realizzazione del supporto:

| Strutture longitudinali | | |
|--------------------------------|----------------------------|------------------|
| CODICE | DESCRIZIONE | QUANTITA' |
| 304101 | Binario MQ-41-HDG plus 6 m | 55 m |
| 388355 | Connettore MSP-MQ-C-F | 8 |
| 382947 | Morsetto MSP-MQ-MC 43-47 | 30 |
| 382956 | Morsetto MSP-MQ-EC 46 | 4 |
| 369685 | Tappo MQZ-E41 | 4 |
| 388356 | Vite MSP-MQ-S-F (M12X20) | 32 |

| Staffa di sostegno | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------|------------------------|
| CODICE | DESCRIZIONE | Quantità parziali | Mod. | Quantità totali |
| 304101 | Binario MQ-41-HDG plus 6 m | 1,5 m | 13 | 19,5 m |
| 304151 | Piastra MQV-2/2D-14-F | 1 | 13 | 13 |
| 388353 | Base Pivottante MSP-MQ-HC-F | 2 | 13 | 26 |
| 388356 | Vite MSP-MQ-S-F (M12X20) | 6 | 13 | 78 |
| 304134 | Dado con alette MQM-M12-F | 2 | 13 | 26 |
| 387779 | Bullone MQN-HDG plus | 4 | 13 | 52 |
| 337127 | Ancorante HAS-F M10x90 | 4 | 13 | 52 |
| 369685 | Tappo per binari MQZ-E41 | 3 | 13 | 39 |

Si precisa che le quantità sopra riportate rappresentano una stima e sono il risultato di un calcolo “puro - matematico” senza quindi considerare eventuali sfridi dovuti al taglio dei binari. Le stesse sono soggette a variazioni in funzione delle effettive condizioni di posa riscontrate in cantiere e da qualsiasi altra informazione non presente o non comunicata nel materiale pervenutomi per la progettazione. Il cliente è tenuto a verificare tale stima prima di effettuare l'ordine.

Note sulla corrosione

Per ridurre nel tempo gli effetti della corrosione la struttura sarà realizzata con binari MQ-HDG zincati a caldo.

La durabilità della zincatura a caldo del nostro sistema di installazione MQ-HDG non è univocamente definibile in quanto legato a diverse variabili in gioco di non facile quantificazione. Fattore discriminante risulta, infatti, l'ambiente in cui il sistema è installato.

A tal proposito si riporta di seguito una tabella nella quale è possibile individuare orientativamente lo spessore di ricoprimento (espresso in micron) che viene rimosso all'anno a causa della corrosione, al variare dell'ambiente in cui il profilo è stato installato:

| Velocità di corrosione dello zinco in differenti condizioni atmosferiche (secondo la norma ISO 9223) | | |
|---|--|---|
| Categorie di corrosione | Ambiente | Perdita media annuale dello spessore di zinco (µm) |
| C1 Molto bassa | Interni: Secchi | 0,1 |
| C2 Basa | Interni: Condensazioni occasionali | 0,1 a 0,7 |
| C3 Media | Interni: Umidità elevata e talune contaminazioni dell'aria. Esterni: Urbano non marittimo e marittimo a bassa salinità. | 0,7 a 2,1 |
| C4 Alta | Interni: Piscine, impianti chimici ecc.. Esterni: Industriale non marittimo e urbano marittimo | 2,1 a 4,2 |
| C5 Molto alta | Esterni: Industriale molto umido o con elevato tasso di salinità | 4,2 a 8,4 |

Supponendo di trovarci in città in condizioni di aggressività media (C3), è possibile stimare la massima perdita media annuale di zinco in 2.1 micron. Poiché i binari del nostro sistema MQ HDG PLUS prevedono uno spessore di zincatura minimo pari a 70 micron, la durabilità del trattamento superficiale del binario risulta quindi superiore a 30 anni.

Spetterà comunque alla committenza definire il grado di aggressività ambientale che interessa l'area di installazione del sistema di supporto e stimare quindi la durabilità del trattamento superficiale dello stesso.



Hilti Italia S.p.A.
P.zza Montanelli, 20
20099 Sesto San Giovanni (MI)

www.hilti.it

In corrispondenza del taglio dei binari bisognerà ripristinare la protezione mediante una zincatura a freddo (attraverso l'utilizzo di apposito spray) e chiudere, dove possibile, attraverso gli appositi tappi. In fase di manutenzione, si consiglia di monitorare lo stato di fatto ed, eventualmente, ripristinare con successive applicazione la zincatura a freddo.

Rimango a disposizione per ogni eventuale chiarimento e porgo cordiali saluti.

La presente relazione costituisce una consulenza sui sistemi di installazione Hilti; la stessa dovrà essere verificata e sottoscritta da un progettista abilitato.

Si precisa che i dati contenuti nella presente relazione sono stati elaborati sulla base delle informazioni da Voi forniteci e che, perciò, sono da ritenersi validi esclusivamente se rispettati i requisiti da Voi indicati.

Pertanto, nel caso in cui si verificasse una variazione delle condizioni applicative, le nostre indicazioni contenute nella presente comunicazione non potranno considerarsi applicabili.

In presenza di ulteriori elementi che possano incidere sul contesto applicativo e che non siano stati indicati nella Vostra documentazione fornita in quanto rilevabili solo nel contesto concreto di applicazione, sarà Vostra cura verificare la compatibilità delle nostre indicazioni con le condizioni concrete di applicazione.

HILTI Italia S.p.A.
Ing. Mariano Bruno
Divisione Tecnica



Hilti Italia s.p.a.
Via Flumendosa, 16

20132 MILANO

Num verde: 800 827013 Fax verde:

Cliente no.:

Tel:

800 826080

Dimensionam. binari

Ruolo:

Pagina

1

Progetto

New

Offerta no.

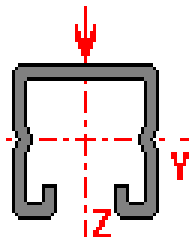
Elenco no.

Binario_Longitudinal.chl

Data

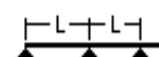
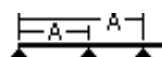
Nome

Dimensionamento binari



Binario : MQ-41

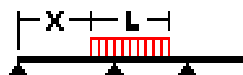
Lunghezza binario : 27.5[m]



| Punti di sospensione | Distanza da sinistra A [m] | Trave L [m] |
|----------------------|-------------------------------|----------------|
| 1 | 0.55 | 2.2 |
| 2 | 2.75 | 2.2 |
| 3 | 4.95 | 2.2 |
| 4 | 7.15 | 2.2 |
| 5 | 9.35 | 2.2 |
| 6 | 11.55 | 2.2 |
| 7 | 13.75 | 2.2 |
| 8 | 15.95 | 2.2 |
| 9 | 18.15 | 2.2 |
| 10 | 20.35 | 2.2 |
| 11 | 22.55 | 2.2 |
| 12 | 24.75 | 2.2 |
| 13 | 26.95 | 0.55 |

Carico (asse Y)

Carico uniformemente distribuito



| No. | Carico [kN] | X [m] | L [m] | Carico uniformemente distribuito [kN / m] |
|-----|-------------|-------|-------|---|
| G | 0.561 | 0 | 27.5 | 0.02 |



Hilti Italia s.p.a.
Via Flumendosa, 16

20132 MILANO

Num verde: 800 827013

Cliente no.:

Tel:

Fax verde: 800 826080

Dimensionam. binari

Ruolo:

Pagina 2

Progetto New

Offerta no.

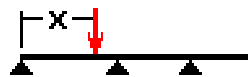
Elenco no.

Binario_Longitudinal.chl

Data

Nome

Carico puntuale

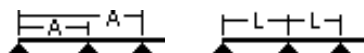


| No. | Carico [kN] | X [m] |
|-----|-------------|--------|
| 1 | 0.49 | 0.286 |
| 2 | 0.98 | 1.969 |
| 3 | 0.98 | 3.652 |
| 4 | 0.98 | 5.335 |
| 5 | 0.98 | 7.018 |
| 6 | 0.98 | 8.701 |
| 7 | 0.98 | 10.384 |
| 8 | 0.98 | 12.067 |
| 9 | 0.98 | 13.75 |
| 10 | 0.98 | 15.433 |
| 11 | 0.98 | 17.116 |
| 12 | 0.98 | 18.799 |
| 13 | 0.98 | 20.482 |
| 14 | 0.98 | 22.165 |
| 15 | 0.98 | 23.848 |
| 16 | 0.98 | 25.531 |
| 17 | 0.49 | 27.214 |

Binario : MQ-41

| | | |
|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| Tutti i carichi | σ | 175 [N/mm ²] |
| Modulo elasticità | E | 210000 [N/mm ²] |
| Tutti i carichi a flessione | f | 1 / 200 Trave |
| Tutti i carichi a flessione | f | 1 / 150 Mensola |
| Momento di inerzia | I _y | 5.3744 [cm ⁴] |
| Modulo sezione | W _y | 2.5435 [cm ³] |

Sforzo flettente e Momento flettente



| | | L 0 | A 1 | L 1 | A 2 | L 2 |
|----------------------------|----------------------|--------|--------|-------|--------|-------|
| Punti di sospensione | [m] | 0.55 | 0.55 | 2.2 | 2.75 | 2.2 |
| Forza al punto di sospens. | [kN] | | 0.78 | | 1.38 | |
| Taglio sinistra | [kN] | | -0.5 | | -0.74 | |
| Taglio destra | [kN] | | 0.28 | | 0.64 | |
| Momento flettente | [kNm] | | -0.132 | | -0.328 | |
| Sforzo flettente | [N/mm ²] | | -52 | | -129 | |
| Freccia | [mm] | -1.075 | | 5.343 | | 3.651 |

| | | A 3 | L 3 | A 4 | L 4 | A 5 |
|----------------------------|----------------------|--------|-------|--------|-------|--------|
| Punti di sospensione | [m] | 4.95 | 2.2 | 7.15 | 2.2 | 9.35 |
| Forza al punto di sospens. | [kN] | 1.31 | | 1.34 | | 1.32 |
| Taglio sinistra | [kN] | -0.39 | | -1.08 | | -0.77 |
| Taglio destra | [kN] | 0.92 | | 0.26 | | 0.55 |
| Momento flettente | [kNm] | -0.245 | | -0.173 | | -0.296 |
| Sforzo flettente | [N/mm ²] | -96 | | -67 | | -116 |
| Freccia | [mm] | | 2.605 | | 3.334 | |

I dati di input ed i risultati devono essere verificati affinché concordino con le condizioni esistenti e per la loro plausibilità



Hilti Italia s.p.a.
Via Flumendosa, 16

20132 MILANO

Num verde: 800 827013

Cliente no.:

Tel:

800 826080

Dimensionam. binari

Ruolo:

Pagina 3

Progetto New

Offerta no.

Elenco no. Binario_Longitudinal.chl

Data

Nome

| | | L 5 | A 6 | L 6 | A 7 | L 7 |
|----------------------------|----------------------|-------|--------|-------|--------|-------|
| Punti di sospensione | [m] | 2.2 | 11.55 | 2.2 | 13.75 | 2.2 |
| Forza al punto di sospens. | [kN] | | 1.32 | | 1.33 | |
| Taglio sinistra | [kN] | | -0.48 | | -0.18 | |
| Taglio destra | [kN] | | 0.85 | | 0.18 | |
| Momento flettente | [kNm] | | -0.279 | | -0.112 | |
| Sforzo flettente | [N/mm ²] | | -109 | | -44 | |
| Freccia | [mm] | 4.324 | | 2.887 | | 2.886 |

| | | A 8 | L 8 | A 9 | L 9 | A 10 |
|----------------------------|----------------------|--------|-------|--------|-------|--------|
| Punti di sospensione | [m] | 15.95 | 2.2 | 18.15 | 2.2 | 20.35 |
| Forza al punto di sospens. | [kN] | 1.32 | | 1.32 | | 1.34 |
| Taglio sinistra | [kN] | -0.85 | | -0.55 | | -0.26 |
| Taglio destra | [kN] | 0.48 | | 0.77 | | 1.08 |
| Momento flettente | [kNm] | -0.279 | | -0.296 | | -0.173 |
| Sforzo flettente | [N/mm ²] | -109 | | -116 | | -67 |
| Freccia | [mm] | | 4.315 | | 3.334 | |

| | | L 10 | A 11 | L 11 | A 12 | L 12 |
|----------------------------|----------------------|-------|--------|-------|--------|-------|
| Punti di sospensione | [m] | 2.2 | 22.55 | 2.2 | 24.75 | 2.2 |
| Forza al punto di sospens. | [kN] | | 1.31 | | 1.38 | |
| Taglio sinistra | [kN] | | -0.92 | | -0.64 | |
| Taglio destra | [kN] | | 0.39 | | 0.74 | |
| Momento flettente | [kNm] | | -0.245 | | -0.328 | |
| Sforzo flettente | [N/mm ²] | | -96 | | -129 | |
| Freccia | [mm] | 2.607 | | 3.651 | | 5.338 |

| | | A 13 | L 13 |
|----------------------------|----------------------|--------|--------|
| Punti di sospensione | [m] | 26.95 | 0.55 |
| Forza al punto di sospens. | [kN] | 0.78 | |
| Taglio sinistra | [kN] | -0.28 | |
| Taglio destra | [kN] | 0.5 | |
| Momento flettente | [kNm] | -0.132 | |
| Sforzo flettente | [N/mm ²] | -52 | |
| Freccia | [mm] | | -1.075 |



Hilti Italia s.p.a.
Via Flumendosa, 16

20132 MILANO
Num verde: 800 827013

Cliente no.:

Tel: 800 826080

Dimensionam. binari

Ruolo:

Pagina 4

Progetto New

Offerta no.

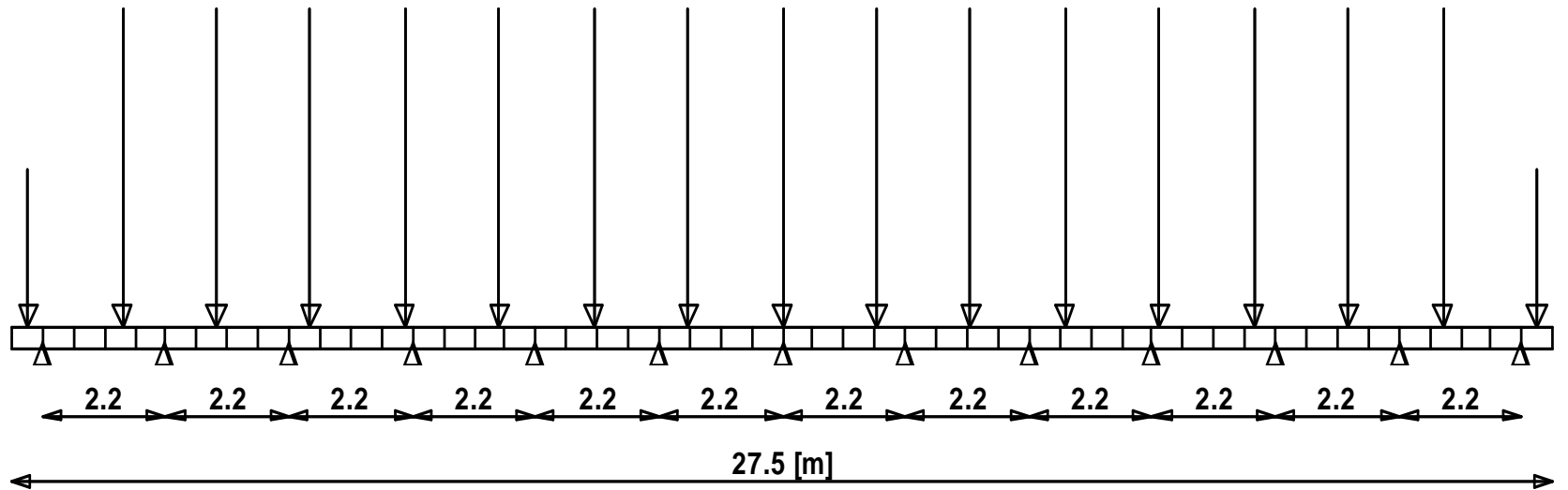
Elenco no.

Binario_Longitudinal.chl

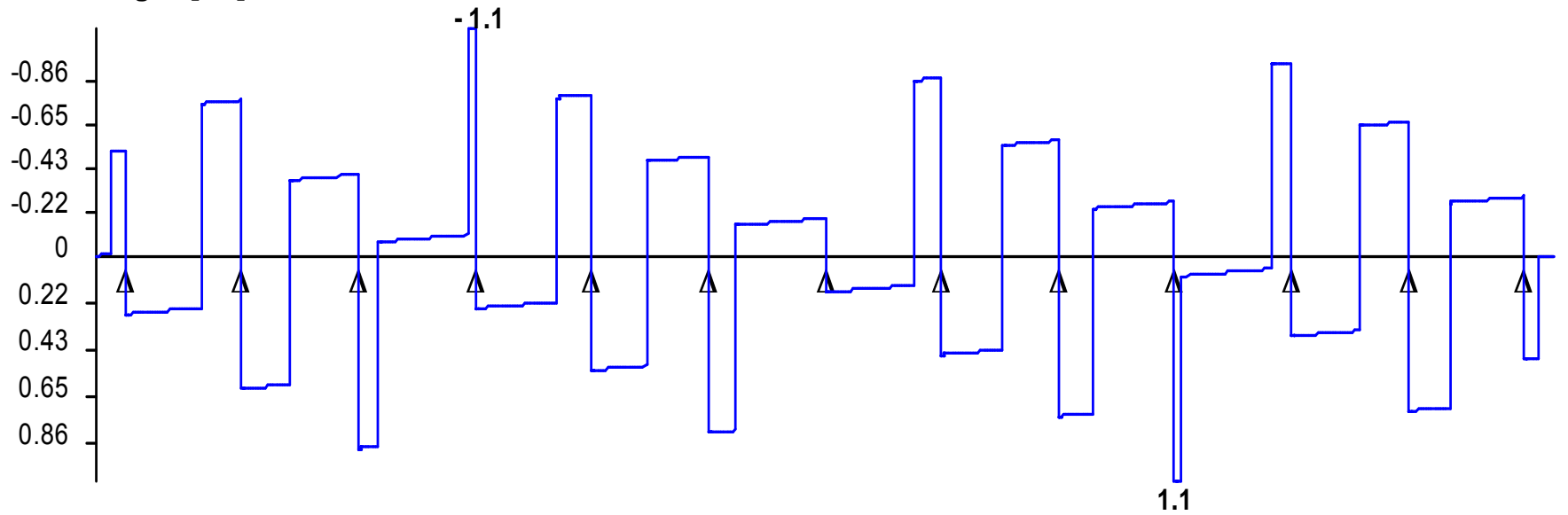
Data

Nome

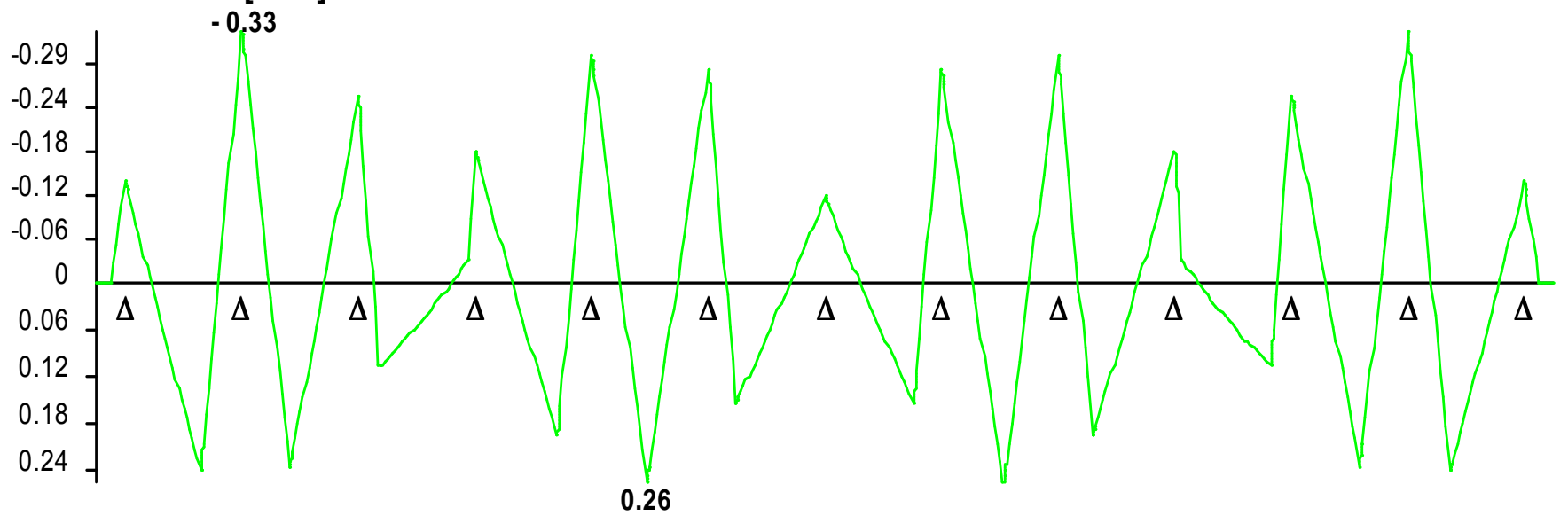
Carico (asse Y)



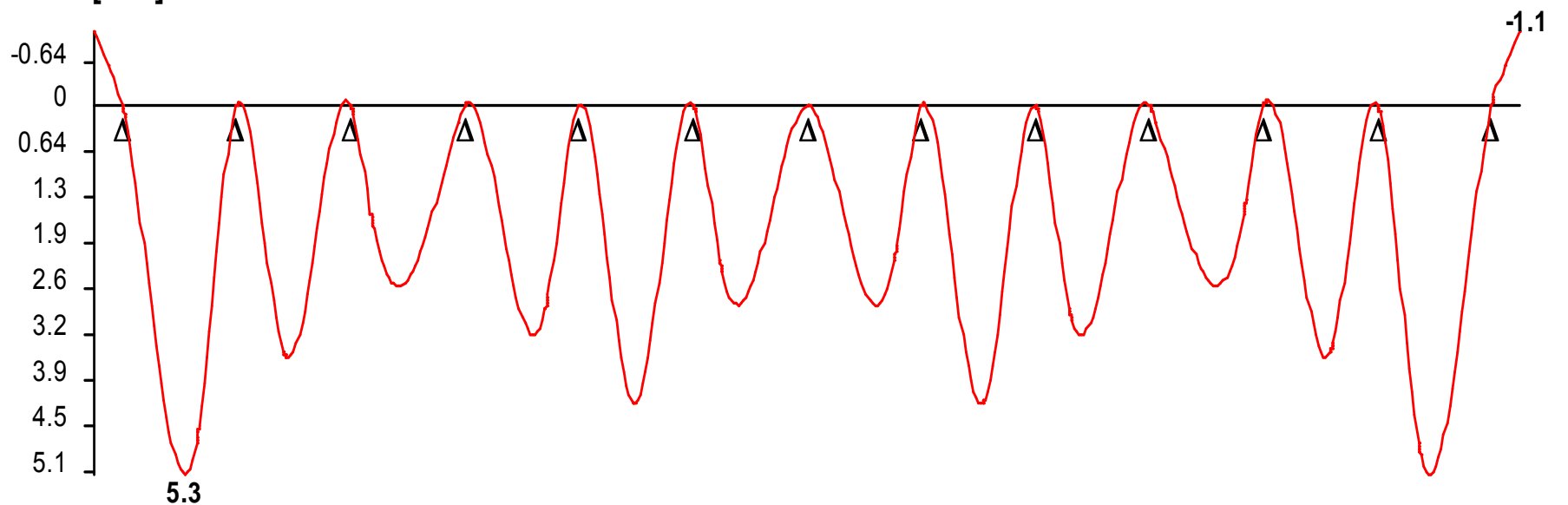
Carico a taglio [kN]



Momento flettente [kNm]



Freccia [mm]



I dati di input ed i risultati devono essere verificati affinché concordino con le condizioni esistenti e per la loro plausibilità



Hilti Italia s.p.a.
Via Flumendosa, 16

20132 MILANO
Num verde: 800 827013

Cliente no.:

Tel:

827013 tel: 800 826080

Dimensionam. binari

Ruolo:

Pagina 1

Progetto

Offerta no.

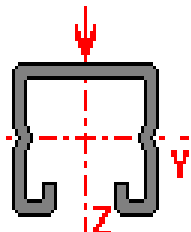
Elenco no.

Data

Nome

Binario_Trasversal.chl

Dimensionamento binari



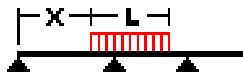
Binario : MQ-41

Lunghezza binario : 1[m]

| Punti di sospensione | Distanza da sinistra A [m] | Trave L [m] |
|----------------------|-------------------------------|----------------|
| 1 | 0 | 0.9 |
| 2 | 0.9 | 0.1 |

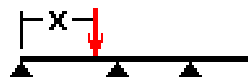
Carico (asse Y)

Carico uniformemente distribuito



| No. | Carico [kN] | X [m] | L [m] | Carico uniformemente distribuito [kN / m] |
|-----|-------------|-------|-------|---|
| G | 0.02 | 0 | 1 | 0.02 |

Carico puntuale

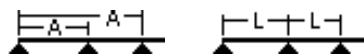


| No. | Carico [kN] | X [m] |
|-----|-------------|-------|
| 1 | 1.38 | 0.25 |
| 2 | 1.39 | 0.75 |

Binario : MQ-41

| | | |
|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| Tutti i carichi | σ | 175 [N/mm ²] |
| Modulo elasticità | E | 210000 [N/mm ²] |
| Tutti i carichi a flessione | f | 1 / 150 Trave |
| Tutti i carichi a flessione | f | 1 / 150 Mensola |
| Momento di inerzia | I _y | 5.3744 [cm ⁴] |
| Modulo sezione | W _y | 2.5435 [cm ³] |

Sforzo flettente e Momento flettente



| | | A 1 | L 1 | A 2 | L 2 |
|----------------------------|----------------------|------|-------|-------|--------|
| Punti di sospensione | [m] | 0 | 0.9 | 0.9 | 0.1 |
| Forza al punto di sospens. | [kN] | 1.24 | | 1.55 | |
| Taglio sinistra | [kN] | 0 | | -1.55 | |
| Taglio destra | [kN] | 1.24 | | 0 | |
| Momento flettente | [kNm] | 0 | 0.309 | 0 | |
| Sforzo flettente | [N/mm ²] | 0 | 121 | -0.04 | |
| Freccia | [mm] | | 2.304 | | -0.852 |



Hilti Italia s.p.a.
Via Flumendosa, 16

20132 MILANO
Num verde: 800 827013

Cliente no.:

Tel:

826080

Dimensionam. binari

Ruolo:

Pagina 2

Progetto

Offerta no.

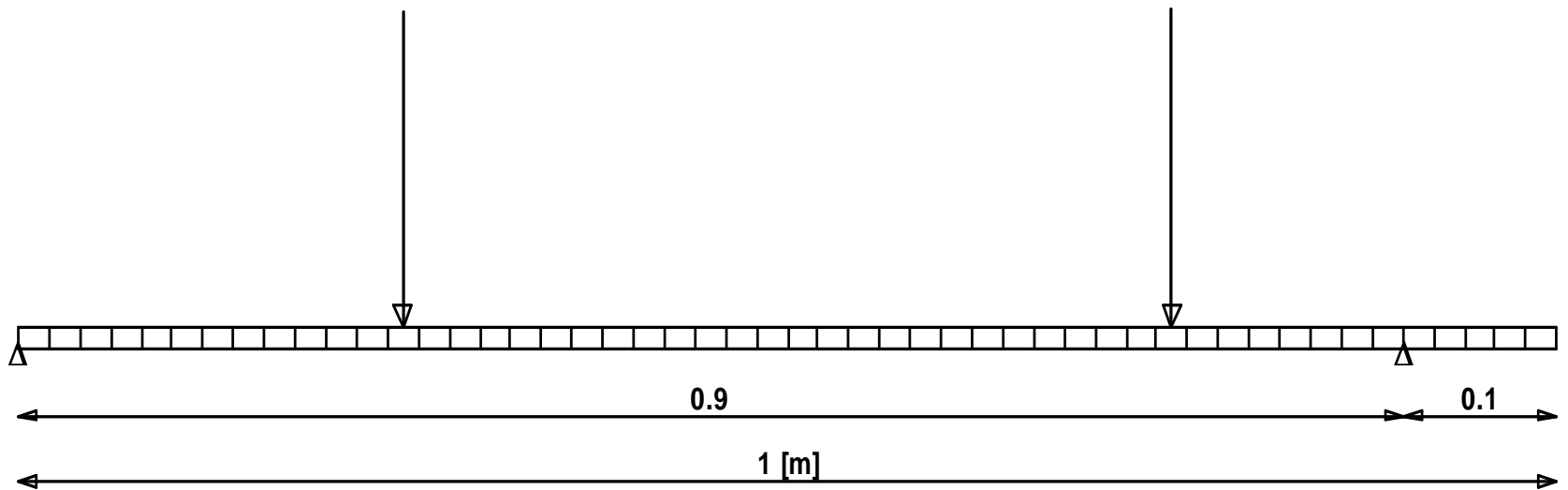
Elenco no.

Data

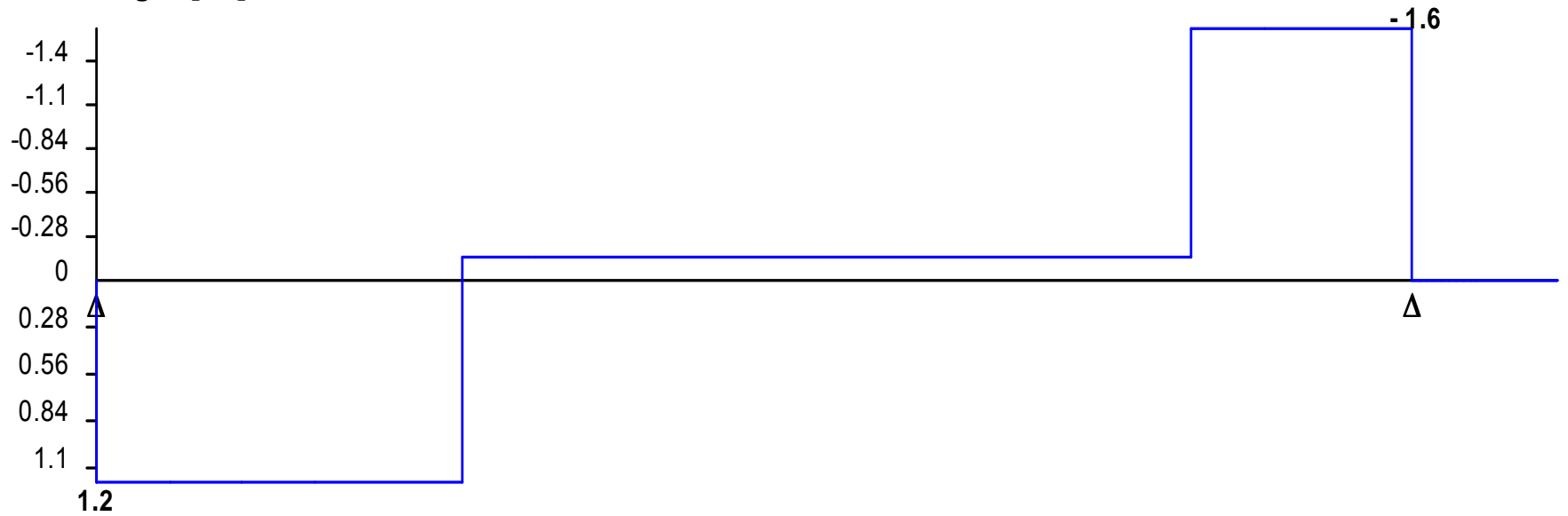
Nome

Binario_Trasversal.chl

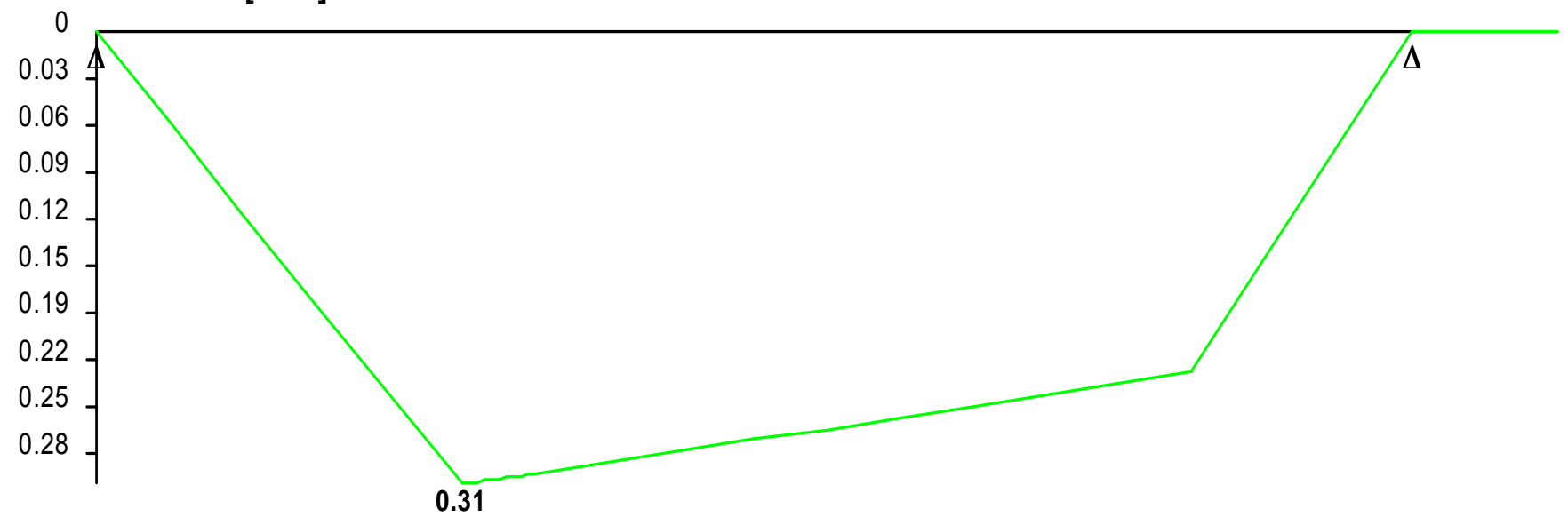
Carico (asse Y)



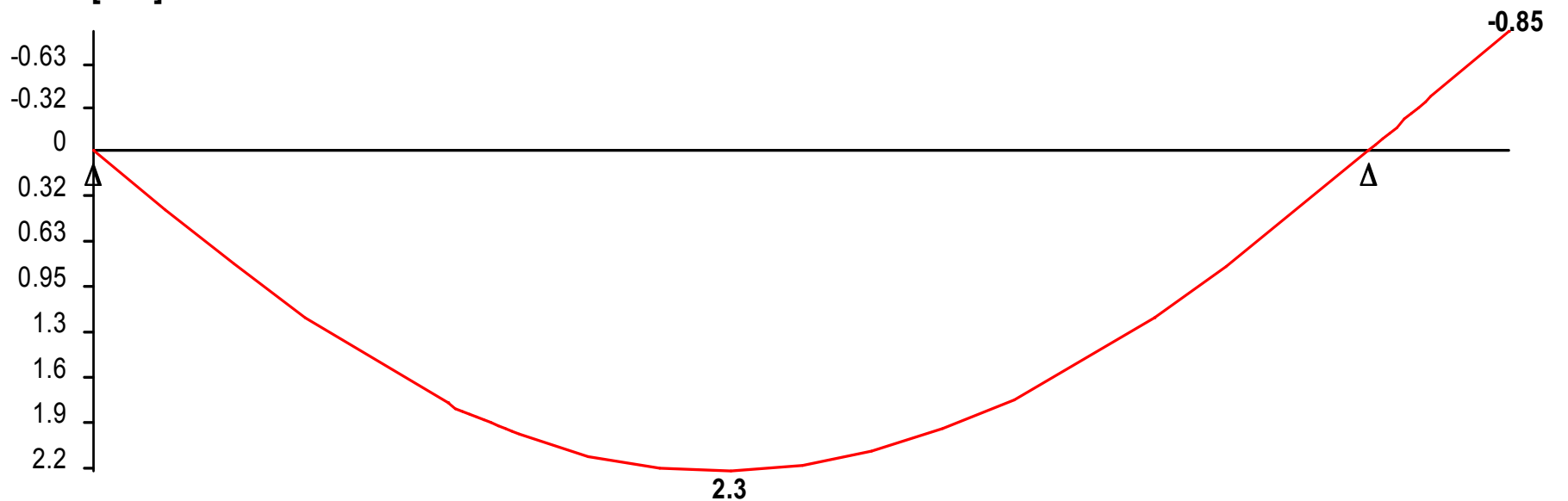
Carico a taglio [kN]



Momento flettente [kNm]



Freccia [mm]



I dati di input ed i risultati devono essere verificati affinché concordino con le condizioni esistenti e per la loro plausibilità

Impianto fotovoltaico ELETEC 2000
STAFFA TIPO
Vista laterale - componenti

Vela composta da 16 pannelli.

Inclinazione = 30°

Lunghezza totale struttura = 27,50 m

Interasse massimo di posa delle staffe trasversali = 2,20 m

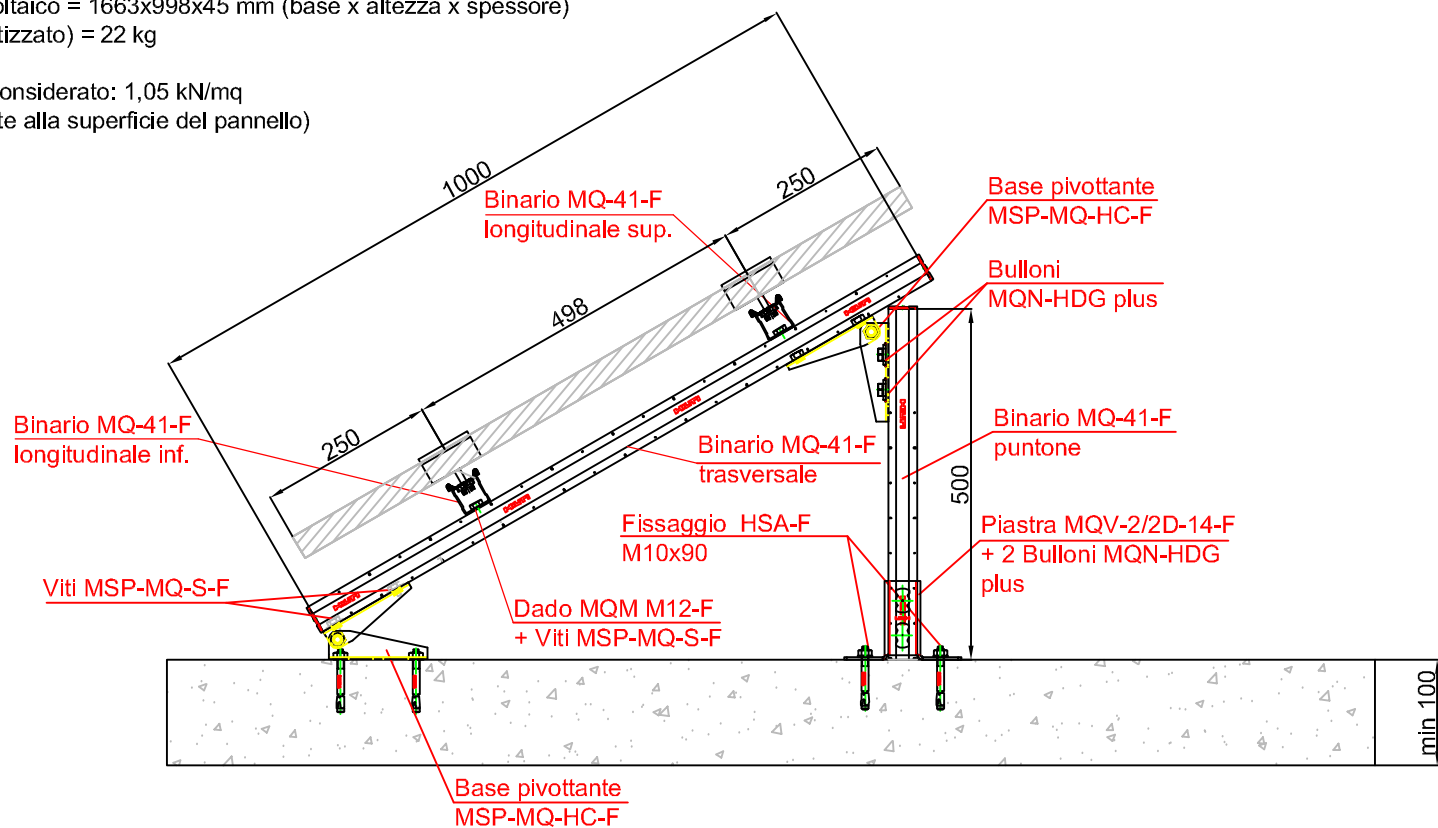
N° totale staffe trasversali: 13

Dimensioni pannello fotovoltaico = 1663x998x45 mm (base x altezza x spessore)

Peso proprio pannello (ipotizzato) = 22 kg

Carico accidentale totale considerato: 1,05 kN/mq

(agente perpendicolarmente alla superficie del pannello)



| | | |
|-------------------------------------|---------------|----|
| HILTI HILTI ITALIA S.p.A. | Data | |
| | Disegnato da: | MB |
| Staffa tipo | | |
| Vista laterale | | |