



REGIONE
PUGLIA



PROVINCIA DI
BRINDISI



COMUNE DI
BRINDISI

OGGETTO:

“Progetto di un impianto agrivoltaico denominato "CSPV BRINDISI", di potenza pari a 17,8 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel comune di Brindisi (BR)”

ELABORATO:

Relazione preliminare sulle strutture



PROPONENTE:



AEI SOLAR PROJECT VI S.R.L.
VIA VINCENZO BELLINI, 22
00198- ROMA (RM)
P.IVA 16805281009

PROGETTAZIONE:



Ing. Carmen Martone
Iscr. n. 1872
Ordine Ingegneri Potenza
C.F. MRTCMN73D56H703E



Geol. Raffaele Nardone
Iscr. n. 243
Ordine Geologi Basilicata
C.F. NRDRFL71H04A509H

EGM PROJECT S.R.L.
VIA VERRASTRO 15/A
85100- POTENZA (PZ)
P.IVA 02094310766
REA PZ-206983

| Livello prog. | Cat. opera | N°. prog.elaborato | Tipo elaborato | N° foglio | Tot. fogli | Nome file | Scala |
|---------------|----------------|--------------------|----------------|-----------|------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| PD | I.IF | A.11 | R | | | A.11Rel_preliminare_strutture | |
| REV. | DATA | DESCRIZIONE | | | ESEGUITO | VERIFICATO | APPROVATO |
| 00 | SETTEMBRE 2023 | Emissione | | | | Geol. Raffaele Nardone EGM Project | Ing. Carmen Martone EGM Project |

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

Sommario

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | PREMESSA..... | 2 |
| 2 | NORMATIVA RI RIFERIMENTO | 4 |
| 3 | CARATTERIZZAZIONE DEL SOTTOSUOLO | 4 |
| 3.1 | CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO..... | 4 |
| 3.2 | CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA | 7 |
| 4 | MATERIALI IMPIEGATI PER IL CALCOLO | 10 |
| 5 | ANALISI DEI CARICHI..... | 11 |
| 5.1 | CARICHI DERIVANTI DAL PESO PROPRIO DEI MODULI | 12 |
| 5.2 | CARICO NEVE | 12 |
| 5.3 | AZIONE DEL VENTO..... | 14 |
| 5.4 | AZIONE SISMICA DI PROGETTO..... | 15 |
| 6 | COMBINAZIONI DI CALCOLO..... | 18 |
| 7 | VERIFICHE GEOTECNICHE..... | 21 |
| 7.1 | VERIFICA A CARICO LIMITE NEI RIGUARDI DEI CARICHI ASSIALI | 21 |
| 7.2 | VERIFICA A CARICO LIMITE NEI RIGUARDI DEI CARICHI ORIZZONTALI..... | 25 |
| 8. | FASCICOLO DI CALCOLO | 28 |

1 PREMESSA

La presente relazione riporta i calcoli preliminari eseguiti per la realizzazione di un impianto agrivoltaico con potenza nominale pari a 17,8 MW ubicato nel comune di Brindisi (BR) a circa 7 Km in direzione nord-est rispetto al nucleo urbano di Tutturano, e a circa 3 km in direzione sud rispetto al nucleo urbano di Brindisi. L'area interessata dalla realizzazione del parco presenta un'orografia tipica della zona, caratterizzata da un suolo principalmente agricolo ove il paesaggio prevalente è costituito da vasti campi di seminativo intervallati da boschi di ulivi, distese di vigneti e frutteti. In Figura 1 è riportato su ortofoto il perimetro dell'area in cui sarà realizzato l'impianto. Al fine di ottimizzare la produzione di energia, l'impianto fotovoltaico in progetto sarà composto da moduli BiHiKu7 della tipologia CS7N-645 prodotti dalla Canadian Solar.



Figura 1. Planimetria dell'area d'intervento.

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

Questi pannelli sfruttano la tecnologia di fabbricazione delle celle TOPCon (Tunnel Oxide Passivated Contact) che hanno il vantaggio di accettare temperature più elevate rispetto ad altre celle, restituire valori di efficienza più elevati e esibiscono una minore sensibilità alla degradazione indotta dalla luce. Il dettaglio di tutte le caratteristiche dei moduli fotovoltaici è riportato in Figura 2a. La Figura 2b riporta una vista della struttura di sostegno infissa nel sottosuolo.

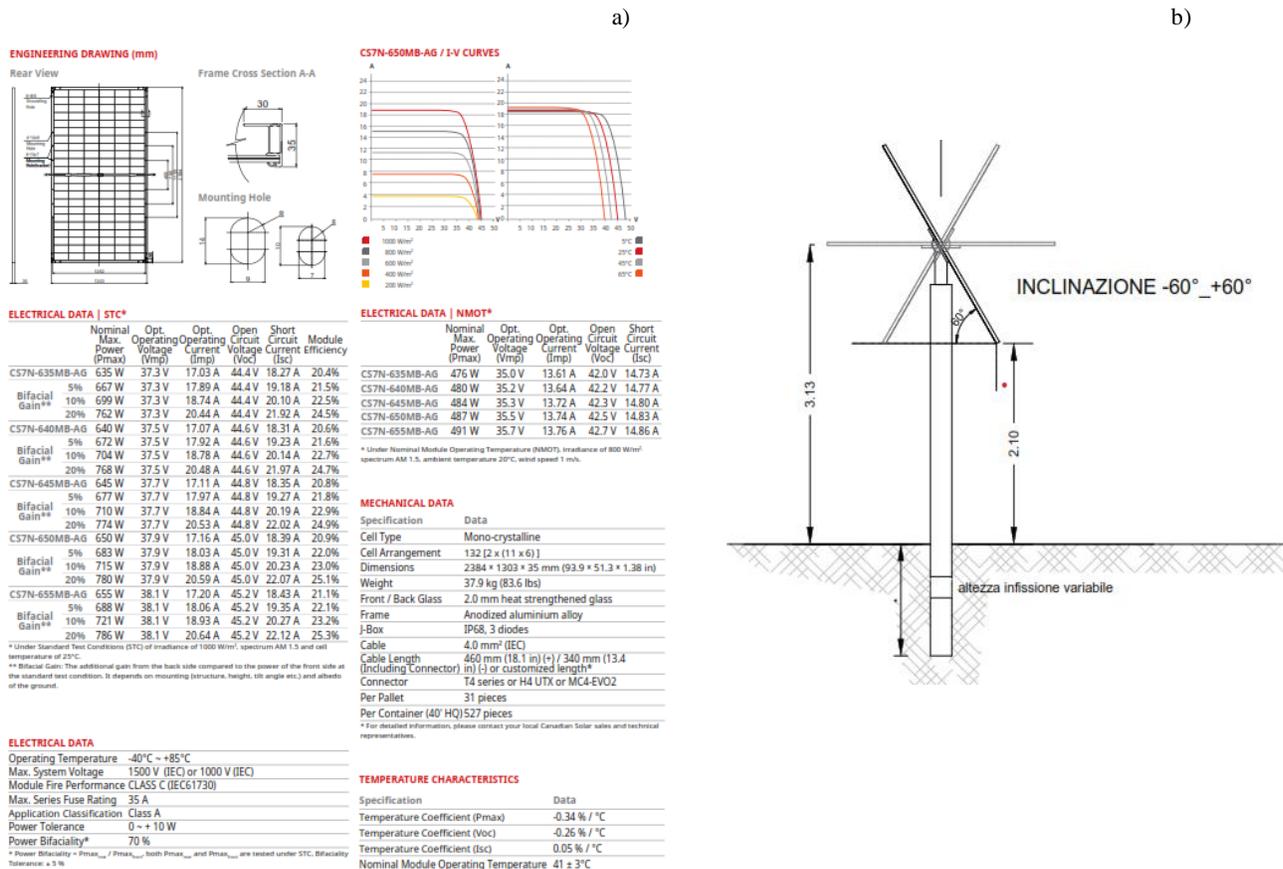


Figura 2. Specifiche tecniche moduli fotovoltaici.

Come si può osservare dalla Figura 2b, ciascun modulo sarà sostenuto da opere di sostegno costituite da pali in acciaio il cui dimensionamento e la verifica sono oggetto di questa relazione. In particolare, di seguito si riportano una sintesi della caratterizzazione geologica e geotecnica del sottosuolo e i calcoli preliminari eseguiti per la verifica delle strutture a sostegno dei pannelli fotovoltaici.

2 **NORMATIVA RI RIFERIMENTO**

Le analisi e le verifiche delle strutture sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G.U. 21 dicembre 1971 n. 321)
“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G.U. 21 marzo 1974 n. 76)
“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.
- D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8)
“Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni”.
Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nelle seguenti norme:
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. Serie Generale n. 35 del 11/02/2019 - Suppl. Ord. n. 5)
Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Eurocodice 3 - “Progettazione delle strutture in acciaio” - EN 1993-1-1.

3 **CARATTERIZZAZIONE DEL SOTTOSUOLO**

3.1 **CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO**

In questo capitolo si riporta una sintesi della caratterizzazione geologica e geotecnica del sottosuolo riportata in dettaglio nella relazione geologica allegata al seguente progetto. Sulla base delle indagini

eseguite, l'area in esame si inserisce nel contesto morfologico della piana costiera che dalla città di Brindisi si estende verso l'entroterra, caratterizzata da un andamento abbastanza pianeggiante della superficie topografica con quote che, in linea generale decrescono in direzione della linea di costa adriatica con gradienti inferiori al 2%. L'area d'interesse, sulla base delle ultime perimetrazioni PAI non ricade in nessuna delle tre zone classificate ad alta, media e basse pericolosità geomorfologica.

In linea generale l'assetto geologico e stratigrafico dell'area di studio si contraddistingue per la presenza di un substrato profondo costituito da un ammasso roccioso-calcareo di età mesozoica. Su tale substrato poggia una copertura costituita da Formazioni prevalentemente calcarenitiche con intercalazioni sabbioso-limose.

Nell'ambito degli studi geologici eseguiti per la zona d'interesse sono stati eseguiti rilievi sismici a rifrazione in onda P e prospezioni sismiche con metodo M.A.S.W. Tali indagini hanno permesso di avere un quadro geo-litologico e stratigrafico abbastanza completo dell'area d'interesse. In particolare, le prospezioni sismiche di tipo MASW hanno consentito la caratterizzazione sismica del terreno attraverso il calcolo della V_{seq} come indicato dalle norme NTC2018. Inoltre, mediante indagini sveditive con sismiche a rifrazione è stato possibile determinare le caratteristiche dinamiche dei litotipi investigati e i relativi moduli elastici, nonché definire in maniera più precisa le caratteristiche sismostratigrafiche sub-superficiali. L'insieme di tutti i rilievi eseguiti hanno quindi permesso di ricostruire il modello geologico del sottosuolo nelle aree d'interesse. In particolare, è stata rinvenuta la presenza, in superficie, di terreno vegetale di spessore variabile ma compreso sempre nel primo metro, e in successione, sabbie argillose giallastre, debolmente cementate fino a profondità superiori a 5 m dal p.c.

Alla luce delle indagini geologiche eseguite, è stato possibile anche definire un modello geotecnico del sottosuolo necessario per la definizione dei parametri da assegnare al sottosuolo nel calcolo delle strutture.

Nella Tabella 1 sono riportati alcuni dati ottenuti dalle indagini eseguite in sito e ricavati dalla letteratura

esistente. In particolare, in tabella si riportano i moduli elastici ottenuti dall'elaborazione dei dati dei rilievi sismici e il valore dell'angolo d'attrito e del peso dell'unità di volume estrapolati grazie a correlazioni empiriche. Dall'analisi dell'indagine MASW è stato possibile, come richiesto dalla normativa, stimare il parametro V_{seq} . Sulla base del valore assunto da tale parametro, il sottosuolo in oggetto è definito come un terreno di categoria C (Tabella 2) "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità di substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità". L'area d'interesse può essere ritenuta stabile e geomorfologicamente idonea alle opere in progetto, e vista la conformazione morfologica, praticamente sub-orizzontale, come descritto nel paragrafo 3.2.2 "Condizioni topografiche" delle norme NTC 2018, può essere considerata di categoria topografica T1.

Tabella 1. Parametri geotecnici del sottosuolo.

| Profondità | Terreno | Vp [m/s] | Vs [m/s] | Mod. di Poisson | Mod. di Bulk [MPa] | Mod. di Young [MPa] | Mod. di shear [MPa] | Angolo di attrito (°) | Peso unità di volume kg/mc |
|------------|------------------|----------|----------|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|
| 0-1 m | Terreno vegetale | < 400 | 100-200 | 0,42 | 200 | 100 | 35 | 23 | 1600 |
| 1-4 m | Sabbie argillose | 500-700 | 200-250 | 0,42 | 490 | 180 | 60 | 26 | 1650 |
| 4-6 m | Sabbie argillose | 800-1000 | 250-300 | 0,44 | 900 | 300 | 100 | 28 | 1700 |

Tabella 2. Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato (Tab. 3.2.II D.M. 2018)

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|--|
| A | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m. |
| B | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. |
| C | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s. |
| D | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s. |
| E | <i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m. |

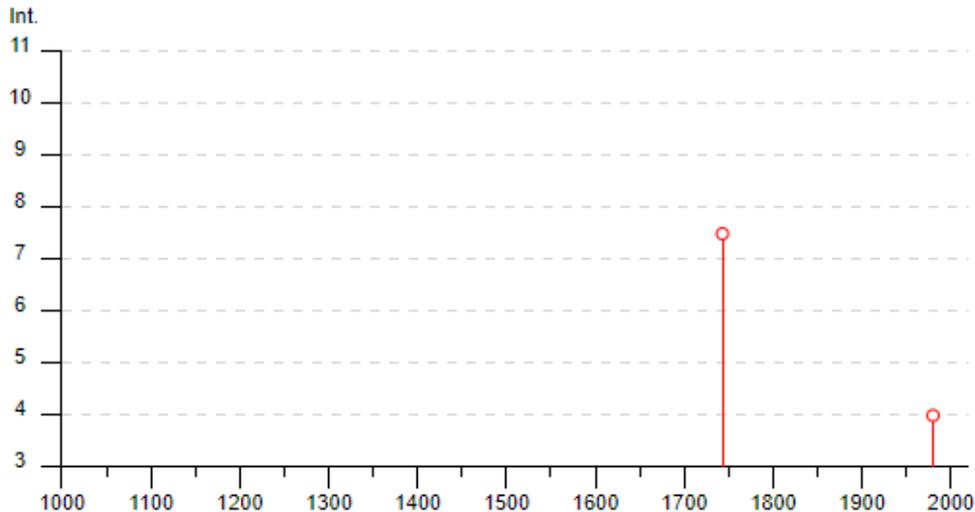
3.2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

Il territorio pugliese è generalmente ritenuto poco soggetto al rischio sismico, soprattutto per la più bassa frequenza temporale con cui si verificano eventi capaci di produrre danni. Tuttavia, le ricerche degli ultimi decenni hanno mostrato che eventi sismici possono produrre effetti non trascurabili. Infatti, nel passato la Puglia è stata interessata da eventi sismici di una certa intensità che hanno causato notevoli danni anche con perdita di vite umane. La Figura 3 è tratta dal database Macrosismico Italiano DBMI15 rilasciato a gennaio 2021 e creato dal INGV. Questo database fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima maggiore di 5 e "interesse per l'Italia nel periodo temporale 1000-2020. L'insieme di questi dati consente inoltre di elaborare le "storie sismiche" di migliaia di località italiane e di avere un elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di grado di intensità, osservati nel tempo a causa dei terremoti. La Figura 3 riporta per il caso di Tutturano, località poco distante da dove sarà realizzato l'impianto, i dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2020. Per valutare il rischio sismico della zona in cui sorgerà l'impianto fotovoltaico si è fatto riferimento alla zonazione sismica nazionale.

Tuturano



PlaceID IT_62541
 Coordinate (lat, lon) 40.544, 17.946
 Comune (ISTAT 2015) Brindisi
 Provincia Brindisi
 Regione Puglia
 Numero di eventi riportati 2



► Personalizza il diagramma

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------------|----|----|----|----|----|----------------------|------|----|------|
| Int. | Anno | Me | Gi | Ho | Mi | Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 7-8 | 1743 | 02 | 20 | | | | Ionio settentrionale | 84 | 9 | 6.68 |
| 4 | 1980 | 11 | 23 | 18 | 34 | 5 | Irpinia-Basilicata | 1394 | 10 | 6.81 |

Figura 3. Stralcio del catalogo parametrico dei terremoti italiani (2015).

Quest'ultima è stata definita con l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274/2003, ed è stata aggiornata con l'O.P.C.M. n. 3519/2006. Con quest'ultima ordinanza, il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone di rischio in funzione del valore dell'accelerazione orizzontale massima (ag) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni (Tabella 3 e mappa di pericolosità in Figura 4). Sulla base di questa classificazione i territori che saranno interessati

dall'impianto fotovoltaico ricadono in zona sismica 4 che è la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà della Regione prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.

Tabella 3. *Classificazione sismica elaborata ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3519/2006.*

| Zona sismica | Descrizione | accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag] | accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag] |
|--------------|--|--|---|
| 1 | Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti. | $a_g > 0,25 \text{ g}$ | 0,35 g |
| 2 | Zona dove possono verificarsi forti terremoti. | $0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$ | 0,25 g |
| 3 | Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari. | $0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$ | 0,15 g |
| 4 | E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. | $a_g \leq 0,05 \text{ g}$ | 0,05 g |

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

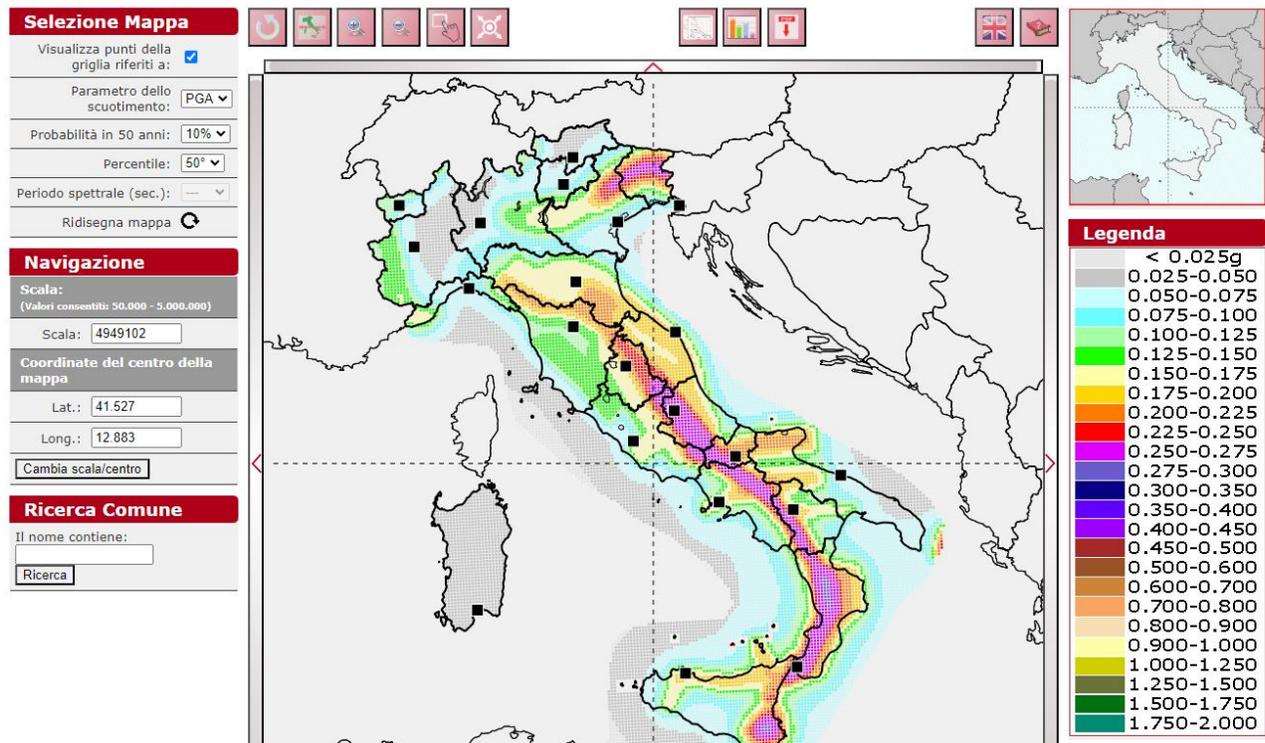


Figura 4. Mappa della pericolosità sismica .

4 MATERIALI IMPIEGATI PER IL CALCOLO

Per la realizzazione di tutte le strutture, i materiali impiegati devono essere muniti di marcatura "CE", ed essere conformi alle prescrizioni del "REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 9 marzo 2011". In particolare, per la realizzazione dell'opera in progetto, sarà impiegato un acciaio del tipo S420MC. La Tabella 4 riporta le caratteristiche principali di questo acciaio.

Tabella 4. Caratteristiche dell'acciaio S420MC.

| Materiali | f_y = Limite di Snervamento | f_t = Limite di rottura | E = Modulo Elastico | References |
|-----------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------|
| S420MC | $\geq 420 \text{ N/mm}^2$ | $\geq 480 \text{ N/mm}^2$ | 210000 N/mm ² | EN 10149:2013 |

5 ANALISI DEI CARICHI

Il dimensionamento e la verifica delle strutture a sostegno dei pannelli fotovoltaici sono stati eseguiti utilizzando il modello riportato in Figura 5 implementato nel software MasterSap. In particolare, come si può osservare dalla figura, le analisi sono state condotte su una struttura costituita da 2 pali in acciaio con sezione ad Omega (elementi arancioni in Figura) e da una trave con sezione rettangolare (elemento blu in Figura). La modellazione è stata condotta ipotizzando che su ogni struttura, e quindi sulla trave, fosse installato un unico pannello. Tale pannello è stato considerato di dimensioni equivalenti alla somma di sei moduli affiancati. Tale configurazione è stata utilizzata al fine di riprodurre la situazione reale in cui una struttura di sostegno costituita da 2 pali in acciaio sorregge sei moduli fotovoltaici. Per quanto riguarda le sezioni degli elementi strutturali, per i pali sono state utilizzate sezione ad Omega 155x120 mm con spessore pari a 4 mm (Figura 6a) mentre per la trave su cui poggiano i moduli è stata utilizzata una sezione rettangolare 140x100 mm con spessore pari a 3.5 mm (Figura 6b). Tali elementi strutturali, come detto nel capitolo precedente, sono stati modellati utilizzando un acciaio S420MC. Definite le caratteristiche delle sezioni e il materiale degli elementi strutturali, si è passati alla fase delle verifiche. Per eseguire tale fase sono stati prima di tutto valutati i carichi agenti sulla struttura.

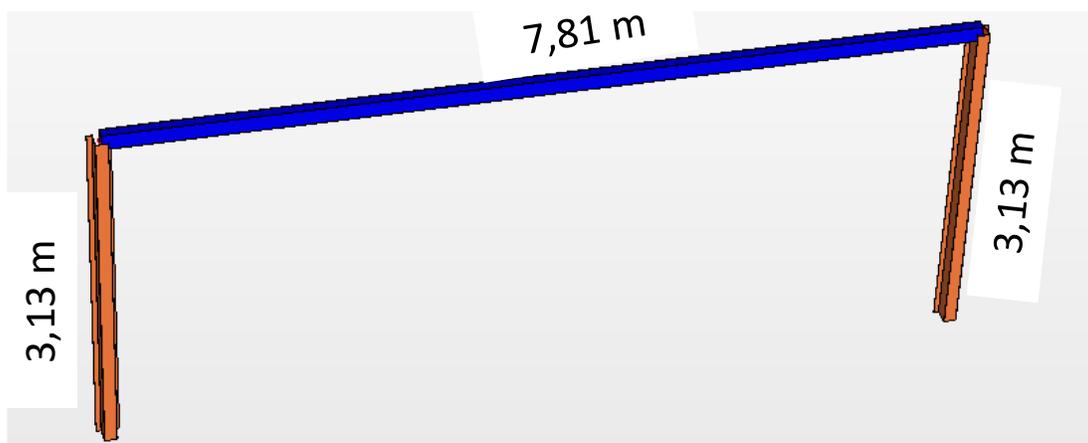


Figura 5. Modello di calcolo.

In particolare, i carichi da considerare sono quelli derivanti dal peso proprio dei moduli, dalla neve e dal vento. Tali carichi sono stati considerati come carichi uniformemente distribuiti applicati sulla trave su cui poggiano i moduli e sui pali. Il dettaglio delle azioni considerate è riportato nei paragrafi successivi del presente capitolo.

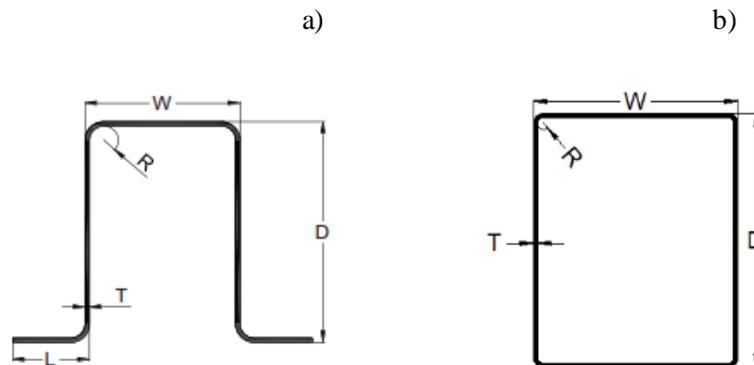


Figura 6. Sezioni utilizzate per i pali di fondazione (a) e per le travi su cui poggiano i pannelli (b).

5.1 CARICHI DERIVANTI DAL PESO PROPRIO DEI MODULI

Dalle specifiche tecniche dei moduli fotovoltaici si evince che il peso proprio di ciascun modulo è pari a 0,38 kN. Avendo ipotizzato che sulla trave di lunghezza pari a 7,8 m graveranno i pesi di 6 moduli, il carico distribuito da applicare alla trave è pari a:

$$(0,38 \times 6)/7.8 = 0,29 \text{ kN/m}$$

5.2 CARICO NEVE

L'azione della neve è stata calcolata in base a quanto prescritto nel capitolo 3 delle Norme Tecniche delle Costruzioni del 2018. In particolare, il carico della neve è stato valutato a partire dal valore di riferimento del carico della neve al suolo, funzione delle condizioni locali di clima ed esposizione, amplificato per effetto di alcuni coefficienti che dipendono dalla forma della copertura, dall'esposizione e dalla temperatura. La Figura 6 riporta l'espressione dalla quale è possibile ricavare il carico provocato dalla neve sulle coperture. Tale carico è stato valutato considerando che:

- Brindisi si trova ad una quota sul livello del mare di circa 30 m
- L'area dove sarà realizzato l'impianto fotovoltaico è un'area pianeggiante non ostruita ed esposta su tutti i lati pertanto il coefficiente di esposizione è pari a 0,9

- L'area appartiene ad una classe topografica normale pertanto il coefficiente topografico è pari a 1.

Per quanto riguarda il coefficiente di forma delle coperture, il carico della neve è stato determinato con riferimento alle condizioni più gravose. In particolare, avendo i moduli fotovoltaici in oggetto un'inclinazione variabile da -60° a $+60^\circ$, il calcolo è stato eseguito considerando il modulo con un'inclinazione pari a 0° (posizione A in Figura 7). Sulla base di tali considerazioni, e utilizzando la relazione di Figura 6, è stato ottenuto un valore del carico neve pari a $0,43 \text{ kN/m}^2$. Tale carico è stato applicato sulla trave come un carico uniformemente distribuito pari a:

$$0,43 \times 7.8 = 3,35 \text{ kN/m}$$

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t \quad [3.4.1]$$

dove:

q_{sk} è il valore di riferimento del carico della neve al suolo, di cui al § 3.4.2;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura, di cui al § 3.4.3;

C_E è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.4;

C_t è il coefficiente termico di cui al § 3.4.5.

Figura 6. Espressione per il calcolo del carico provocato dalla neve sulle coperture.

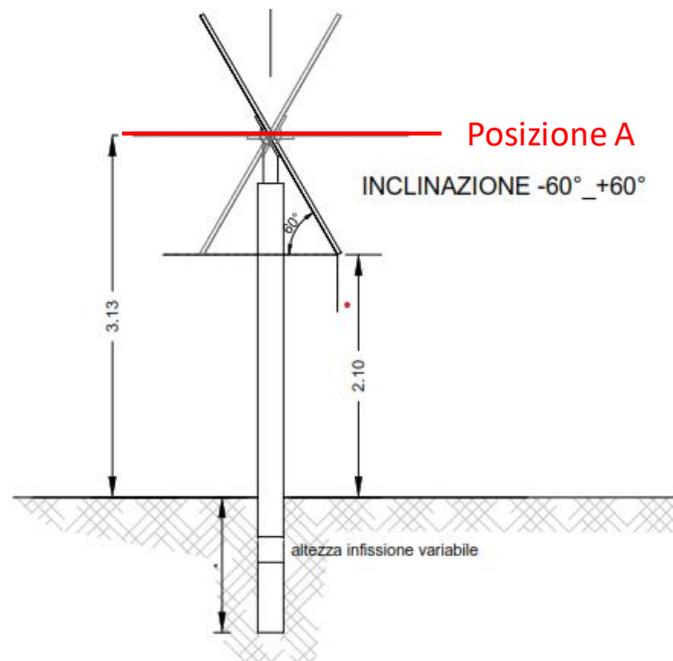


Figura 7. Particolare del modulo fotovoltaico e della struttura monopalo.

5.3 AZIONE DEL VENTO

Anche l'azione del vento è stata calcolata in base a quanto prescritto nel capitolo 3 delle Norme Tecniche delle Costruzioni del 2018. Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. L'azione del vento è stata valutata a partire da una velocità di riferimento, che dipende tra le altre cose dalla zona in cui sorge l'impianto, amplificata per effetto dei coefficienti di esposizione, di pressione e dinamico. In particolare, è stata considerata un'altitudine sul livello del mare pari a 40 m, tempo di ritorno di 50 anni, classe di rugosità D, inclinazione della falda pari a 0°, coefficienti dinamici e topografici pari a 1. Sulla base di tali parametri, e sulla base dell'espressione riportata in Figura 8, sono state calcolate le pressioni esercitate dal vento applicate sulla struttura come descritto nel seguito. In particolare sono state ipotizzate 2 condizioni di carico in cui si è ipotizzato il vento agente in direzione x con due versi opposti (Figure 9a e 9b). Per tale configurazione, nella stessa Figura sono riportate le pressioni agenti su ciascun elemento strutturale. Tali pressioni sono state poi moltiplicate per la lunghezza di ciascun elemento in modo da ottenere il carico uniformemente distribuito da applicare alla trave e ai pali. Per valutare l'azione del vento è stata considerata un'altra condizione di carico in cui si è ipotizzata l'azione del vento agente in direzione y. La Figura 10 riporta le pressioni agenti sulla struttura quando il vento agisce in questa direzione. Da questa Figura si può osservare che l'unica pressione presente agisce sulla trave. Infatti, le pressioni tangenziali agenti sui pali in acciaio si trascurano come indicato dalla normativa per strutture di queste dimensioni.

3.3.4. PRESSIONE DEL VENTO

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$P = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d \quad [3.3.4]$$

dove

q_r è la pressione cinetica di riferimento di cui al § 3.3.6;

c_e è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.3.7;

c_p è il coefficiente di pressione di cui al § 3.3.8;

c_d è il coefficiente dinamico di cui al § 3.3.9.

Figura 8. Espressione per il calcolo della pressione esercitata dal vento

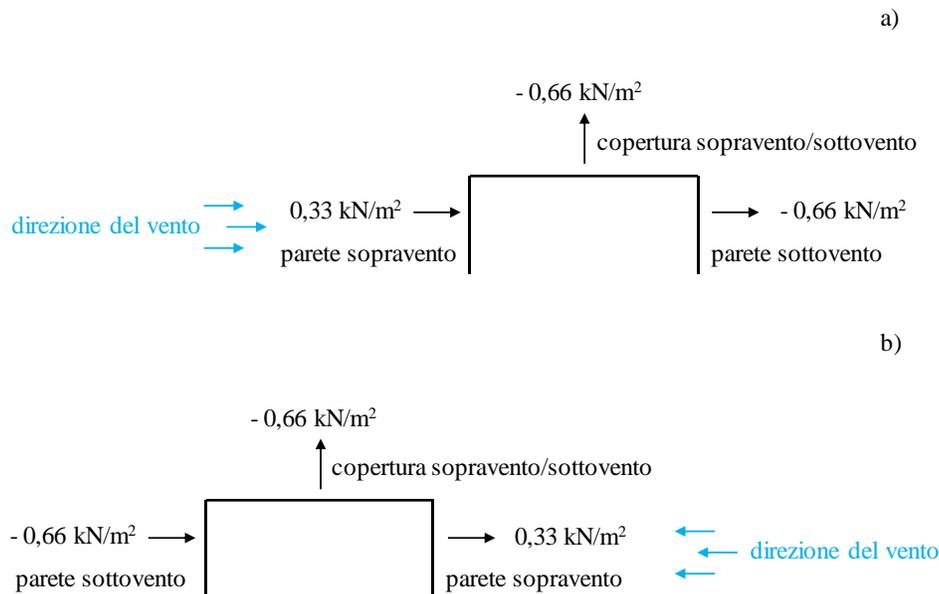


Figura 9. Pressioni agenti sulle strutture per il caso in cui il vento agisce in direzione x.

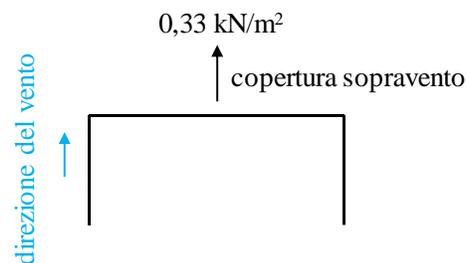


Figura 10. Pressioni agenti sulle strutture per il caso in cui il vento agisce in direzione y.

5.4 AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Le Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018 prescrivono di progettare e verificare le strutture anche in condizioni sismiche. A tale scopo, tra le azioni da applicare alle strutture, vanno considerate anche le azioni sismiche. Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito in oggetto dalla quale poi si ricava la risposta sismica locale in funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche. Come è noto, per analizzare il comportamento di una struttura anche in condizioni dinamiche, bisogna far riferimento agli spettri di risposta. Le forme spettrali, sono definite per ciascuna provabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento VR, a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti ad un sito di riferimento rigido:

- ag accelerazione orizzontale massima al sito;

- Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T*c valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori di ag, Fo e T*c si ricavano dagli allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29.

Nella Tabella 5 sono riportati i valori di ag, Fo e Tc* per gli stati limite definiti dalla normativa e per l'area oggetto dell'intervento. Come si può osservare dalla tabella, la normativa individua quattro stati limite e li raggruppa in due categorie (Stati limite di esercizio e stati limite ultimi). A ciascun stato limite viene associata una probabilità di superamento P_{Vr}.

Ricavati i parametri dell'azione sismica con riferimento all'ipotesi di sito di riferimento rigido per ciascuno stato limite, bisogna valutare come le condizioni stratigrafiche e topografiche possano determinare una modifica delle onde sismiche. Per tener conto di questo aspetto la normativa identifica cinque categorie di sottosuolo (Tabella 6) e quattro categorie topografiche (Tabella 7).

LITOLOGIA PREVALENTE: **Sabbie argillose** CLASSE D'USO: **4** VITA NOMINALE: **50 ANNI**
 CATEGORIA TOPOGRAFICA: **T1** PERIODO DI RIFERIMENTO: **50 ANNI**
 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO: **C**

TABELLA 5. VALORI DELL'AZIONE SISMICA CON RIFERIMENTO AD UN SITO RIGIDO.

| | | Probab. Sup. P_{Vr} (%) | TR (anni) | ag (g) | F₀ | T_c* (s) |
|----------------------------------|------------|--|----------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| stati limite di esercizio | SLO | 81 | 60 | 0,019 | 2,305 | 0,217 |
| | SLD | 63 | 101 | 0,025 | 2,306 | 0,312 |
| stati limite ultimi | SLV | 10 | 949 | 0,054 | 2,599 | 0,511 |
| | SLC | 5 | 1975 | 0,057 | 2,599 | 0,531 |

L'area oggetto di studio è caratterizzata da un sottosuolo di categoria C con caratteristiche topografiche che ricadono nella categoria T1. Il parametro correttivo che consente di passare dalle condizioni ideali di sottosuolo rigido a quelle reali prende il nome di coefficiente S ed è definito come:

$$S = S_S \cdot S_T$$

S_S = coefficiente di amplificazione stratigrafica, dipende dalla categoria di sottosuolo e dai parametri F₀ e ag (cfr. Tab. 3.2.IV NTC 2018);

S_T = coefficiente di amplificazione topografica, dipende dalla categoria topografica (cfr. Tab. 3.2.V NTC 2018).

Tabella 6. Categorie di sottosuolo

Tab. 3.2.II-Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|---|
| A | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i> |
| B | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i> |
| C | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i> |
| D | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i> |
| E | <i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i> |

Tabella 7. Categorie topografiche

Tab. 3.2.III-Categorie topografiche

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|--|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ < i \leq 30^\circ$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ |

Come mostra la Tabella 8, per un sottosuolo di categoria T1 il coefficiente $S_T = 1$. Per determinare invece il coefficiente S_s bisogna adottare la formula riportata in Tabella 9 per un sottosuolo di categoria C. Ovviamente l'amplificazione deve essere effettuata per tutti gli stati limite considerati. Tali operazioni sono eseguite di default dal programma una volta inserite le categorie stratigrafiche e topografiche del sottosuolo.

Tabella 8. Valori coefficiente di amplificazione topografica S_T

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento | S_T |
|-----------------------|---|-------|
| T1 | - | 1,0 |
| T2 | In corrispondenza della sommità del pendio | 1,2 |
| T3 | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30° | 1,2 |
| T4 | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30° | 1,4 |

Tabella 9. Valori coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_S e di C_C

| Categoria sottosuolo | S_S | C_C |
|----------------------|---|------------------------------|
| A | 1,00 | 1,00 |
| B | $1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$ | $1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$ |
| C | $1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$ | $1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$ |
| D | $0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$ | $1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$ |
| E | $1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$ | $1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$ |

6 COMBINAZIONI DI CALCOLO

Le azioni appena definite sono state combinate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come consentito dalle norme vigenti.

Per gli stati limite ultimi sono state adottate le combinazioni del tipo:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (1)$$

dove:

G_1 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);

G_2 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

P rappresenta pretensione e precompressione;

Q azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo;

- di lunga durata: agisce con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
- di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;

Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i -esima azione variabile;

$\gamma_g, \gamma_q, \gamma_p$ coefficienti parziali come definiti nella tabella 2.6.I del DM 17 gennaio 2018 riportati in Tabella 8.

ψ_{0i} sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

Le combinazioni risultanti sono state determinate a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico elementare: ciascuna condizione di carico accidentale, a rotazione, è stata considerata sollecitazione di base (Q_{k1} nella formula precedente).

Come detto in precedenza, oltre alle sollecitazioni derivanti dalle generiche condizioni di carico statiche, devono essere considerate anche le sollecitazioni derivanti dal sisma. L'azione sismica va combinata con le altre azioni secondo la seguente relazione:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

dove:

E eventuale azione sismica per lo stato limite e per la classe di importanza in esame;

G_1 rappresenta peso proprio di tutti gli elementi strutturali;

G_2 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

P rappresenta pretensione e precompressione;

ψ_{2i} coefficiente di combinazione delle azioni variabili Q_i ;

Q_{ki} valore caratteristico dell'azione variabile Q_i .

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_K + \sum_i (\psi_{2i} \cdot Q_{ki}).$$

Tabella 10- Tab. 6.2.I. Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

| | Effetto | Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E) | EQU | (A1) | (A2) |
|---|-------------|---|-----|------|------|
| Carichi permanenti G_1 | Favorevole | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | Sfavorevole | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Carichi permanenti G_2 ⁽¹⁾ | Favorevole | γ_{G2} | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Azioni variabili Q | Favorevole | γ_Q | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G3}

Tabella 11 - Tab. 6.2.II. Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

| Parametro | Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale | Coefficiente parziale γ_M | (M1) | (M2) |
|--|---|----------------------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \varphi'_k$ | $\gamma_{\varphi'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Coesione efficace | c'_k | γ_c | 1,0 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | c_{uk} | γ_{cu} | 1,0 | 1,4 |
| Peso dell'unità di volume | γ_γ | γ_γ | 1,0 | 1,0 |

Tabella 12 - Tab. 6.4.II. Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

| Resistenza | Simbolo | Pali infissi | Pali trivellati | Pali ad elica continua |
|--------------------------|---------------|--------------|-----------------|------------------------|
| | γ_R | (R3) | (R3) | (R3) |
| Base | γ_b | 1,15 | 1,35 | 1,3 |
| Laterale in compressione | γ_s | 1,15 | 1,15 | 1,15 |
| Totale ⁽¹⁾ | γ | 1,15 | 1,30 | 1,25 |
| Laterale in trazione | γ_{st} | 1,25 | 1,25 | 1,25 |

⁽¹⁾ da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Le verifiche strutturali e geotecniche, come definite al punto 2.6.1 del D.M. 14 gennaio 2018, sono state effettuate con l'Approccio 2 definito sinteticamente come (A1+M1+R3). In particolare, le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 definiti nella tabella 6.2.I del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabella 10); i valori di resistenza del terreno sono stati considerati al loro valore caratteristico (coefficienti M1 della tabella 2.6.II tutti unitari, Tabella 11) e i valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per R3 nelle verifiche di tipo GEO (Tabella 12). In particolare, per il calcolo delle strutture in oggetto, sono state considerate 29 combinazioni di carico per le verifiche

allo stato limite ultimo, 3 per le verifiche per lo stato limite di esercizio e 16 per lo stato limite di danno. Tra le combinazioni considerate per le verifiche allo stato limite ultimo, 13 sono combinazioni “statiche” e 16 “dinamiche”. Le 13 combinazioni statiche sono state considerate al fine di amplificare con i diversi coefficienti le diverse condizioni definite per i carichi variabili da neve e da vento. La Tabella 13 riporta il riepilogo delle combinazioni di carico e dei coefficienti amplificativi considerati.

Tabella 13. Combinazioni e coefficienti amplificativi utilizzati per le verifiche.

| Condizione di carico | combinazioni di carico | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Peso proprio | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| Peso moduli fotovoltaici | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Carico neve | 1,5 | - | - | - | - | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Vento dir.x positiva | - | 1,5 | - | - | - | 0,9 | - | - | - | 1,5 | - | - | - |
| Vento dir.x negativa | - | - | 1,5 | - | - | - | 0,9 | - | - | - | 1,5 | - | - |
| Vento dir.y positiva | - | - | - | 1,5 | - | - | - | 0,9 | - | - | - | 1,5 | - |
| Vento dir.y negativa | - | - | - | - | 1,5 | - | - | - | 0,9 | - | - | - | 1,5 |

7 VERIFICHE GEOTECNICHE

Come detto nei capitoli precedenti, le fondazioni delle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici saranno costituite da pali in acciaio con profilo ad Omega 155x120 mm. Tali pali dovranno essere infissi nel terreno per la profondità di 1,5 m mediante un processo di battitura del palo. In accordo con le NTC2018, per i pali le verifiche geotecniche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2 mediante la combinazione (A1+M1+R3). In tale approccio le azioni e i parametri geotecnici del terreno vengono considerati con il loro valore caratteristico senza applicare nessun coefficiente parziale, mentre per le resistenze si applicano i coefficienti parziali relativi al gruppo R3. In questo capitolo si mostrano i risultati delle verifiche geotecniche a carico limite verticale dei pali e a sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione per lo stato limite ultimo considerato.

7.1 VERIFICA A CARICO LIMITE NEI RIGUARDI DEI CARICHI ASSIALI

Per determinare la capacità portante dei pali, e successivamente effettuare la verifica a carico limite nei riguardi dei carichi assiali, si segue la trattazione teorica del carico limite dei pali di fondazione. Ai fini

del calcolo, il carico limite ultimo di un palo Q_{lim} viene convenzionalmente suddiviso in due aliquote, la resistenza alla punta P_{lim} e la resistenza laterale S_{lim} :

$$Q_{lim} = P_{lim} + S_{lim}$$

dove:

P_{lim} è la resistenza alla punta che risulta pari a:

$$\frac{\pi d^2}{4} p$$

dove:

- d = diametro del palo
- p = resistenza unitaria alla punta del palo singolo

S_{lim} è la resistenza laterale che risulta pari a:

$$\pi d \int_0^L s(z) dz$$

dove:

- $s(z)$ = resistenza unitaria laterale alla generica profondità

Per determinare la resistenza alla punta P_{lim} bisogna stimare per prima cosa la resistenza unitaria alla punta p :

$$p = N_q \cdot \sigma'_{v,z=L} + N_c c$$

Tenendo conto che il palo sarà infisso in un sottosuolo in cui i primi metri sono caratterizzati da una coesione praticamente nulla, la relazione precedente si semplifica in:

$$p = N_q \cdot \sigma'_{v,z=L}$$

dove:

$$\sigma'_{vz} = \gamma * L/2 = 16.5 * 1.5/2 = 12.37 \text{ kN/m}^2$$

γ = peso dell'unità di volume (kN/m³)

L = lunghezza di infissione del palo (m)

Mentre il coefficiente N_q si ricava dalle curve di Berezantev et al. 1961 riportate in Figura 11. Entrando in questo diagramma con il valore di φ calcolato pari a 31° ottenuto dalla seguente relazione valida per pali

battuti:

$$\phi_{cal} = (\phi + 40^\circ)/2 \text{ per pali battuti}$$

e considerando il rapporto L/D (lunghezza d'infissione del palo/diametro) si ottiene un coefficiente Nq pari a 31.

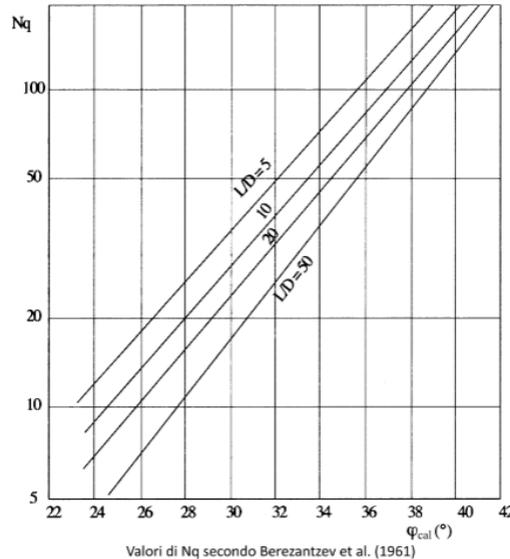


Figura 11. Valori del coefficiente Nq secondo Berezantzev et al., 1961.

Determinato il coefficiente Nq, sulla base della relazione precedente, si ricava un valore della resistenza unitaria alla punta pari a:

$$p = 12,7 * 31 = 393 \text{ kN/m}^2$$

Determinata la resistenza unitaria alla punta, la resistenza alla punta limite risulta pari a:

$$P_{lim} = \frac{\pi d^2}{4} p$$

$$P_{lim} = ((3.14 * (0,12)^2) / 4) * 393 = 4,44 \text{ kN}$$

La resistenza limite laterale S_{lim} si ricava invece a partire dalla resistenza unitaria alla punta $s(z)$ determinata a partire dalla seguente relazione:

$$s = \mu * k * \sigma'_{vz}$$

In particolare, nel caso in esame, i pali attraverseranno terreni sabbiosi (incoerenti), e quindi di elevata permeabilità, pertanto l'analisi deve essere svolta con riferimento alle condizioni drenate e quindi in

termini di tensioni efficaci. Pertanto, per la stima di S_{lim} si applica il metodo β in cui la tensione limite s è valutata come definito in precedenza. Per determinare i coefficienti μ e k si è fatto riferimento alla Tabella 14 che definisce i valori di tali parametri in funzione del tipo di palo e del tipo di terreno. Per il caso in esame, trattandosi di pali in acciaio battuti in un sottosuolo denso i coefficienti saranno pari a:

- $K(D) = 1$
- $\mu = 0,36$

Come detto in precedenza, i pali saranno infissi per una profondità di 1,5 m pertanto si avrà che la tensione verticale efficace iniziale σ'_{vz} , prima della realizzazione del palo sarà pari a:

$$\sigma'_{vz} = \gamma * L/2 = 16.5 * 1.5/2 = 12.37 \text{ kN/m}^2$$

- γ = peso di volume
- L = lunghezza di infissione del palo

A partire dalla tensione verticale efficace, definiti i coefficienti μ e k , è possibile determinare la tensione limite s che risulterà pari a:

$$s = \mu * k * \sigma'_{v0} = 0.36 * 1 * 12.37 = 3,11 \text{ kN/m}^2$$

Integrando poi l'espressione di s tra 0 e L (lunghezza di infissione del palo pari a 1,5 m), si ottiene la seguente espressione della resistenza laterale del palo che risulta pari a:

$$S_{lim} = (s * L^2) / 2 = 3,50 \text{ kN}.$$

Determinate le due resistenze limite, come detto in precedenza, il carico limite ultimo di un palo singolo è pari alla somma delle due aliquote. Pertanto si avrà che:

$$Q_{lim} = P_{lim} + S_{lim} = 4,44 + 3,5 = 7,94 \text{ kN}$$

La resistenza caratteristica del palo così determinata, sulla base di quanto indicato dalla normativa per l'approccio 2 seguito, deve essere ridotta per un coefficiente pari a 1,15 (coefficiente da utilizzare per ridurre la resistenza in compressione per un palo infisso come riportato nella tabella 6.4.II della NTC2018). Per effetto di tale riduzione il carico limite ultimo di progetto risulterà pari a:

$$Q_{lim} = 7,94 / 1,15 = 6,9 \text{ kN}$$

Il carico di esercizio invece agente sui pali, ottenuto con il software MasterSap, e da considerare con il suo valore caratteristico. In particolare, tale carico è rappresentato dallo sforzo normale N_{ed} agente sui pali in direzione assiale ed è pari a:

$$N_{ed} = Q_{es} = 6 \text{ kN}$$

Pertanto, confrontando le resistenze di progetto con le azioni di progetto, si ha che $Q_{lim} > Q_{es}$ e quindi la verifica a carico limite nei riguardi dei carichi assiali risulta soddisfatta.

Tabella 14: Valori di k e μ in funzione del tipo di palo e del terreno

| Tipo di palo | K | | μ |
|--|------------|------------|--------------------|
| | (Dr = 25%) | (Dr = 75%) | |
| Batt. tubo acc. chiuso | 1,0 | 2,0 | 0,36 |
| Batt. Cls prefabbricato | 1,0 | 2,0 | $\tan(0,75 \phi')$ |
| Batt. Cls gettato | 1,0 | 3,0 | $\tan(\phi')$ |
| Trivellato | 0,5 | 0,4 | $\tan(\phi')$ |
| Elica continua | 0,7 | 0,9 | $\tan(\phi')$ |
| Valori di K e μ per il metodo β in terreni in grana grossa | | | |

7.2 VERIFICA A CARICO LIMITE NEI RIGUARDI DEI CARICHI ORIZZONTALI

Per quanto riguarda la verifica a carico limite nei riguardi dei carichi orizzontali, si fa riferimento alla Teoria di Broms del 1964. In particolare, per un sottosuolo incoerente come quello in oggetto, la pressione laterale limite si ricava a partire dalla seguente relazione:

$$p_{lim} = 3K_p \sigma'_v \text{ (Broms 1964)}$$

dove:

$$K_p = (1 + \tan \phi') / (1 - \tan \phi')$$

Pressione laterale limite che, come si può osservare dalla Figura 11, ha un andamento triangolare con valore nullo in corrispondenza del piano campagna e valore massimo ad una profondità pari alla lunghezza d'infissione del palo (1,5 m).

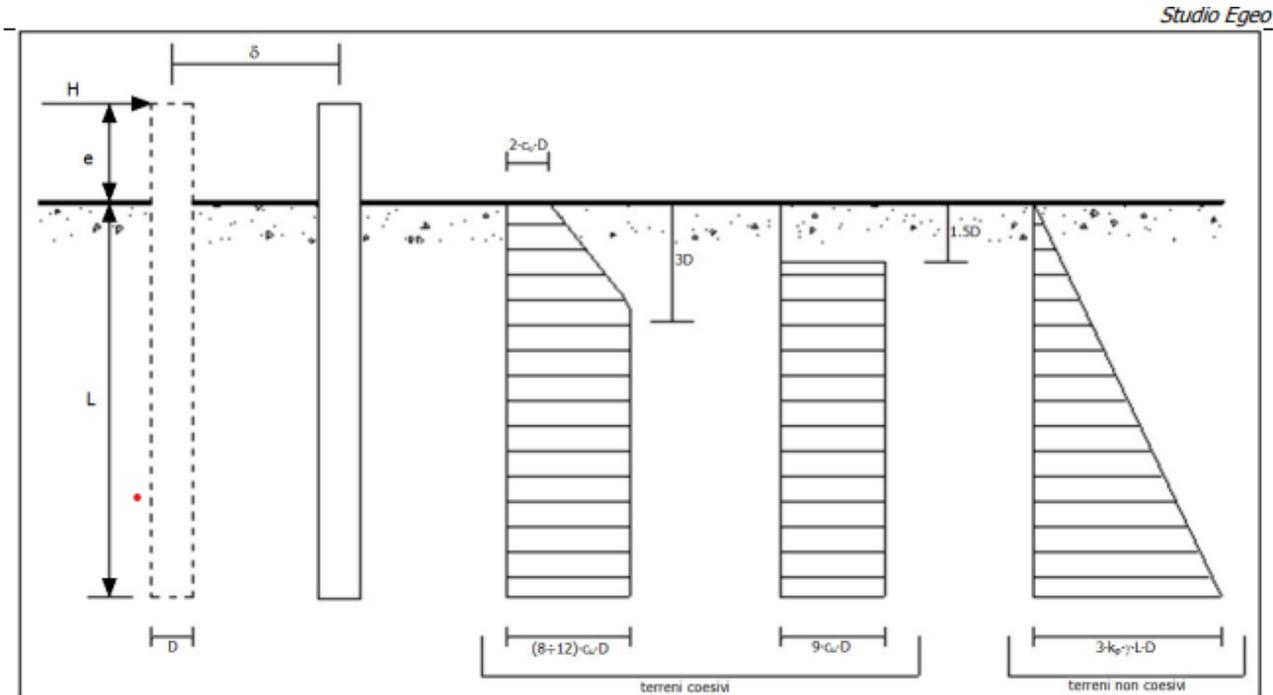


Figura 11. Andamento della resistenza del terreno secondo la teoria di Broms.

Per ricavare la pressione laterale limite bisogna ricavare per prima cosa il coefficiente K_p . Per il sottosuolo considerato, essendo l'angolo d'attrito pari a 23° , il coefficiente K_p risulta pari a 2,27. Determinato il coefficiente K_p e sulla base della σ'_{vz} determinata precedentemente e pari a $12,37 \text{ kN/m}^2$ si ottiene un p_{lim} pari a:

$$p_{lim} = 3 * 2,27 * 12,37 = 84,24 \text{ kN/m}^2$$

Determinata la pressione laterale limite, il carico limite ultimo caratteristico nei riguardi dei carichi orizzontali è pari a:

$$P_{lim} = p_{lim} * L \text{ (lunghezza d'infissione palo)} * D \text{ (diametro del palo)} = 84,24 * 1,5 * 0,12 = 15,16 \text{ kN}$$

Sulla base di quanto prescritto dalla normativa, per determinare il carico limite ultimo di progetto nei riguardi dei carichi orizzontali, la resistenza caratteristica appena determinata deve essere ridotta per un coefficiente pari a 1,25 (coefficiente da utilizzare per ridurre la resistenza laterale in trazione per un palo infisso come riportato nella tabella 6.4.II della NTC2018). Per effetto di tale riduzione la resistenza laterale di progetto risulterà pari a:

$$P_{lim} = 15,16 / 1,25 = 12,13 \text{ kN.}$$

Per effettuare la verifica nei riguardi dei carichi orizzontali bisogna ovviamente definire le azioni orizzontali di progetto. Anche in questo caso le azioni orizzontali agenti sui pali in acciaio sono state ottenute con il software MasterSap. Tali azioni, come descritto per l'approccio utilizzato per le verifiche devono essere considerate con il loro valore caratteristico senza applicare nessun coefficiente di riduzione. Pertanto, lo sforzo orizzontale agente è pari a:

$$N_{ed} = Q_{es} = 6 \text{ kN}$$

Pertanto, confrontando le resistenze di progetto con le azioni di progetto, si ha che $P_{lim} > Q_{es}$ e quindi la verifica nei riguardi dei carichi orizzontali risulta soddisfatta.

Nelle pagine seguenti è riportato il fascicolo di calcolo estratto dal software MasterSap in cui vengono illustrati i risultati di tutte le verifiche eseguite per gli elementi strutturali.

8. FASCICOLO DI CALCOLO

AMV s.r.l.

**Via San Lorenzo, 106 Tel. 0481/779903
34077 Ronchi dei Legionari (GO)**

Lavoro: **Progetto Pannelli Brindisi** Intestazione lavoro: **MasterSap Versione Freeware**
 Elemento: **TRAVE** Metodo di verifica: **Eurocodice 3 - NTC 2018**
 Gruppo: **1** Descrizione: **Travi**
 Tabella: **Tabella travi** Struttura: **Nuova**
 Tipo acciaio: **S 420**
 Coeff. riduzione dell'area: **0.000** Tipologia sismica: **Senza prescrizioni aggiuntive**
 γ_{M0} : **1.050** γ_{M1} : **1.050** $\gamma_{M1'}$: **1.050** γ_{M2} : **1.250** γ_{rv} : **0.000** γ_{M0} Pf: **1.000** γ_{M1} Pf: **1.000**
 Tipo collegamento: **bullonato** Connessione su due lati

ASTA NUM. 1 NI 4 NF 6 Lungh. 781.8 cm SEZ. 1 Pf RETTANGOLARI 140x100x 3.5

categoria: p.p. y Permanente Neve qy tot.
 qy medio: 0.12 0.29 3.35 3.76 kN/m

Famiglia: S 420
 Materiale: S 420
 fy: 420.0000 fu: 500.0000
 Area lorda: 1620.0001
 Area utile: 1620.0001
 Area netta: 1620.0001
 Wely: 0.0000 Welz: 0.0000
 Wply: 0.0000 Wplz: 0.0000
 h: 140.0000 b: 100.0000
 c: 100.0000 d: 140.0000
 tf: 3.5000 tw: 3.5000
 t1: 3.5000 t2: 3.5000
 t: 3.5000
 raggio = 10.0000 raggio ala = 5.0000
 inclinaz. = 0.0000

Sollecitazioni di calcolo e di verifica Indici <= 1 : VERIFICATO

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|--------|--------|--------|-------|--------|---------|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |
| 1 | 0 | -0.000 | 21.980 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -25.110 | -- | 0.09 | 0.00 | 0.91 | |

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
 ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 568.4000 Avz: 406.0000 Mx resist. 0.0000
 Classificazione
 c/tf: 28.5714
 alfa: 0.0000
 d/tw: 40.0000
 Epsilon: 0.7480
 psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
 Classe: 4

Area eff.: 1455.0000
 eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
 eNy : 0.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N
 Nc,Rd: 611100.0000
 Nb,Rd: 0.0000
 Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T
 Vply_Rd: 238727.9844 Vplz_Rd: 170520.0000
 Mx agg.: 0.0000
 VplyTEd_Rd: 238727.9844 VplzTEd_Rd: 170520.0000
 rhoy: 0.0000 rhoz: 0.0000
 EnneS: 0.0000
 limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
 Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

Mny,Rd: 0.0000 Mnvz,Rd: 0.0000
Mcy,Rd: 20301418.0000 Mcz,Rd: 27487724.0000
Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.9135

Indici
I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0921
I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.9135

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: 40.0000

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|------|
| -- | -- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| | cm | | kN | | | kN*m | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|---|--------|--------|--------|-------|--------|---------|----|------|------|------|--|
| 48 | 0 | -0.000 | 14.120 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -16.130 | -- | 0.06 | 0.00 | 0.59 | |
|----|---|--------|--------|--------|-------|--------|---------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 568.4000 Avz: 406.0000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/xf: 28.5714
alfa: 0.0000
d/tw: 40.0000
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1455.0000
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : 0.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N
Nc,Rd: 611100.0000
Nb,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd: 238727.9844 Vplz_Rd: 170520.0000
Mx agg.: 0.0000
VplyTEd_Rd: 238727.9844 VplzTEd_Rd: 170520.0000
rhou: 0.0000 rhoz: 0.0000
EnneS: 0.0000
limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
Mny,Rd: 0.0000 Mnvz,Rd: 0.0000
Mcy,Rd: 20301418.0000 Mcz,Rd: 27487724.0000
Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.5868

Indici
I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0591
I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.5868

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: 40.0000

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|-------|----|----|-------|----|----|--------|--------|--------|-------|------|
| -- | -- | ----- | | | ----- | | | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

1 391 -0.000 0.000 0.000 0.000 -0.000 17.844 -- 0.00 0.00 0.65

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 568.4000 Avz: 406.0000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/TF: 28.5714
alfa: 0.0000
d/tw: 40.0000
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1455.0000
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : 0.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N

Nc,Rd: 611100.0000
Nb,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T

Vply_Rd: 238727.9844 Vplz_Rd: 170520.0000
Mx agg.: 0.0000
VplyTEd_Rd: 238727.9844 VplzTEd_Rd: 170520.0000
rhou: 0.0000 rhoz: 0.0000
EnneS: 0.0000 limite az: 0.0000
limite ay: 0.0000 Mplz: 0.0000
Mply: 0.0000 Mnvz,Rd: 0.0000
Mnvy,Rd: 0.0000 Mcz,Rd: 27487724.0000
Mcy,Rd: 20301418.0000 Mvz_Rd: 0.0000
Mvy_Rd: 0.0000 Mp_link: 0.0000
Vp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.6492

Indici

I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0000
I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.6492

ANIMA NON IRRIGIDITA

d/tw: 40.0000

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|-------|----|----|-------|----|----|--------|--------|--------|-------|------|
| -- | -- | ----- | | | ----- | | | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

48 391 -0.000 0.000 0.000 0.000 -0.000 11.468 -- 0.00 0.00 0.42

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 568.4000 Avz: 406.0000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/TF: 28.5714
alfa: 0.0000
d/tw: 40.0000
Epsilon: 0.7480

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

```

psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1455.0000
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : 0.0000 Wz eff.: 0.0000
Verifica a N
Nc,Rd: 611100.0000
Nb,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd: 238727.9844 Vplz_Rd: 170520.0000
Mx agg.: 0.0000
VplyTEd_Rd: 238727.9844 VplzTEd_Rd: 170520.0000
rhou: 0.0000 rhoz: 0.0000
EnneS: 0.0000
limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
Mnvy,Rd: 0.0000 Mn vz,Rd: 0.0000
Mcy,Rd: 20301418.0000 Mcz,Rd: 27487724.0000
Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.4172

Indici
I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0000
I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.4172

```

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: 40.0000

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|--------|---------|-------|-------|--------|---------|----|------|------|------|--|
| 1 | 782 | -0.000 | -21.980 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -25.110 | -- | 0.09 | 0.00 | 0.91 | |
|---|-----|--------|---------|-------|-------|--------|---------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

```

Avy: 568.4000 Avz: 406.0000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/TF: 28.5714
alfa: 0.0000
d/tw: 40.0000
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

```

```

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1455.0000
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : 0.0000 Wz eff.: 0.0000
Verifica a N
Nc,Rd: 611100.0000
Nb,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd: 238727.9844 Vplz_Rd: 170520.0000
Mx agg.: 0.0000
VplyTEd_Rd: 238727.9844 VplzTEd_Rd: 170520.0000
rhou: 0.0000 rhoz: 0.0000
EnneS: 0.0000

```

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

```

limite ay:      0.0000      limite az:      0.0000
Mply:          0.0000      Mplz:          0.0000
Mnvy,Rd:       0.0000      Mn vz,Rd:      0.0000
Mcy,Rd:        20301418.0000      Mcz,Rd:        27487724.0000
Mvy_Rd:        0.0000      Mvz_Rd:        0.0000
Vp_link:       0.0000      Mp_link:       0.0000
OmegaI:        0.0000
Ris. N,M,V:    0.9135
  
```

```

Indici
I.T. SOLO torsione:      0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0921
I.R.n Nc,Rd:             0.0000
I.R.n Nu,Rd:             0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V:             0.9135
  
```

```

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw:      40.0000
  
```

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|-----|--------|---------|-------|-------|--------|---------|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | | kN | | | kN*m | | | | | | |
| 48 | 782 | -0.000 | -14.120 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -16.130 | -- | 0.06 | 0.00 | 0.59 | |

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

```

Avy:      568.4000      Avz:      406.0000      Mx resist.      0.0000
Classificazione
c/TF:     28.5714
alfa:     0.0000
d/tw:     40.0000
Epsilon:  0.7480
psi:      0.0000
  
```

```

Classe ala:      4      Classe anima:      4
Classe:          4
  
```

```

Area eff.:      1455.0000
eNz :           0.0000      Wy eff.:          0.0000
eNy :           0.0000      Wz eff.:          0.0000
  
```

```

Verifica a N
Nc,Rd:      611100.0000
Nb,Rd:      0.0000
Nvy,Rd:     0.0000      Nvz,Rd:          0.0000
  
```

```

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd:     238727.9844      Vplz_Rd:         170520.0000
Mx agg.:     0.0000
VplyTED_Rd:  238727.9844      VplzTED_Rd:      170520.0000
rhoY:        0.0000      rhoz:            0.0000
EnneS:       0.0000
limite ay:   0.0000      limite az:       0.0000
Mply:        0.0000      Mplz:            0.0000
Mnvy,Rd:     0.0000      Mn vz,Rd:        0.0000
Mcy,Rd:      20301418.0000      Mcz,Rd:          27487724.0000
Mvy_Rd:      0.0000      Mvz_Rd:          0.0000
Vp_link:     0.0000      Mp_link:         0.0000
OmegaI:      0.0000
Ris. N,M,V:  0.5868
  
```

```

Indici
I.T. SOLO torsione:      0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0591
I.R.n Nc,Rd:             0.0000
I.R.n Nu,Rd:             0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V:             0.5868
  
```

```

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw:      40.0000
  
```

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|-------|----|----|-------|----|----|--------|--------|--------|-------|------|
| -- | -- | ----- | | | ----- | | | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

ASTA NUM. 2 NI 5 NF 4 Lungh. 119.2 cm SEZ. 2 Pf OMEGA 155x120x50x 4.0

categoria: p.p. y qy tot.

qy medio: 0.16 0.16 kN/m

Famiglia:
 Materiale: S 420
 fy: 420.0000 fu: 500.0000
 Area lorda: 2021.9998
 Area utile: 2021.9998
 Area netta: 2021.9998
 Wely: 0.0000 Welz: 0.0000
 Wply: 0.0000 Wplz: 0.0000
 h: 155.0000 b: 115.0000
 c: 115.0000 d: 155.0000
 tf: 0.0000 tw: 0.0000
 t1: 0.0000 t2: 0.0000
 t: 0.0000
 raggio = 11.5000 raggio ala = 5.7500
 inclinaz. = 0.0000

Sollecitazioni di calcolo e di verifica Indici <= 1 : VERIFICATO

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|-------|----|----|-------|----|----|--------|--------|--------|-------|------|
| -- | -- | ----- | | | ----- | | | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--------|-------|--------|-------|-------|-------|----|------|------|------|--|
| 1 | 0 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
|---|---|--------|-------|--------|-------|-------|-------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
 ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
 Classificazione
 c/tf: inf
 alfa: 0.0000
 d/tw: inf
 Epsilon: 0.7480
 psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
 Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
 eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
 eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N

Nc,Rd: 704760.0625
 Nb,Rd: 0.0000
 Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T

Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
 Mx agg.: 0.0000
 VplyTEd_Rd: 302064.0000 VplzTEd_Rd: 214368.0156
 rhoY: 0.0000 rhoZ: 0.0000
 EnneS: 0.0000
 limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
 Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
 Mvny,Rd: 0.0000 Mnvz,Rd: 0.0000
 Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 36635432.0000
 Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
 Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
 OmegaI: 0.0000
 Ris. N,M,V: 0.0000

Indici

I.T. SOLO torsione: 0.0000
 I.V. taglio e torsione: 0.0000
 I.R.n Nc,Rd: 0.0000

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.0000

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

48 0 -0.000 0.000 -0.000 0.000 0.000 0.000 -- 0.00 0.00 0.00

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/xf: inf
alfa: 0.0000
d/tw: inf
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N

Nc,Rd: 704760.0625
Nb,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T

Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
Mx agg.: 0.0000
VplyTEd_Rd: 302064.0000 VplzTEd_Rd: 214368.0156
rhou: 0.0000 rhoz: 0.0000
EnneS: 0.0000
limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
Mnvy,Rd: 0.0000 Mnvy,Rd: 0.0000
Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 36635432.0000
Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.0000

Indici

I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0000
I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.0000

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

1 60 -0.000 -0.121 -0.000 0.000 0.000 -0.036 -- 0.00 0.00 0.00

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
 Classificazione
 c/TF: inf
 alfa: 0.0000
 d/tw: inf
 Epsilon: 0.7480
 psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
 Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
 eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
 eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N

Nc,Rd: 704760.0625
 Nb,Rd: 0.0000
 Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T

Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
 Mx agg.: 0.0000
 VplyTED_Rd: 302064.0000 VplzTED_Rd: 214368.0156
 rhoY: 0.0000 rhoZ: 0.0000
 EnneS: 0.0000
 limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
 Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
 Mvly,Rd: 0.0000 Mvly,Rd: 0.0000
 Mvy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 33209662.0000
 Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
 Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
 OmegaI: 0.0000
 Ris. N,M,V: 0.0011

Indici

I.T. SOLO torsione: 0.0000
 I.V. taglio e torsione: 0.0004
 I.R.n Nc,Rd: 0.0000
 I.R.n Nu,Rd: 0.0000
 I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
 I.R. N,M,V: 0.0011

ANIMA NON IRRIGIDITA

d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| -- | cm | kN | | | kN*m | | | -- | -- | -- | -- | |

48 60 -0.000 -0.121 -0.000 0.000 0.000 -0.036 -- 0.00 0.00 0.00

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)

ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
 Classificazione
 c/TF: inf
 alfa: 0.0000
 d/tw: inf
 Epsilon: 0.7480
 psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
 Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
 eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
 eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N

Nc,Rd: 704760.0625
 Nb,Rd: 0.0000
 Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

```

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd:      302064.0000      Vplz_Rd:      214368.0156
Mx agg.:      0.0000
VplyTEd_Rd:   302064.0000      VplzTEd_Rd:   214368.0156
rhou:         0.0000          rhoz:         0.0000
EnneS:        0.0000
limite ay:    0.0000          limite az:    0.0000
Mply:         0.0000          Mplz:         0.0000
Mnvy,Rd:      0.0000          Mnvy,Rd:      0.0000
Mcy,Rd:       25873614.0000     Mcz,Rd:       33209662.0000
Mvy_Rd:       0.0000          Mvz_Rd:       0.0000
Vp_link:      0.0000          Mp_link:      0.0000
OmegaI:       0.0000
Ris. N,M,V:   0.0011
    
```

```

Indici
I.T. SOLO torsione:      0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0004
I.R.n Nc,Rd:            0.0000
I.R.n Nu,Rd:           0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V:            0.0011
    
```

```

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw:      inf
    
```

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|-----|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|------|
| -- | -- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| | cm | | kN | | | kN*m | | | | | | |
| 1 | 119 | -0.000 | -0.241 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.144 | -- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

```

Avy:      719.2000      Avz:      510.4000      Mx resist.      0.0000
Classificazione
c/tf:      inf
alfa:      0.0000
d/tw:      inf
Epsilon:   0.7480
psi:       0.0000
    
```

```

Classe ala:      4      Classe anima:      4
Classe:          4
    
```

```

Area eff.:      1678.0001
eNz :           0.0000      Wy eff.:          0.0000
eNy :          -7.0000      Wz eff.:          0.0000
    
```

```

Verifica a N
Nc,Rd:      704760.0625
Nb,Rd:      0.0000
Nvy,Rd:      0.0000      Nvz,Rd:          0.0000
    
```

```

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd:      302064.0000      Vplz_Rd:      214368.0156
Mx agg.:      0.0000
VplyTEd_Rd:   302064.0000      VplzTEd_Rd:   214368.0156
rhou:         0.0000          rhoz:         0.0000
EnneS:        0.0000
limite ay:    0.0000          limite az:    0.0000
Mply:         0.0000          Mplz:         0.0000
Mnvy,Rd:      0.0000          Mnvy,Rd:      0.0000
Mcy,Rd:       25873614.0000     Mcz,Rd:       33209662.0000
Mvy_Rd:       0.0000          Mvz_Rd:       0.0000
Vp_link:      0.0000          Mp_link:      0.0000
OmegaI:       0.0000
Ris. N,M,V:   0.0043
    
```

```

Indici
I.T. SOLO torsione:      0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0008
    
```

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.0043

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|------|
| -- | -- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|--------|--------|--------|-------|-------|--------|----|------|------|------|--|
| 48 | 119 | -0.000 | -0.241 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.144 | -- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
|----|-----|--------|--------|--------|-------|-------|--------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/TF: inf
alfa: 0.0000
d/tw: inf
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N
Nc,Rd: 704760.0625
Nb,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
Mx agg.: 0.0000
VplyTEd_Rd: 302064.0000 VplzTEd_Rd: 214368.0156
rhoy: 0.0000 rhoz: 0.0000
EnneS: 0.0000
limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
Mnvy,Rd: 0.0000 Mnvz,Rd: 0.0000
Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 33209662.0000
Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.0043

Indici
I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0008
I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.0043

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|------|
| -- | -- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

ASTA NUM. 3 NI 4 NF 3 Lungh. 119.2 cm SEZ. 2 Pf OMEGA 155x120x50x 4.0

categoria: p.p. y qy tot.

qy medio: 0.16 0.16 kN/m

```

Famiglia:
Materiale: S 420
fy: 420.0000 fu: 500.0000
Area lorda: 2021.9998
Area utile: 2021.9998
Area netta: 2021.9998
Wely: 0.0000 Welz: 0.0000
Wply: 0.0000 Wplz: 0.0000
h: 155.0000 b: 115.0000
c: 115.0000 d: 155.0000
tf: 0.0000 tw: 0.0000
t1: 0.0000 t2: 0.0000
t: 0.0000
raggio = 11.5000 raggio ala = 5.7500
inclinaz. = 0.0000
    
```

Sollecitazioni di calcolo e di verifica Indici <= 1 : VERIFICATO

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--------|-------|--------|-------|-------|--------|----|------|------|------|--|
| 1 | 0 | -0.000 | 0.241 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.144 | -- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
|---|---|--------|-------|--------|-------|-------|--------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)

ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

```

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/tf: inf
alfa: 0.0000
d/tw: inf
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000
    
```

```

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4
    
```

```

Area eff.: 1678.0001
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000
    
```

Verifica a N

```

Nc,Rd: 704760.0625
Nb,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000
    
```

Verifica a N, M, V, T

```

Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
Mx agg.: 0.0000
VplyTEd_Rd: 302064.0000 VplzTEd_Rd: 214368.0156
rhou: 0.0000 rhov: 0.0000
EnneS: 0.0000
limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
Mnvy,Rd: 0.0000 Mnvy,Rd: 0.0000
Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 33209662.0000
Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.0043
    
```

Indici

```

I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0008
I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.0043
    
```

ANIMA NON IRRIGIDITA

d/tw: inf

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|--|----|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|------|
| -- | -- | ----- | | | ----- | | | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |
| 48 | 0 | -0.000 | 0.241 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.144 | -- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton) ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000 Classificazione c/TF: inf alfa: 0.0000 d/tw: inf Epsilon: 0.7480 psi: 0.0000 Classe ala: 4 Classe anima: 4 Classe: 4 Area eff.: 1678.0001 eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000 eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000 Verifica a N Nc,Rd: 704760.0625 Nb,Rd: 0.0000 Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000 Verifica a N, M, V, T Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156 Mx agg.: 0.0000 VplyTEd_Rd: 302064.0000 VplzTEd_Rd: 214368.0156 rhoY: 0.0000 rhoZ: 0.0000 EnneS: 0.0000 limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000 Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000 MnvY,Rd: 0.0000 Mnvz,Rd: 0.0000 Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 33209662.0000 Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000 Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000 OmegaI: 0.0000 Ris. N,M,V: 0.0043 Indici I.T. SOLO torsione: 0.0000 I.V. taglio e torsione: 0.0008 I.R.n Nc,Rd: 0.0000 I.R.n Nu,Rd: 0.0000 I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000 I.R. N,M,V: 0.0043 ANIMA NON IRRIGIDITA d/tw: inf | | | | | | | | | | | | |

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|---|----|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|------|
| -- | -- | ----- | | | ----- | | | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |
| 1 | 60 | -0.000 | 0.121 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.036 | -- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton) ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000 Classificazione c/TF: inf alfa: 0.0000 d/tw: inf Epsilon: 0.7480 | | | | | | | | | | | | |

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

```

psi:                0.0000

Classe ala:        4          Classe anima:    4
Classe:           4

Area eff.:        1678.0001
eNz :             0.0000          Wy eff.:      0.0000
eNy :            -7.0000          Wz eff.:      0.0000
Verifica a N
Nc,Rd:           704760.0625
Nb,Rd:           0.0000
Nvy,Rd:          0.0000          Nvz,Rd:       0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd:         302064.0000          Vplz_Rd:      214368.0156
Mx agg.:         0.0000
VplyTED_Rd:     302064.0000          VplzTED_Rd:  214368.0156
rhou:           0.0000          rhoz:         0.0000
EnneS:          0.0000
limite ay:      0.0000          limite az:   0.0000
Mply:           0.0000          Mplz:        0.0000
Mnvy,Rd:        0.0000          Mn vz,Rd:    0.0000
Mcy,Rd:         25873614.0000          Mcz,Rd:     33209662.0000
Mvy_Rd:         0.0000          Mvz_Rd:     0.0000
Vp_link:        0.0000          Mp_link:    0.0000
OmegaI:         0.0000
Ris. N,M,V:     0.0011

Indici
I.T. SOLO torsione:          0.0000
I.V. taglio e torsione:     0.0004
I.R.n Nc,Rd:                 0.0000
I.R.n Nu,Rd:                 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V:                  0.0011

```

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |
| 48 | 60 | -0.000 | 0.121 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.036 | -- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

```

Avy:                719.2000          Avz:          510.4000          Mx resist.      0.0000
Classificazione
c/ta:              inf
alfa:              0.0000
d/tw:              inf
Epsilon:           0.7480
psi:               0.0000

```

```

Classe ala:        4          Classe anima:    4
Classe:           4

Area eff.:        1678.0001
eNz :             0.0000          Wy eff.:      0.0000
eNy :            -7.0000          Wz eff.:      0.0000
Verifica a N
Nc,Rd:           704760.0625
Nb,Rd:           0.0000
Nvy,Rd:          0.0000          Nvz,Rd:       0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd:         302064.0000          Vplz_Rd:      214368.0156
Mx agg.:         0.0000
VplyTED_Rd:     302064.0000          VplzTED_Rd:  214368.0156
rhou:           0.0000          rhoz:         0.0000
EnneS:          0.0000
limite ay:      0.0000          limite az:   0.0000

```

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

| | | | |
|-------------|---------------|----------|---------------|
| Mply: | 0.0000 | Mplz: | 0.0000 |
| Mnvy,Rd: | 0.0000 | Mnvz,Rd: | 0.0000 |
| Mcy,Rd: | 25873614.0000 | Mcz,Rd: | 33209662.0000 |
| Mvy_Rd: | 0.0000 | Mvz_Rd: | 0.0000 |
| Vp_link: | 0.0000 | Mp_link: | 0.0000 |
| OmegaI: | 0.0000 | | |
| Ris. N,M,V: | 0.0011 | | |

Indici

| | |
|-----------------------------|--------|
| I.T. SOLO torsione: | 0.0000 |
| I.V. taglio e torsione: | 0.0004 |
| I.R.n Nc,Rd: | 0.0000 |
| I.R.n Nu,Rd: | 0.0000 |
| I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): | 0.0000 |
| I.R. N,M,V: | 0.0011 |

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|---|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| | | kN | | | kN*m | | | | | | | |
| | | cm | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|--------|-------|--------|-------|-------|-------|----|------|------|------|--|
| 1 | 119 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
|---|-----|--------|-------|--------|-------|-------|-------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

| | | | | | |
|-----------------|----------|------|----------|------------|--------|
| Avy: | 719.2000 | Avz: | 510.4000 | Mx resist. | 0.0000 |
| Classificazione | | | | | |
| c/tf: | inf | | | | |
| alfa: | 0.0000 | | | | |
| d/tw: | inf | | | | |
| Epsilon: | 0.7480 | | | | |
| psi: | 0.0000 | | | | |

| | | | |
|-------------|---|---------------|---|
| Classe ala: | 4 | Classe anima: | 4 |
| Classe: | 4 | | |

| | | | |
|------------|-----------|----------|--------|
| Area eff.: | 1678.0001 | | |
| eNz : | 0.0000 | Wy eff.: | 0.0000 |
| eNy : | -7.0000 | Wz eff.: | 0.0000 |

Verifica a N

| | | | |
|---------|-------------|---------|--------|
| Nc,Rd: | 704760.0625 | | |
| Nb,Rd: | 0.0000 | | |
| Nvy,Rd: | 0.0000 | Nvz,Rd: | 0.0000 |

Verifica a N, M, V, T

| | | | |
|-------------|---------------|-------------|---------------|
| Vply_Rd: | 302064.0000 | Vplz_Rd: | 214368.0156 |
| Mx agg.: | 0.0000 | | |
| VplyTED_Rd: | 302064.0000 | VplzTED_Rd: | 214368.0156 |
| rhoy: | 0.0000 | rhoz: | 0.0000 |
| EnneS: | 0.0000 | | |
| limite ay: | 0.0000 | limite az: | 0.0000 |
| Mply: | 0.0000 | Mplz: | 0.0000 |
| Mnvy,Rd: | 0.0000 | Mnvz,Rd: | 0.0000 |
| Mcy,Rd: | 25873614.0000 | Mcz,Rd: | 36635432.0000 |
| Mvy_Rd: | 0.0000 | Mvz_Rd: | 0.0000 |
| Vp_link: | 0.0000 | Mp_link: | 0.0000 |
| OmegaI: | 0.0000 | | |
| Ris. N,M,V: | 0.0000 | | |

Indici

| | |
|-----------------------------|--------|
| I.T. SOLO torsione: | 0.0000 |
| I.V. taglio e torsione: | 0.0000 |
| I.R.n Nc,Rd: | 0.0000 |
| I.R.n Nu,Rd: | 0.0000 |
| I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): | 0.0000 |
| I.R. N,M,V: | 0.0000 |

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|----|------|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | | kN | | | kN*m | | | | | | |

48 119 -0.000 0.000 -0.000 0.000 0.000 0.000 -- 0.00 0.00 0.00

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/TF: inf
alfa: 0.0000
d/tw: inf
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N

Nc,Rd: 704760.0625
Nb,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T

Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
Mx agg.: 0.0000
VplyTEd_Rd: 302064.0000 VplzTEd_Rd: 214368.0156
rhoy: 0.0000 rhoz: 0.0000
EnneS: 0.0000
limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
Mnvy,Rd: 0.0000 Mnvy,Rd: 0.0000
Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 36635432.0000
Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.0000

Indici

I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0000
I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.0000

ANIMA NON IRRIGIDITA

d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|----|------|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | | kN | | | kN*m | | | | | | |

ASTA NUM. 4 NI 1 NF 6 Lungh. 119.2 cm SEZ. 2 PF OMEGA 155x120x50x 4.0

categoria: p.p. y qy tot.

qy medio: 0.16 0.16 kN/m

Famiglia:

Materiale: S 420 fu: 500.0000
fy: 420.0000
Area lorda: 2021.9998
Area utile: 2021.9998
Area netta: 2021.9998
Wely: 0.0000 Welz: 0.0000

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

```

Wply:          0.0000          Wplz:          0.0000
h:             155.0000         b:             115.0000
c:             115.0000         d:             155.0000
tf:            0.0000         tw:            0.0000
tl:            0.0000         t2:            0.0000
t:             0.0000
raggio =       11.5000         raggio ala =   5.7500
inclinaz. =    0.0000
    
```

Sollecitazioni di calcolo e di verifica Indici <= 1 : VERIFICATO

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--------|-------|-------|-------|-------|-------|----|------|------|------|--|
| 1 | 0 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
|---|---|--------|-------|-------|-------|-------|-------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

```

Avy:          719.2000          Avz:          510.4000          Mx resist.          0.0000
Classificazione
c/TF:         inf
alfa:         0.0000
d/tw:         inf
Epsilon:     0.7480
psi:         0.0000
    
```

```

Classe ala:   4          Classe anima:   4
Classe:       4
    
```

```

Area eff.:    1678.0001
eNz :         0.0000          Wy eff.:          0.0000
eNy :        -7.0000          Wz eff.:          0.0000
    
```

Verifica a N

```

Nc,Rd:        704760.0625
Nb,Rd:         0.0000
Nvy,Rd:        0.0000          Nvz,Rd:          0.0000
    
```

Verifica a N, M, V, T

```

Vply_Rd:      302064.0000          Vplz_Rd:          214368.0156
Mx agg.:      0.0000
VplyTEd_Rd:   302064.0000          VplzTEd_Rd:       214368.0156
rhou:         0.0000          rhov:             0.0000
EnneS:        0.0000
limite ay:    0.0000          limite az:        0.0000
Mply:         0.0000          Mplz:             0.0000
Mnvy,Rd:      0.0000          Mnvz,Rd:          0.0000
Mcy,Rd:       25873614.0000         Mcz,Rd:           36635432.0000
Mvy_Rd:       0.0000          Mvz_Rd:           0.0000
Vp_link:      0.0000          Mp_link:          0.0000
OmegaI:       0.0000
Ris. N,M,V:   0.0000
    
```

Indici

```

I.T. SOLO torsione:          0.0000
I.V. taglio e torsione:     0.0000
I.R.n Nc,Rd:                 0.0000
I.R.n Nu,Rd:                 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V:                  0.0000
    
```

ANIMA NON IRRIGIDITA

```

d/tw:         inf
    
```

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|---|--------|-------|-------|-------|-------|-------|----|------|------|------|--|
| 48 | 0 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
|----|---|--------|-------|-------|-------|-------|-------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
 Classificazione
 c/TF: inf
 alfa: 0.0000
 d/tw: inf
 Epsilon: 0.7480
 psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
 Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
 eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
 eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N
 Nc,Rd: 704760.0625
 Nb,Rd: 0.0000
 Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T
 Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
 Mx agg.: 0.0000
 VplyTED_Rd: 302064.0000 VplzTED_Rd: 214368.0156
 rhoY: 0.0000 rhoZ: 0.0000
 EnneS: 0.0000
 limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
 Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
 Mvy,Rd: 0.0000 Mvz,Rd: 0.0000
 Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 36635432.0000
 Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
 Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
 OmegaI: 0.0000
 Ris. N,M,V: 0.0000

Indici
 I.T. SOLO torsione: 0.0000
 I.V. taglio e torsione: 0.0000
 I.R.n Nc,Rd: 0.0000
 I.R.n Nu,Rd: 0.0000
 I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
 I.R. N,M,V: 0.0000

ANIMA NON IRRIGIDITA
 d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| -- | cm | kN | | | kN*m | | | -- | -- | -- | -- | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|----|--------|--------|-------|-------|-------|--------|----|------|------|------|--|
| 1 | 60 | -0.000 | -0.121 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.036 | -- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
|---|----|--------|--------|-------|-------|-------|--------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
 ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
 Classificazione
 c/TF: inf
 alfa: 0.0000
 d/tw: inf
 Epsilon: 0.7480
 psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
 Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
 eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
 eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N
 Nc,Rd: 704760.0625
 Nb,Rd: 0.0000

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

```

Nvy,Rd:          0.0000          Nvz,Rd:          0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd:        302064.0000      Vplz_Rd:         214368.0156
Mx agg.:        0.0000
VplyTEd_Rd:    302064.0000      VplzTEd_Rd:     214368.0156
rhou:          0.0000          rhov:           0.0000
EnneS:         0.0000
limite ay:     0.0000          limite az:       0.0000
Mply:          0.0000          Mplz:           0.0000
Mnvy,Rd:       0.0000          Mn vz,Rd:        0.0000
Mcy,Rd:        25873614.0000     Mcz,Rd:         33209662.0000
Mvy_Rd:        0.0000          Mvz_Rd:         0.0000
Vp_link:       0.0000          Mp_link:        0.0000
OmegaI:        0.0000
Ris. N,M,V:   0.0011
  
```

```

Indici
I.T. SOLO torsione:          0.0000
I.V. taglio e torsione:     0.0004
I.R.n Nc,Rd:                 0.0000
I.R.n Nu,Rd:                 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V:                  0.0011
  
```

```

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw:                          inf
  
```

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|--------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|------|------|
| | | kN | | | kN*m | | | | | | | |
| | | cm | | | | | | | | | | |
| 48 | 60 | -0.000 | -0.121 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.036 | -- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

```

Avy:          719.2000          Avz:          510.4000          Mx resist.          0.0000
Classificazione
c/tf:         inf
alfa:         0.0000
d/tw:         inf
Epsilon:     0.7480
psi:         0.0000

Classe ala:   4          Classe anima:   4
Classe:       4
  
```

```

Area eff.:    1678.0001
eNz :         0.0000          Wy eff.:         0.0000
eNy :        -7.0000          Wz eff.:         0.0000
  
```

```

Verifica a N
Nc,Rd:        704760.0625
Nb,Rd:        0.0000
Nvy,Rd:       0.0000          Nvz,Rd:         0.0000
  
```

```

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd:        302064.0000      Vplz_Rd:         214368.0156
Mx agg.:        0.0000
VplyTEd_Rd:    302064.0000      VplzTEd_Rd:     214368.0156
rhou:          0.0000          rhov:           0.0000
EnneS:         0.0000
limite ay:     0.0000          limite az:       0.0000
Mply:          0.0000          Mplz:           0.0000
Mnvy,Rd:       0.0000          Mn vz,Rd:        0.0000
Mcy,Rd:        25873614.0000     Mcz,Rd:         33209662.0000
Mvy_Rd:        0.0000          Mvz_Rd:         0.0000
Vp_link:       0.0000          Mp_link:        0.0000
OmegaI:        0.0000
Ris. N,M,V:   0.0011
  
```

```

Indici
I.T. SOLO torsione:          0.0000
I.V. taglio e torsione:     0.0004
  
```

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.0011

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

```
-----
NC   x      Fx      Fy      Fz      Mx      My      Mz  Classe  I.V.T.  I.R.n.  I.R.      Nota
--   --      ---      ---      ---      ---      ---      ---  -----  -----  -----  -----
cm   cm      kN      kN      kN      kN*m    kN*m    kN*m  -----  -----  -----  -----
-----
```

1 119 -0.000 -0.241 0.000 0.000 0.000 -0.144 -- 0.00 0.00 0.00

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/tf: inf
alfa: 0.0000
d/tw: inf
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N
Nc,Rd: 704760.0625
Nb,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
Mx agg.: 0.0000
VplyTEd_Rd: 302064.0000 VplzTEd_Rd: 214368.0156
rhou: 0.0000 rhoz: 0.0000
EnneS: 0.0000 limite az: 0.0000
Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
Mnvy,Rd: 0.0000 Mnvz,Rd: 0.0000
Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 33209662.0000
Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.0043

Indici
I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0008
I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.0043

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

```
-----
NC   x      Fx      Fy      Fz      Mx      My      Mz  Classe  I.V.T.  I.R.n.  I.R.      Nota
--   --      ---      ---      ---      ---      ---      ---  -----  -----  -----  -----
cm   cm      kN      kN      kN      kN*m    kN*m    kN*m  -----  -----  -----  -----
-----
```

48 119 -0.000 -0.241 0.000 0.000 0.000 -0.144 -- 0.00 0.00 0.00

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/xf: inf
alfa: 0.0000
d/tw: inf
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N
Nc,Rd: 704760.0625
Nb,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
Mx agg.: 0.0000
VplyTEd_Rd: 302064.0000 VplzTEd_Rd: 214368.0156
rhy: 0.0000 rhoz: 0.0000
EnneS: 0.0000
limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
Mnvy,Rd: 0.0000 Mnvy,Rd: 0.0000
Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 33209662.0000
Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.0043

Indici
I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0008
I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.0043

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

ASTA NUM. 5 NI 6 NF 2 Lungh. 119.2 cm SEZ. 2 Pf OMEGA 155x120x50x 4.0

categoria: p.p. y qy tot.
qy medio: 0.16 0.16 kN/m
Famiglia:
Materiale: S 420
fy: 420.0000 fu: 500.0000
Area lorda: 2021.9998
Area utile: 2021.9998
Area netta: 2021.9998
Wely: 0.0000 Welz: 0.0000
Wply: 0.0000 Wplz: 0.0000
h: 155.0000 b: 115.0000
c: 115.0000 d: 155.0000
tf: 0.0000 tw: 0.0000
t1: 0.0000 t2: 0.0000
t: 0.0000
raggio = 11.5000 raggio ala = 5.7500
inclinaz. = 0.0000

Sollecitazioni di calcolo e di verifica Indici <= 1 : VERIFICATO

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|------|
| --- | --- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| | cm | | kN | | | kN*m | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--------|-------|--------|-------|-------|--------|----|------|------|------|--|
| 1 | 0 | -0.000 | 0.241 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.144 | -- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
|---|---|--------|-------|--------|-------|-------|--------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

| | | | | | |
|-----------------|----------|------|----------|------------|--------|
| Avy: | 719.2000 | Avz: | 510.4000 | Mx resist. | 0.0000 |
| Classificazione | | | | | |
| c/tf: | inf | | | | |
| alfa: | 0.0000 | | | | |
| d/tw: | inf | | | | |
| Epsilon: | 0.7480 | | | | |
| psi: | 0.0000 | | | | |

| | | | |
|-------------|---|---------------|---|
| Classe ala: | 4 | Classe anima: | 4 |
| Classe: | 4 | | |

| | | | |
|------------|-----------|----------|--------|
| Area eff.: | 1678.0001 | | |
| eNz : | 0.0000 | Wy eff.: | 0.0000 |
| eNy : | -7.0000 | Wz eff.: | 0.0000 |

Verifica a N

| | | | |
|---------|-------------|---------|--------|
| Nc,Rd: | 704760.0625 | | |
| Nb,Rd: | 0.0000 | | |
| Nvy,Rd: | 0.0000 | Nvz,Rd: | 0.0000 |

Verifica a N, M, V, T

| | | | |
|-------------|---------------|-------------|---------------|
| Vply_Rd: | 302064.0000 | Vplz_Rd: | 214368.0156 |
| Mx agg.: | 0.0000 | | |
| VplyTED_Rd: | 302064.0000 | VplzTED_Rd: | 214368.0156 |
| rhoy: | 0.0000 | rhoz: | 0.0000 |
| EnneS: | 0.0000 | | |
| limite ay: | 0.0000 | limite az: | 0.0000 |
| Mply: | 0.0000 | Mplz: | 0.0000 |
| Mnvy,Rd: | 0.0000 | Mnvz,Rd: | 0.0000 |
| Mcy,Rd: | 25873614.0000 | Mcz,Rd: | 33209662.0000 |
| Mvy_Rd: | 0.0000 | Mvz_Rd: | 0.0000 |
| Vp_link: | 0.0000 | Mp_link: | 0.0000 |
| OmegaI: | 0.0000 | | |
| Ris. N,M,V: | 0.0043 | | |

Indici

| | |
|-----------------------------|--------|
| I.T. SOLO torsione: | 0.0000 |
| I.V. taglio e torsione: | 0.0008 |
| I.R.n Nc,Rd: | 0.0000 |
| I.R.n Nu,Rd: | 0.0000 |
| I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): | 0.0000 |
| I.R. N,M,V: | 0.0043 |

ANIMA NON IRRIGIDITA

| | |
|-------|-----|
| d/tw: | inf |
|-------|-----|

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|------|
| --- | --- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| | cm | | kN | | | kN*m | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|---|--------|-------|--------|-------|-------|--------|----|------|------|------|--|
| 48 | 0 | -0.000 | 0.241 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.144 | -- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
|----|---|--------|-------|--------|-------|-------|--------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

| | | | | | |
|-----------------|----------|------|----------|------------|--------|
| Avy: | 719.2000 | Avz: | 510.4000 | Mx resist. | 0.0000 |
| Classificazione | | | | | |
| c/tf: | inf | | | | |
| alfa: | 0.0000 | | | | |
| d/tw: | inf | | | | |
| Epsilon: | 0.7480 | | | | |
| psi: | 0.0000 | | | | |

| | | | |
|-------------|---|---------------|---|
| Classe ala: | 4 | Classe anima: | 4 |
|-------------|---|---------------|---|

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

```

Classe:          4

Area eff.:      1678.0001
eNz :           0.0000      Wy eff.:           0.0000
eNy :          -7.0000      Wz eff.:           0.0000
Verifica a N
Nc,Rd:         704760.0625
Nb,Rd:          0.0000
Nvy,Rd:         0.0000      Nvz,Rd:          0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd:       302064.0000      Vplz_Rd:         214368.0156
Mx agg.:       0.0000
VplyTEd_Rd:   302064.0000      VplzTEd_Rd:     214368.0156
rhou:          0.0000      rhoz:            0.0000
EnneS:         0.0000
limite ay:     0.0000      limite az:       0.0000
Mply:          0.0000      Mplz:            0.0000
Mnvy,Rd:       0.0000      Mn vz,Rd:        0.0000
Mcy,Rd:        25873614.0000      Mcz,Rd:          33209662.0000
Mvy_Rd:        0.0000      Mvz_Rd:          0.0000
Vp_link:       0.0000      Mp_link:         0.0000
OmegaI:        0.0000
Ris. N,M,V:    0.0043

Indici
I.T. SOLO torsione:          0.0000
I.V. taglio e torsione:     0.0008
I.R.n Nc,Rd:                 0.0000
I.R.n Nu,Rd:                 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V):  0.0000
I.R. N,M,V:                  0.0043
  
```

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|------|
| -- | -- | ----- | | | ----- | | | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |
| 1 | 60 | -0.000 | 0.121 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.036 | -- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

```

Avy:          719.2000      Avz:          510.4000      Mx resist.      0.0000
Classificazione
c/TF:         inf
alfa:         0.0000
d/tw:         inf
Epsilon:      0.7480
psi:          0.0000

Classe ala:   4      Classe anima:  4
Classe:       4

Area eff.:    1678.0001
eNz :         0.0000      Wy eff.:       0.0000
eNy :        -7.0000      Wz eff.:       0.0000
Verifica a N
Nc,Rd:       704760.0625
Nb,Rd:        0.0000
Nvy,Rd:       0.0000      Nvz,Rd:        0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd:     302064.0000      Vplz_Rd:       214368.0156
Mx agg.:     0.0000
VplyTEd_Rd: 302064.0000      VplzTEd_Rd:    214368.0156
rhou:        0.0000      rhoz:          0.0000
EnneS:       0.0000
limite ay:   0.0000      limite az:     0.0000
Mply:        0.0000      Mplz:          0.0000
Mnvy,Rd:     0.0000      Mn vz,Rd:      0.0000
  
```

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 33209662.0000
Mvy,Rd: 0.0000 Mvz,Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.0011

Indici
I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0004
I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.0011

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|-------|-------|-------|-------|--------|----|------|------|------|--|
| 48 | 60 | -0.000 | 0.121 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.036 | -- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
|----|----|--------|-------|-------|-------|-------|--------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/TF: inf
alfa: 0.0000
d/tw: inf
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N
Nc,Rd: 704760.0625
Nb,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
Mx agg.: 0.0000
VplyTED_Rd: 302064.0000 VplzTED_Rd: 214368.0156
rhoy: 0.0000 rhoz: 0.0000
EnneS: 0.0000
limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
Mnvy,Rd: 0.0000 Mn vz,Rd: 0.0000
Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 33209662.0000
Mvy,Rd: 0.0000 Mvz,Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.0011

Indici
I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0004
I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.0011

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|------|
| --- | --- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| | cm | | kN | | | kN*m | | | | | | |

1 119 -0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 -- 0.00 0.00 0.00

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000

Classificazione
c/TF: inf
alfa: 0.0000
d/tw: inf
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N
Nc,Rd: 704760.0625
Nb,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
Mx agg.: 0.0000
VplyTEd_Rd: 302064.0000 VplzTEd_Rd: 214368.0156
rhoy: 0.0000 rhoz: 0.0000
EnneS: 0.0000
limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
Mnvy,Rd: 0.0000 Mnvz,Rd: 0.0000
Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 36635432.0000
Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.0000

Indici
I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0000
I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.0000

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|------|
| --- | --- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| | cm | | kN | | | kN*m | | | | | | |

48 119 -0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 -- 0.00 0.00 0.00

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000

Classificazione
c/TF: inf
alfa: 0.0000
d/tw: inf
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

```

Classe ala:      4           Classe anima:    4
Classe:         4

Area eff.:      1678.0001
eNz :           0.0000           Wy eff.:      0.0000
eNy :          -7.0000           Wz eff.:      0.0000
Verifica a N
Nc,Rd:         704760.0625
Nb,Rd:          0.0000
Nvy,Rd:         0.0000           Nvz,Rd:       0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd:       302064.0000           Vplz_Rd:      214368.0156
Mx agg.:       0.0000
VplyTEd_Rd:   302064.0000           VplzTEd_Rd:  214368.0156
rhou:         0.0000           rhoz:         0.0000
EnneS:        0.0000
limite ay:    0.0000           limite az:    0.0000
Mply:         0.0000           Mplz:         0.0000
Mnvy,Rd:      0.0000           Mn vz,Rd:     0.0000
Mcy,Rd:       25873614.0000           Mcz,Rd:      36635432.0000
Mvy_Rd:       0.0000           Mvz_Rd:       0.0000
Vp_link:      0.0000           Mp_link:      0.0000
OmegaI:       0.0000
Ris. N,M,V:   0.0000

Indici
I.T. SOLO torsione:           0.0000
I.V. taglio e torsione:      0.0000
I.R.n Nc,Rd:                  0.0000
I.R.n Nu,Rd:                  0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V):  0.0000
I.R. N,M,V:                   0.0000

```

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|---|-------|----|----|-------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| | | ----- | | | ----- | | | ----- | ----- | | | |
| cm | | kN | | | kN*m | | | | | | | |

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

AMV s.r.l.
Via San Lorenzo, 106 Tel. 0481/779903
34077 Ronchi dei Legionari (GO)

Lavoro: **Progetto Pannelli Brindisi** Intestazione lavoro: **MasterSap Versione Freeware**
 Elemento: **TRAVE** Metodo di verifica: **Eurocodice 3 - NTC 2018**
 Gruppo: **2** Descrizione: **Pali di fondazione**
 Tabella: **Tabella pilastri** Struttura: **Nuova**
 Tipo acciaio: **S 420**
 Coeff. riduzione dell'area: **0.000** Tipologia sismica yx: **Senza prescrizioni aggiuntive**
 Tipologia sismica zx: **Senza prescrizioni aggiuntive**
 γ_{M0} : **1.050** γ_{M1} : **1.050** $\gamma_{M1'}$: **1.050** γ_{M2} : **1.250** γ_{RV} : **0.000** γ_{M0} Pf: **1.000** γ_{M1} Pf: **1.000**
 Tipo collegamento: **bullonato** Connessione su un solo lato Connessione sul lato corto (solo 'L')
 Attacco: **Anima** Una fila di bulloni
 Collegamento con due bulloni Beta2: **0.400**

ASTA NUM. 1 NI 6 NF 8 Lungh. 312.0 cm SEZ. 2 Pf OMEGA 155x120x50x 4.0

categoria: p.p. y Vento qy tot.
 qy medio: -0.00 1.02 1.02 kN/m

Famiglia: S 420
 Materiale: S 420
 fy: 420.0000 fu: 500.0000
 Area lorda: 2021.9998
 Area utile: 2021.9998
 Area netta: 2021.9998
 Wely: 0.0000 Welz: 0.0000
 Wply: 0.0000 Wplz: 0.0000
 h: 155.0000 b: 115.0000
 c: 115.0000 d: 155.0000
 tf: 0.0000 tw: 0.0000
 t1: 0.0000 t2: 0.0000
 t: 0.0000
 raggio = 11.5000 raggio ala = 5.7500
 inclinaz. = 0.0000

Sollecitazioni di calcolo e di verifica Indici <= 1 : VERIFICATO

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|-------|--------|---------|-------|---------|-------|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |
| 1 | 0 | 0.316 | -0.000 | -12.000 | 0.000 | -25.110 | 0.000 | -- | 0.06 | 0.00 | 0.97 | |

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
 ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
 Classificazione
 c/tf: inf
 alfa: 0.0000
 d/tw: inf
 Epsilon: 0.7480
 psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
 Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
 eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
 eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N
 Np,Rd: 849239.8750
 Nu,Rd(.9*...): 0.0000
 Nu,Rd: 0.0000
 Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T
 Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
 Mx agg.: 0.0000
 VplyTEd_Rd: 302064.0000 VplzTEd_Rd: 214368.0156
 rhoY: 0.0000 rhoZ: 0.0000
 EnneS: 0.0000
 limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

| | | | |
|-------------|---------------|----------|---------------|
| Mply: | 0.0000 | Mplz: | 0.0000 |
| Mnvy,Rd: | 0.0000 | Mnvz,Rd: | 0.0000 |
| Mcy,Rd: | 25873614.0000 | Mcz,Rd: | 36635432.0000 |
| Mvy,Rd: | 0.0000 | Mvz,Rd: | 0.0000 |
| Vp_link: | 0.0000 | Mp_link: | 0.0000 |
| OmegaI: | 0.0000 | | |
| Ris. N,M,V: | 0.9709 | | |

Indici

| | |
|-----------------------------|--------|
| I.T. SOLO torsione: | 0.0000 |
| I.V. taglio e torsione: | 0.0560 |
| I.R.n Np,Rd: | 0.0004 |
| I.R.n Nu,Rd: | 0.0000 |
| I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): | 0.0000 |
| I.R. N,M,V: | 0.9709 |

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|-------|--------|--------|-------|---------|-------|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |
| 48 | 0 | 0.316 | -0.000 | -7.710 | 0.000 | -16.130 | 0.000 | -- | 0.04 | 0.00 | 0.62 | |

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

| | | | | | |
|-----------------|----------|------|----------|------------|--------|
| Avy: | 719.2000 | Avz: | 510.4000 | Mx resist. | 0.0000 |
| Classificazione | | | | | |
| c/ff: | inf | | | | |
| alfa: | 0.0000 | | | | |
| d/tw: | inf | | | | |
| Epsilon: | 0.7480 | | | | |
| psi: | 0.0000 | | | | |

| | | | |
|-------------|---|---------------|---|
| Classe ala: | 4 | Classe anima: | 4 |
| Classe: | 4 | | |

| | | | |
|------------|-----------|----------|--------|
| Area eff.: | 1678.0001 | | |
| eNz : | 0.0000 | Wy eff.: | 0.0000 |
| eNy : | -7.0000 | Wz eff.: | 0.0000 |

Verifica a N

| | | | |
|----------------|-------------|---------|--------|
| Np,Rd: | 849239.8750 | | |
| Nu,Rd(.9*...): | 0.0000 | | |
| Nu,Rd: | 0.0000 | | |
| Nvy,Rd: | 0.0000 | Nvz,Rd: | 0.0000 |

Verifica a N, M, V, T

| | | | |
|-------------|---------------|-------------|---------------|
| Vply_Rd: | 302064.0000 | Vplz_Rd: | 214368.0156 |
| Mx agg.: | 0.0000 | | |
| VplyTED_Rd: | 302064.0000 | VplzTED_Rd: | 214368.0156 |
| rhoy: | 0.0000 | rhoz: | 0.0000 |
| EnneS: | 0.0000 | | |
| limite ay: | 0.0000 | limite az: | 0.0000 |
| Mply: | 0.0000 | Mplz: | 0.0000 |
| Mnvy,Rd: | 0.0000 | Mnvz,Rd: | 0.0000 |
| Mcy,Rd: | 25873614.0000 | Mcz,Rd: | 36635432.0000 |
| Mvy,Rd: | 0.0000 | Mvz,Rd: | 0.0000 |
| Vp_link: | 0.0000 | Mp_link: | 0.0000 |
| OmegaI: | 0.0000 | | |
| Ris. N,M,V: | 0.6238 | | |

Indici

| | |
|-----------------------------|--------|
| I.T. SOLO torsione: | 0.0000 |
| I.V. taglio e torsione: | 0.0360 |
| I.R.n Np,Rd: | 0.0004 |
| I.R.n Nu,Rd: | 0.0000 |
| I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): | 0.0000 |
| I.R. N,M,V: | 0.6238 |

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|----|------|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | | kN | | | kN*m | | | | | | |

1 156 -0.000 -0.000 -12.000 0.000 -6.390 0.000 -- 0.06 0.00 0.25

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/xf: inf
alfa: 0.0000
d/tw: inf
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N

Nc,Rd: 704760.0625
Nb,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T

Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
Mx agg.: 0.0000
VplyTEd_Rd: 302064.0000 VplzTEd_Rd: 214368.0156
rhoy: 0.0000 rhoz: 0.0000
EnneS: 0.0000
limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
Mnvy,Rd: 0.0000 Mnvz,Rd: 0.0000
Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 36635432.0000
Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.2470

Indici

I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0560
I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.2470

ANIMA NON IRRIGIDITA

d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|----|------|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | | kN | | | kN*m | | | | | | |

48 156 -0.000 -0.000 -7.710 0.000 -4.105 0.000 -- 0.04 0.00 0.16

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/xf: inf
alfa: 0.0000
d/tw: inf

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

```

Epsilon:      0.7480
psi:          0.0000

Classe ala:   4           Classe anima:  4
Classe:       4

Area eff.:    1678.0001
eNz :         0.0000           Wy eff.:    0.0000
eNy :         -7.0000           Wz eff.:    0.0000
Verifica a N
Nc,Rd:        704760.0625
Nb,Rd:         0.0000
Nvy,Rd:        0.0000           Nvz,Rd:    0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd:      302064.0000           Vplz_Rd:   214368.0156
Mx agg.:      0.0000
VplyTED_Rd:   302064.0000           VplzTED_Rd: 214368.0156
rhou:         0.0000           rhoz:      0.0000
EnneS:        0.0000
limite ay:    0.0000           limite az:  0.0000
Mply:         0.0000           Mplz:      0.0000
Mnvy,Rd:      0.0000           Mn vz,Rd:  0.0000
Mcy,Rd:       25873614.0000           Mcz,Rd:   36635432.0000
Mvy_Rd:       0.0000           Mvz_Rd:   0.0000
Vp_link:      0.0000           Mp_link:   0.0000
OmegaI:       0.0000
Ris. N,M,V:   0.1587
    
```

```

Indici
I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0360
I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.1587
    
```

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|--------|--------|---------|-------|--------|-------|----|------|------|------|--|
| 1 | 312 | -0.316 | -0.000 | -12.000 | 0.000 | 12.330 | 0.000 | -- | 0.06 | 0.00 | 0.48 | |
|---|-----|--------|--------|---------|-------|--------|-------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

```

Avy:          719.2000           Avz:          510.4000           Mx resist.    0.0000
Classificazione
c/ta:         inf
alfa:         0.0000
d/tw:         inf
Epsilon:      0.7480
psi:          0.0000

Classe ala:   4           Classe anima:  4
Classe:       4

Area eff.:    1678.0001
eNz :         0.0000           Wy eff.:    0.0000
eNy :         -7.0000           Wz eff.:    0.0000
Verifica a N
Nc,Rd:        704760.0625
Nb,Rd:         0.0000
Nvy,Rd:        0.0000           Nvz,Rd:    0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd:      302064.0000           Vplz_Rd:   214368.0156
Mx agg.:      0.0000
VplyTED_Rd:   302064.0000           VplzTED_Rd: 214368.0156
rhou:         0.0000           rhoz:      0.0000
    
```

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

```

EnneS:          0.0000
limite ay:      0.0000           limite az:      0.0000
Mply:          0.0000           Mplz:          0.0000
Mnvy,Rd:       0.0000           Mn vz,Rd:      0.0000
Mcy,Rd:        25873614.0000     Mcz,Rd:        36635432.0000
Mvy_Rd:        0.0000           Mvz_Rd:        0.0000
Vp_link:       0.0000           Mp_link:       0.0000
OmegaI:        0.0000
Ris. N,M,V:    0.4771
    
```

```

Indici
I.T. SOLO torsione:      0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0560
I.R.n Nc,Rd:            0.0004
I.R.n Nu,Rd:            0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V:            0.4771
    
```

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|-------|----|----|-------|----|----|--------|--------|--------|-------|------|
| -- | -- | ----- | | | ----- | | | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|--------|--------|--------|-------|-------|-------|----|------|------|------|--|
| 48 | 312 | -0.316 | -0.000 | -7.710 | 0.000 | 7.919 | 0.000 | -- | 0.04 | 0.00 | 0.31 | |
|----|-----|--------|--------|--------|-------|-------|-------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

```

Avy:          719.2000           Avz:          510.4000           Mx resist.      0.0000
Classificazione
c/ta:         inf
alfa:         0.0000
d/tw:         inf
Epsilon:      0.7480
psi:          0.0000
    
```

```

Classe ala:   4           Classe anima:  4
Classe:       4
    
```

```

Area eff.:    1678.0001
eNz :         0.0000           Wy eff.:       0.0000
eNy :        -7.0000           Wz eff.:       0.0000
    
```

Verifica a N

```

Nc,Rd:        704760.0625
Nb,Rd:        0.0000
Nvy,Rd:       0.0000           Nvz,Rd:        0.0000
    
```

Verifica a N, M, V, T

```

Vply_Rd:      302064.0000           Vplz_Rd:       214368.0156
Mx agg.:      0.0000
VplyTEd_Rd:  302064.0000           VplzTEd_Rd:   214368.0156
rhou:         0.0000           rhoz:          0.0000
EnneS:        0.0000
limite ay:    0.0000           limite az:     0.0000
Mply:         0.0000           Mplz:          0.0000
Mnvy,Rd:      0.0000           Mn vz,Rd:      0.0000
Mcy,Rd:       25873614.0000     Mcz,Rd:        36635432.0000
Mvy_Rd:       0.0000           Mvz_Rd:        0.0000
Vp_link:      0.0000           Mp_link:       0.0000
OmegaI:       0.0000
Ris. N,M,V:   0.3066
    
```

```

Indici
I.T. SOLO torsione:      0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0360
I.R.n Nc,Rd:            0.0004
I.R.n Nu,Rd:            0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V:            0.3066
    
```

ANIMA NON IRRIGIDITA

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

ASTA NUM. 2 NI 4 NF 7 Lungh. 312.0 cm SEZ. 2 Pf OMEGA 155x120x50x 4.0

categoria: p.p. y Vento qy tot.
qy medio: -0.00 -2.05 -2.05 kN/m

Famiglia:
Materiale: S 420
fy: 420.0000 fu: 500.0000
Area lorda: 2021.9998
Area utile: 2021.9998
Area netta: 2021.9998
Wely: 0.0000 Welz: 0.0000
Wply: 0.0000 Wplz: 0.0000
h: 155.0000 b: 115.0000
c: 115.0000 d: 155.0000
tf: 0.0000 tw: 0.0000
t1: 0.0000 t2: 0.0000
t: 0.0000
raggio = 11.5000 raggio ala = 5.7500
inclinaz. = 0.0000

Sollecitazioni di calcolo e di verifica Indici <= 1 : VERIFICATO

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|-------|--------|-------|--------|-------|----|------|------|------|--|
| 1 | 0 | 0.316 | 0.000 | 12.000 | 0.000 | 25.110 | 0.000 | -- | 0.06 | 0.00 | 0.97 | |
|---|---|-------|-------|--------|-------|--------|-------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/tf: inf
alfa: 0.0000
d/tw: inf
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N
Np,Rd: 849239.8750
Nu,Rd(.9*...): 0.0000
Nu,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
Mx agg.: 0.0000
VplyTEd_Rd: 302064.0000 VplzTEd_Rd: 214368.0156
rhou: 0.0000 rhov: 0.0000
EnneS: 0.0000
limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
Mnvy,Rd: 0.0000 Mnvyz,Rd: 0.0000
Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 36635432.0000
Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.9709

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

Indici
I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0560
I.R.n Np,Rd: 0.0004
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.9709

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|
| -- | -- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| | cm | | kN | | | kN*m | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|---|-------|-------|-------|-------|--------|-------|----|------|------|------|--|
| 48 | 0 | 0.316 | 0.000 | 7.710 | 0.000 | 16.130 | 0.000 | -- | 0.04 | 0.00 | 0.62 | |
|----|---|-------|-------|-------|-------|--------|-------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/TF: inf
alfa: 0.0000
d/tw: inf
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N
Np,Rd: 849239.8750
Nu,Rd(.9*...): 0.0000
Nu,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
Mx agg.: 0.0000
VplyTED_Rd: 302064.0000 VplzTED_Rd: 214368.0156
rhou: 0.0000 rhoz: 0.0000
EnneS: 0.0000
limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
Mnvy,Rd: 0.0000 Mnvy,Rd: 0.0000
Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 36635432.0000
Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.6238

Indici
I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0360
I.R.n Np,Rd: 0.0004
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.6238

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|
| -- | -- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| | cm | | kN | | | kN*m | | | | | | |

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

1 156 -0.000 0.000 12.000 0.000 6.390 0.000 -- 0.06 0.00 0.25

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/ta: inf
alfa: 0.0000
d/tw: inf
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N
Nc,Rd: 704760.0625
Nb,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
Mx agg.: 0.0000
VplyTEd_Rd: 302064.0000 VplzTEd_Rd: 214368.0156
rhou: 0.0000 rhov: 0.0000
EnneS: 0.0000
limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
Mnvy,Rd: 0.0000 Mn vz,Rd: 0.0000
Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 36635432.0000
Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.2470

Indici
I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0560
I.R.n Nc,Rd: 0.0000
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.2470

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| -- | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

48 156 -0.000 0.000 7.710 0.000 4.105 0.000 -- 0.04 0.00 0.16

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/ta: inf
alfa: 0.0000
d/tw: inf
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

```

eNy      :      -7.0000      Wz  eff.:      0.0000
Verifica a N
Nc,Rd:    704760.0625
Nb,Rd:    0.0000
Nvy,Rd:    0.0000      Nvz,Rd:    0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd:  302064.0000      Vplz_Rd:   214368.0156
Mx agg.:   0.0000
VplyTEd_Rd: 302064.0000      VplzTEd_Rd: 214368.0156
rhou:      0.0000      rhoz:      0.0000
EnneS:     0.0000
limite ay:  0.0000      limite az:  0.0000
Mply:      0.0000      Mplz:      0.0000
Mnvy,Rd:   0.0000      Mnvz,Rd:   0.0000
Mcy,Rd:    25873614.0000      Mcz,Rd:    36635432.0000
Mvy_Rd:    0.0000      Mvz_Rd:    0.0000
Vp_link:   0.0000      Mp_link:   0.0000
OmegaI:    0.0000
Ris. N,M,V: 0.1587
  
```

```

Indici
I.T. SOLO torsione:      0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0360
I.R.n Nc,Rd:             0.0000
I.R.n Nu,Rd:             0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V:              0.1587
  
```

```

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw:      inf
  
```

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|--------|-------|--------|-------|---------|-------|----|------|------|------|--|
| 1 | 312 | -0.316 | 0.000 | 12.000 | 0.000 | -12.330 | 0.000 | -- | 0.06 | 0.00 | 0.48 | |
|---|-----|--------|-------|--------|-------|---------|-------|----|------|------|------|--|

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

```

Avy:      719.2000      Avz:      510.4000      Mx resist.  0.0000
Classificazione
c/ta:     inf
alfa:     0.0000
d/tw:     inf
Epsilon:  0.7480
psi:      0.0000
  
```

```

Classe ala:  4      Classe anima:  4
Classe:      4
  
```

```

Area eff.:  1678.0001
eNz      :      0.0000      Wy  eff.:  0.0000
eNy      :      -7.0000      Wz  eff.:  0.0000
Verifica a N
Nc,Rd:    704760.0625
Nb,Rd:    0.0000
Nvy,Rd:    0.0000      Nvz,Rd:    0.0000
  
```

```

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd:  302064.0000      Vplz_Rd:   214368.0156
Mx agg.:   0.0000
VplyTEd_Rd: 302064.0000      VplzTEd_Rd: 214368.0156
rhou:      0.0000      rhoz:      0.0000
EnneS:     0.0000
limite ay:  0.0000      limite az:  0.0000
Mply:      0.0000      Mplz:      0.0000
Mnvy,Rd:   0.0000      Mnvz,Rd:   0.0000
Mcy,Rd:    25873614.0000      Mcz,Rd:    36635432.0000
Mvy_Rd:    0.0000      Mvz_Rd:    0.0000
Vp_link:   0.0000      Mp_link:   0.0000
OmegaI:    0.0000
  
```

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

Ris. N,M,V: 0.4771

Indici
I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0560
I.R.n Nc,Rd: 0.0004
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.4771

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|-----|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |
| 48 | 312 | -0.316 | 0.000 | 7.710 | 0.000 | -7.919 | 0.000 | -- | 0.04 | 0.00 | 0.31 | |

Verifica asta (i risultati sono in mm e Newton)
ATTENZIONE ASSI 'y' e 'z' INVERTITI RISPETTO EUROCODICE

Avy: 719.2000 Avz: 510.4000 Mx resist. 0.0000
Classificazione
c/ft: inf
alfa: 0.0000
d/tw: inf
Epsilon: 0.7480
psi: 0.0000

Classe ala: 4 Classe anima: 4
Classe: 4

Area eff.: 1678.0001
eNz : 0.0000 Wy eff.: 0.0000
eNy : -7.0000 Wz eff.: 0.0000

Verifica a N
Nc,Rd: 704760.0625
Nb,Rd: 0.0000
Nvy,Rd: 0.0000 Nvz,Rd: 0.0000

Verifica a N, M, V, T
Vply_Rd: 302064.0000 Vplz_Rd: 214368.0156
Mx agg.: 0.0000
VplyTEd_Rd: 302064.0000 VplzTEd_Rd: 214368.0156
rhoy: 0.0000 rhoz: 0.0000
EnneS: 0.0000
limite ay: 0.0000 limite az: 0.0000
Mply: 0.0000 Mplz: 0.0000
Mnvy,Rd: 0.0000 Mnvy,Rd: 0.0000
Mcy,Rd: 25873614.0000 Mcz,Rd: 36635432.0000
Mvy_Rd: 0.0000 Mvz_Rd: 0.0000
Vp_link: 0.0000 Mp_link: 0.0000
OmegaI: 0.0000
Ris. N,M,V: 0.3066

Indici
I.T. SOLO torsione: 0.0000
I.V. taglio e torsione: 0.0360
I.R.n Nc,Rd: 0.0004
I.R.n Nu,Rd: 0.0000
I.R. Nv,Rd (caso solo N,V): 0.0000
I.R. N,M,V: 0.3066

ANIMA NON IRRIGIDITA
d/tw: inf

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | Classe | I.V.T. | I.R.n. | I.R. | Nota |
|----|----|----|----|----|------|----|----|--------|--------|--------|------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | | | | | |